

Дальневосточный федеральный университет
Инженерная школа

НАУКА, ТЕХНИКА, ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

**Материалы научно-практической конференции ДВФУ
декабрь, 2018**

Научное электронное издание

Владивосток
2019

Ответственный за выпуск С. А. Иванов

Наука, техника, промышленное производство: история, современное состояние, перспективы: материалы научно-практической конференции ДВФУ, Владивосток, декабрь, 2018 / отв. за выпуск С.А. Иванов; Инженерная школа ДВФУ [Электронный ресурс]. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2019. – [617] с. – 1 CD. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 1 ГБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-4417-4

В издание вошли сообщения участников научно-практической конференции студентов ДВФУ «Наука, техника, промышленное производство: история, современное состояние, перспективы». Программа конференции включала работу секций «Современные проблемы физики и техники», «Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение», «Нефтегазовое дело», «Инноватика, качество, стандартизация и сертификация», «Инфокоммуникационные системы, приборостроение», «Инфраструктура и технологии транспорта», «Энерготехнологии в морской технике». Участники конференции представили доклады по различным аспектам современной физики и техники, промышленного производства, по наиболее актуальным проблемам, электроэнергетики, нефтегазового комплекса, энерготехнологиям и др.

Издание может быть полезно научным работникам, преподавателям, студентам, аспирантам, всем, кто интересуется инженерным образованием, инженерной деятельностью.

Издание подготовлено коллективом Центра организации обучения проектной деятельности Инженерной школы ДВФУ

Техническое редактирование, верстка: Е.И. Кузина-Алексинская
Дизайн CD: Г.П. Писарева

Опубликовано: 06.03.2019
Формат PDF
Объем 18 МБ [Усл. печ. л. 72]
Тираж 10 экз.

Дальневосточный федеральный университет
690091, Владивосток, ул. Суханова, 8

Изготовитель CD: Дальневосточный федеральный университет
(типография Издательства ДВФУ
690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. Современные проблемы физики и техники

Абрамова К. Д. ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	11
Балацкий Д. В. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПИННИНГОВАННОЙ ЛЕНТЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА $FeCu_1Nb_3Si_{13.5}B_8$ В ПРОЦЕССЕ ОТЖИГЕ.....	15
Бондаренко С. В. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМОВ ИТТРИЯ С ФУЛЛЕРЕНАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ $Si(111)-\alpha\sqrt{3}\times\sqrt{3}-Au$	18
Галустов В. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МАЛОНАТА И ЕГО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ.....	22
Гарапшина Н. Ч. ДОМА ТЕРРАСНОГО ТИПА НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ.....	23
Иваненко Е. С. ПРИМЕНЕНИЕ 4-Х КООРДИНАТНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА С ЧПУ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС С КРУГОВЫМ ЗУБОМ.....	31
Комаров А. И. ЗАДАЧА О ВЫТЯГИВАНИИ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ИЗ БЕТОННОГО БЛОКА.....	36
Морских Д. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ Е СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	39
Новиков Р. П. ОТДЕЛКА ФАСАДА ЗДАНИЙ СОВРЕМЕННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ	44
Омельяненко М. В. ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	48
Подосинникова С. А. РОБОТ-АССИСТИРОВАННАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «DA VINCI».....	52
Починок А. С., Чепак А. К. ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ С РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ СКОНСТРУИРОВАННОГО РАДИОТЕЛЕСКОПА.....	55
Симаков В. К. МЕТОД ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ.....	57
Ткачук Е. Р. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	62
Раздел 2. Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение	67
Алексеев И. И., Говорухин Н. В., Максименко А. В. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ С НИЗКИМ КОНТАКТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.....	67
Афанасьев Р. О. АКТУАЛЬНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	68
Башмакова С. Д. ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА.....	71
Бесчастнов В. А. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ТЕРРОРИЗМ.....	76
Бесчастнова В. Н. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАМАТЕРИАЛОВ.....	81
Бушмаков Л. А., Гурский В. В., Фомин Д. В. ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ТРАНСФОРМАТОРЕ.....	85
Васильченко А. А., Писарев А. М., Ходарин А. В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	87
Визгалов М. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	89
Власенко Н. П., Гаврильев Р. Ю., Малахов Д. Р. САМОНЕСУЩИЕ ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	93
Волегов Д. А., Еременко М. А. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЖИДКОСТНОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СВАРОЧНЫХ ВЫБРОСОВ.....	97

Волженцев П. В., Добровольский Д. И., Зверев С. В. ПРАВИЛА СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	101
Гевелюк И. В., Ерёмкин Д. С. ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	103
Григорьев А. Д. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ЛИНИИ СВЯЗИ	105
Дубинский К. А. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИКИ ЛИКВИДАЦИИ АСИНХРОННОГО РЕЖИМА И ЕЁ ЗНАЧИМОСТЬ В ПОДДЕРЖАНИИ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	110
Дычек С. А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕДУЩИХ ЭКОНОМИК МИРА.....	114
Жабин В. Д. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В СЕТЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	118
Задубайло Н. С. ЗАПАДНАЯ КОНЦЕПЦИЯ «УМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ».....	121
Ивандюк Д. А., Колбасин Н. К., Пастухов А.В. ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ МУЛЬТИГРАДИЕНТНЫЙ.....	125
Искоростинский А. В. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ТОЧНОГО РАСЧЕТА ПРОВЕСА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА.....	129
Ким К. С., Кротов П. Д. ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ ОТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПУЭ В ЧАСТИ РАССТАНОВКИ ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ.....	133
Кирилов С. А., Козлов И. В., Скоморохин Е. Р. БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	138
Клешнин В.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	141
Кожушко Е. В. ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ АВТОМАТИКИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ.....	146
Козило Е. М., Труфанов Д. А., Шевцова Е. Б. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ (КРМ) – ПРОБЛЕМА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПОТРЕБИТЕЛЯ.....	149
Колесникова Н. Е. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ.....	151
Конфедератов Д. В. К ВЫБОРУ ПРИЁМНОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	156
Костин А. А., Куличенко А. В. ПРЕИМУЩЕСТВА ШИНОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕД КАБЕЛЬНЫМИ РАЗВОДКАМИ.....	160
Кротков Е. Л., Магеррамов Э. Н., Парыгин П. В. СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭКРАНОВ КАБЕЛЯ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА.....	163
Кудинцова В. А. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕУСКОРЕНИЯ СТУПЕНЧАТЫХ ЗАЩИТ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ.....	167
Ли Г. И. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ПОДСТАНЦИИ.....	169
Лихопой В. В. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПОДСТАНЦИИ.....	174
Лысенко А. С. ПОДАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ ФИЛЬТРОВ.....	177
Мещук А. А., Суховилова В. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОДА ВЛАДИВОСТОКСКОЙ ТЭЦ-2 С УГЛЯ НА «ГОЛУБОЕ ТОПЛИВО».....	181
Мокрицкий С. А. ОГРАНИЧЕНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ГРАДИЕНТНЫМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВСТАВКАМИ.....	183
Осипенко И. Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ИЗОЛЯЦИИ МАСЛЯНЫХ И ЭЛЕГАЗОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.....	187
Павлюк П. Е. ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА АВАРИЙНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.....	191

Пальваль А. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ.....	195
Пинчук В. А. СЕРТИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОБЛАСТИ ЭМС.....	199
Пономарёв Д. А. К ВОПРОСУ О ДИАГНОСТИКЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	202
Попов В. А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	206
Приходько И. А., Чамбайшин В. Г. РАЗРАБОТКА SCADA-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСЕТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	210
Саидзода Б. Н. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	212
Ступнев А. К. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ.....	215
Чайка В. С. ДИАГНОСТИКА КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ.....	218
Чекалин Н. С. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ РАБОТ В ЭНЕРГЕТИКЕ..	223
Чен Мун Ир. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ МЕДИ СО СТАЛЬЮ.....	227
Шаропов А. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ.....	231
Шевченко Н. В. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ.....	235
Ярославцева Е. К. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ.....	237
Яуров А. К. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	241
Раздел 3. Нефтегазовое дело	244
Абросимов К. Ю., Вырупаев А. Г., Гулая Ю. В. ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ.....	244
Анисимова Е. Ю. СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ОХРАННОЙ ЗОНЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	248
Анисимова Е. Ю. КОМПАУНДИРОВАНИЕ БУНКЕРОВОЧНЫХ НЕФТЕЙ КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТОПЛИВА ДЛЯ СУДОВЫХ ДВС.....	252
Аскарлов Р. Ф. ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ.....	255
Барышев В. Н. МОРСКАЯ РАЗВЕДОЧНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКАХ ШЕЛЬФА.....	259
Беспалов А. С. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА ЗАСТРЯВШИХ ВНУТРИТРУБНЫХ УСТРОЙСТВ.....	263
Беспалов А. С., Козенко И. Ж. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА PVT ИССЛЕДОВАНИЙ ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ FLUID-EVAL.....	265
Вырупаев А. Г., Шульгин В. Е. РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАЗМЫВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЗЕРВУАРАХ С НЕФТЬЮ.....	268
Гопко А. А., Титов Г. К., Осмоловский П. И. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТОК ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	271
Горлов И. В. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПЫЛЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПЫЛИ.....	276

Дербичев В. С. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГРУНТАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТРУБОПРОВОДА.....	278
Дорошенко Г. А. ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕКАЧКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	280
Дудин Р. В., Роман К. С. ПРОБЛЕМЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ.....	282
Иншаков Р. С. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАВИХРИТЕЛЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ТРУБОПРОВОДАХ.....	284
Каракозов А. А. ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ТУРБОДЕТАНДЕРА В КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ.....	287
Козьмина Е. Д. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ГОМОГЕНИЗАЦИЯ КАК МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ВОДОТОПЛИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ.....	289
Кооп В. К. О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИЯХ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	294
Кооп В. К. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ.....	298
Курлович Д. Э. ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ, НАДЕЛЕННЫХ СУПЕРСМАЧИВАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ZnO, ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ ТИПА "НЕФТЬ В ВОДЕ".....	301
Ларченко М. М., Чеботарев И. В. КОГЕНЕРАЦИЯ И ТРИГЕНЕРАЦИЯ КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	304
Ларченко М. М., Чеботарев И. В. НЕОБХОДИМОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК.....	309
Липатова А. В. ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АКВАТОРИЯХ.....	312
Мельников Г. С. К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕПАРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ СТРАНЫ.....	316
Меримский А. А. РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ «СРЕДСТВА РЕАГИРОВАНИЯ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ».....	320
Ненашев О. Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА С ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНОГО УЧАСТКА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА.....	322
Патронов Д. С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ В ГАЗОБАЛЛОННОМ ОБОРУДОВАНИИ НА ТРАНСПОРТЕ... ..	325
Пичугов А. А. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРАТАХ ПРИРОДНОГО ГАЗА. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ В ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ.....	328
Плотников М. А. МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА УДАЛЕНИЯ ДОННОГО ОСАДКАСО ДНА РЕЗЕРВУРОВ.....	332
Суховилова В. А. ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ.....	335
Терешкевич А. Г. ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА.....	339
Шулунова Х.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗИФИКАЦИИ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ).....	342
Раздел 4. Инноватика, качество, стандартизация и сертификация	345
Алемасова Е. Ю., Поцулин А. Д., Слонова Д. В. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ НА МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ ДРЕВЕСИНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	345

Андросик Е. К., Ремез А. О. РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СКЛАДАХ СО СТЕЛЛАЖНОЙ СИСТЕМОЙ ХРАНЕНИЯ.....	350
Аношкина А. С. АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	353
Арыков М. В. НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИИ СВАРЩИКОВ.....	357
Бабаскина Н. О. ОСОБЕННОСТЬ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА СУДОРЕМОНТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	359
Галаган Е. В. ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО В РОССИИ И ПРОДВИЖЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ НА РЫНОК.....	362
Егоров Д. М. ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ.....	366
Ермакова Д. А. РАЗРАБОТКА «ДОРОЖНОЙ КАРТЫ» НА ПРОЦЕСС АНАЛИЗА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СО СТОРОНЫ РУКОВОДСТВА.....	370
Калашникова Д. Д. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЯ ВИБРАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ.....	374
Катюк Д. П., Мясников В. С. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ.....	376
Козлова А. А. ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОТРАСЛИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	379
Кондратенко М. С., Поцулин А. Д., Олейник Е. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ В СТРАНАХ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА.....	382
Логина Э. В., Макаров В. И. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС «УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЙ».....	387
Логина Э. В., Макаров В. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА «ГАЛСТУК-БАБОЧКА» ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ.....	391
Логина Э. В., Макаров В. И. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ.....	395
Лукьянова П. А. КАПСУЛА СНА КАК ФАКТОР КОМФОРТНЫХ И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА.....	399
Машевская А. А. АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНЫХ АКТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ И РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	402
Мельников П. А. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕКТОРА «СТАНДАРТИЗАЦИЯ» МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ.....	405
Мельников П. А. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЕМОЧНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	409
Мягчилова М. Г. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРИНЦИПОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА БАЗЕ ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ.....	412
Нагорная А. Е. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА, УЧИТЫВАЯ ОСОБЕННОСТИ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДСТВА.....	415
Натаров И. П. ТЕОРИЯ ИННОВАЦИОННОГО ХАБА.....	420
Олейник Е. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАБИЛЬНОСТИ И НАСТРОЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАСТИКОВЫХ ЕМКОСТЕЙ.....	424
Пак К. С., Хан А. В. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЯПОНСКОГО КОМИТЕТА ПРОМЫШЛЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	429
Плотницкий В. О. АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ПРОЕКТОВ НА БАЗЕ ЕДИНОГО ОПЕРАТОРА ГРАНТОВ ПРЕЗИ-	432

ДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	
Поцелуева О. Д. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	435
Поцулин А. Д., Шилов А. С. ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОРГАНИЗАЦИИ.....	440
Прокудина И. К. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ.....	443
Сидорова Н. Г. УЧЕТ ПОТРЕБНОСТЕЙ ИНВАЛИДОВ И МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГУПП НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДЫ ИХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	447
Харламова Ю. О. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СЕРТИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ОКАЗАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ.....	450
Харламова Ю. О., Хомяков И. В. АНАЛИЗ ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА «ПРОЕКТОР ОПТОТИПОВ» В ОБЛАСТИ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ.....	453
Хомяков И. В., Шилов А. С. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕДУРЕ ПРОХОЖДЕНИЯ АККРЕДИТАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	457
Хомяков И. В., Шилов А. С. ОСОБЕННОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	461
Шилов А. С. ВЗАИМОСВЯЗЬ LEAN-VISUALIZATION С LEAN-ТЕХНИКАМИ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	464
Широких М. А. РЕАЛИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В РОССИЙСКИХ ВУЗАХ.....	468
Школьникова Е. П. АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ТАЛАНТАМИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ.....	473
Школьникова Е. П. УПРАВЛЕНИЕ ТАЛАНТАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ИНКЛЮЗИВНОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ.....	475
Яшин А. Н. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ПОНЯТИЕ, АСПЕКТЫ И РОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	478
Раздел 5. Инфокоммуникационные системы, приборостроение	481
Анисимов П. Н., Зелень В. В. ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ПШЕХОДОВ V2P – «VEHICLE-TO-PEDESTRIAN».....	481
Загоруйко А. Р., Пак Т. А. ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СТАНЦИИ ВЛАДИВОСТОК С ДРУГИМИ СТАНЦИЯМИ ОДНОЧАСТОТНОЙ СЕТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	485
Закальский Д. В., Совкова О. И. ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОМЕХ ПРИ РАБОТЕ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE И ПЕРЕДАТЧИКОВ DVV-T2 НА СМЕЖНЫХ КАНАЛАХ.....	489
Колесникова Н. Е., Логинов П. А., Тунеголовец Д. К. ОРГАНИЗАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ СЕТИ DVV-T2 В ГОРОДЕ ВЛАДИВОСТОКЕ.....	493
Ли П. С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	498
Литвин А. В. СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРАМИ ПРИ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ.....	503
Панфилов А. П. ВИРТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ.....	508
Совкова О. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В СООТВЕТСТВИИ С ПЛАНАМИ БОКСА-БЕНКЕНА ДЛЯ РАСЧЕТА ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННЫ.....	512

Старченко К. В. ВИДЫ КОДЕКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПЕРЕДАЧУ ЗВУКА ПО BLUETOOTH.....	517
Стрельцова М. М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРРИТОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ.....	521
Тихонов Д. Е. ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МИКРОСПУТНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ORBITRON.....	524
Токарь П. С., Шевченко Е. Н. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МОДОВОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ СИГНАЛОВ ДЛЯ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ.....	527
Черемухин Д. А. HUD-ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЯ НА ЛОБОВОЕ СТЕКЛО.....	530
Раздел 6. Инфраструктура и технологии транспорта	532
Козловский Л. Н. ВОЗМОЖНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ «ЗРЛ-ОПЕРАТОР» В Г.ВЛАДИВОСТОКЕ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА.....	532
Комова Е. В. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗА С ДАЛЬНОГО ВОСТОКА РОССИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГ.....	534
Николаева П. А. ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ В ПОРТАХ Г. ВЛАДИВОСТОКА	538
Мустафаев И. С. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОБОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МОДЕЛИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ В МАСШТАБИРОВАННОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ НА БАЗЕ КАФЕДРЫ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ВГУЭС.....	541
Нуртдинов И. С. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ.....	546
Пасечнюк Э. В. УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СТОЙКА С РУЛЕВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С МОТОР КОЛЕСОМ.....	548
Пичугин И. С. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЯ.....	552
Хакимов С. Р. АКТУАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	554
Раздел 7. Энерготехнологии в морской технике	557
Арон В. В., Камаев Н. А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНИ ОСЕВОЙ МИКРОТУРБИНЫ С ЧАСТИЧНОЙ ИНТЕГРАЦИЕЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА В СОПЛОВОЙ АППАРАТ.....	557
Белов Е. А. СОСТАВ И МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ СОЧЕТАНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ И НАНЕСЕНИЯ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА.....	561
Дам Ван Тунг. ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ НАБОРА ПРОЧНОСТИ И МЕТАЛЛОЁМКОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА.....	565
Изотов Н. В. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЭО-ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В ТАРТРАТСОДЕРЖАЮЩЕМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ МЕТАСИЛИКАТА НАТРИЯ.....	569
Ищенко А. В., Ищенко Т. А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПОР С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ.....	573
Ищенко А. В., Ищенко Т. А. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗЫ ВЕКТОРА ВИБРАЦИИ ПРИ ДИНАМИЧЕС-	576

СКОЙ БАЛАНСИРОВКЕ РОТОРА В СОБСТВЕННЫХ ОПОРАХ.....	
Книга А А, Ковалев А Е. ИЗУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ГАЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН.....	580
Круглов Н. С., Плаксин Р. А. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ГАЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ПРИ РАБОТЕ НА РЕЖИМАХ СУХОГО ТРЕНИЯ.....	584
Неумоин А. И. ЛИТИЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ В МОРСКОЙ ТЕХНИКЕ.....	589
Никитин А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	593
Рави Вигнеш. АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УНИВЕРСАЛЬНЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ.....	598
Саяпин Е. Р., Стуканов И. А., Ищенко А. В. ВИБРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА СУДОВЫХ ВАЛОПРОВОДОВ КАТАМАРАНА «МОСКВА».....	601
Сучков С. Н. СМАЧИВАЕМОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ СОЧЕТАНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ И РАСПЫЛЕНИЯ ФТОРПОЛИМЕРА.....	604
Филонина В. С. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ЗАВОДЕ «ЗВЕЗДА».....	609
Ха Ван Зуи. АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАССАЖИРСКИХ КАТАМАРАНОВ.....	611
Чижиков Р. Г. ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЭО ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ СЭУ.....	615

Раздел 1. Современные проблемы физики и техники

ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Абрамова Кристина Дмитриевна

*Инженерная школа; кафедра технологий промышленного производства
Научный руководитель: Лелюхин Владимир Егорович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: геометрия, геометрическая конфигурация, техника, реальные объекты.

Известно, что все окружающие нас предметы описаны геометрией Евклида и логически равноправными ей: геометрией Лобачевского, основное отличие которой – отрицание пятой аксиомы евклидовой геометрии, геометрией Римана, которая реализуется в пространстве с постоянной кривизной [2]. Как правило, при изучении реальных предметов используются математические модели, построенные на основе аксиом Евклида. Поэтому форма, размеры и взаимное расположение предметов не учитывают их физические свойства и изменение во времени [1].

Как известно основу систем автоматизации проектирования различных конструкций (CAD систем) составляют графические ядра, представляющие собой набор функций для описания геометрического представления конфигурации проектируемых объектов [4]. Использование как параметрических, так и непараметрических уравнений для геометрического моделирования объектов позволяют эффективно вычислять координаты точек на поверхностях и линиях их пересечений [4].

Однако, как показывает практика, системы геометрического моделирования не только не учитывают, но и в принципе не способны учесть неточности (девиацию формы и взаимного расположения поверхностей) реальных геометрических тел, например, машин и их деталей, строительных конструкций и т.д. Происходит это потому, что графические ядра представляют собой совокупности известных в современной «классической» математике непрерывных функций. По утверждению авторов «Теория множеств позволила придать понятию геометрической фигуры широту и общность, недоступную так называемой «классической» математике. Объектом геометрического, в частности топологического, исследования становятся теперь любые точечные множества, т. е. любые множества, элементами которых являются точки n -мерного евклидова пространства.» [7].

Далее рассмотрен пример, показывающий одну из нерешаемых проблем корректного описания геометрической конфигурации объекта с применением инструментов «классической» математики. На рис. 1 изображена фигура, плоскости 1, 2 и 3 которой параллельны между собой и плоскостью Oxy .

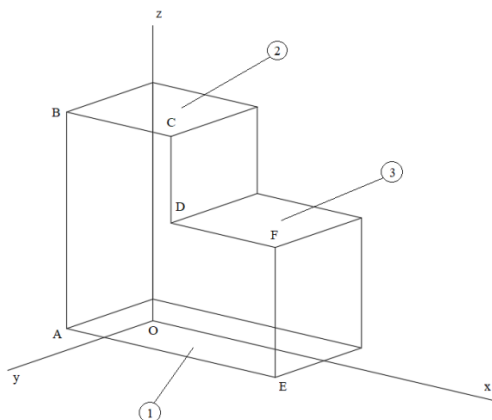


Рис. 1. Взаимное расположение параллельных поверхностей

Современные проблемы физики и техники

В аналитической геометрии плоскость общего положения в трехмерном пространстве описывается при помощи общего уравнения плоскости в пространстве:

$$Ax + By + Cz + D = 0(1)$$

Так как на рис. 1 плоскости 1, 2 и 3 \parallel Оху, уравнение примет вид:

$$Cz + D = 0(2)$$

Тогда, для каждой обозначенной плоскости на рис. 1, получим соответственно:

1. $Cz + OA = 0$
2. $Cz + (OA + AB) = 0$
3. $Cz + (OA + AB - CD) = 0$.

Для большей наглядности указанной проблемы описания реальных объектов рассмотрим конкретный пример (рис.2). На рис. 2 видно, что возможны три варианта расстановки размеров между горизонтальными плоскостями 1, 2 и 3. В каждом из представленных вариантов между рассматриваемыми поверхностями заданы только два размера, поскольку третий, называемый замыкающим звеном получается, как результат «сам собой» [5, 6].

Если учесть, что в процессе порождения (изготовления) геометрической конфигурации погрешность (разброс величины) замыкающего звена равна сумме допусков составляющих, то можно видеть, что на рис. 2а размер между 1-й и 3-й плоскостями получится равным $60 \pm 0,2$ мм, а на рис. 2б размер между плоскостями 1 и 3 будет иметь аналогичную погрешность ($40 \pm 0,2$ мм).

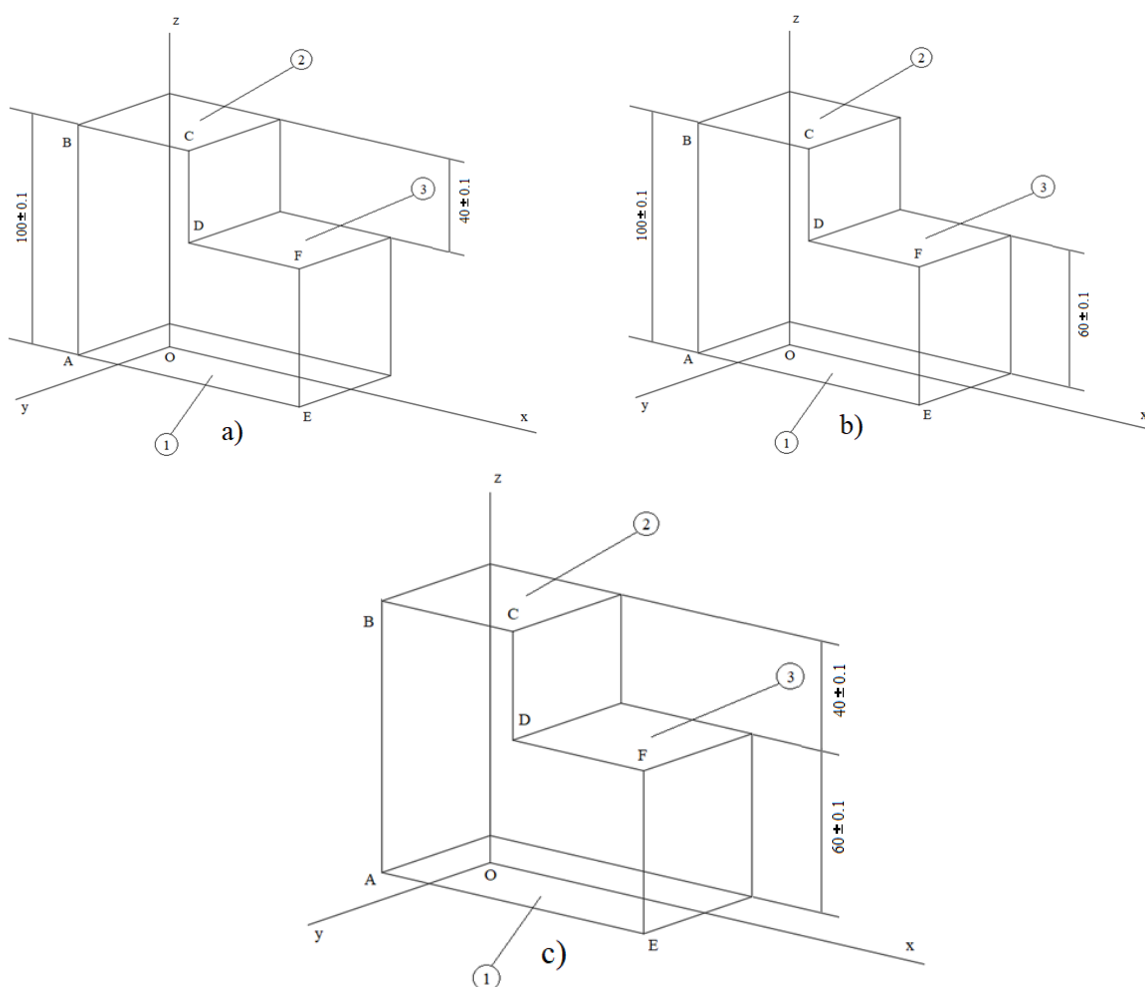


Рис.2. Множество различных размерных цепей

Таким образом в реальных условиях при различных вариантах задания размеров (рис. 2а, рис. 2б, рис. 2с) несмотря на некоторое внешнее сходство, следует ожидать получения разных геометрических конфигураций.

Далее попытаемся описать расположения рассматриваемых поверхностей для каждого из вариантов, показанных на рис. 2 с использованием формулы (2).

- а) 1. $Cz + OA = 0$
 2. $Cz + OA + 100 = 0$
 3. $Cz + OA + (100 - 40) = 0$.
- б) 1. $Cz + OA = 0$
 2. $Cz + OA + 100 = 0$
 3. $Cz + OA + 60 = 0$.
- с) 1. $Cz + OA = 0$
 2. $Cz + OA + (60 + 40) = 0$
 3. $Cz + OA + 60 = 0$.

Упростив выражения, получим, что независимо от выбора замыкающего звена, уравнения, описывающие поверхности, не изменятся.

1. $Cz + OA = 0$
 2. $Cz + OA + 100 = 0$
 3. $Cz + OA + 60 = 0$.

Для описания размерных цепей реального объекта можно использовать инструменты теории графов. Математически граф представляет собой совокупность множества вершин и множества ребер: $G(V, E)$, где V – конечное множество вершин графа $V := \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, а E – некоторое множество пар вершин или дуг $E := \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$. В качестве вершин можно принять плоскости, ограничивающие размеры на чертеже. Например, на рис. 1 такие плоскости обозначены цифрами 1, 2, 3. Дуга в таком случае будет существовать, если задан размер [5]. Пунктирной линией обозначены замыкающие звенья. (Рис.3)

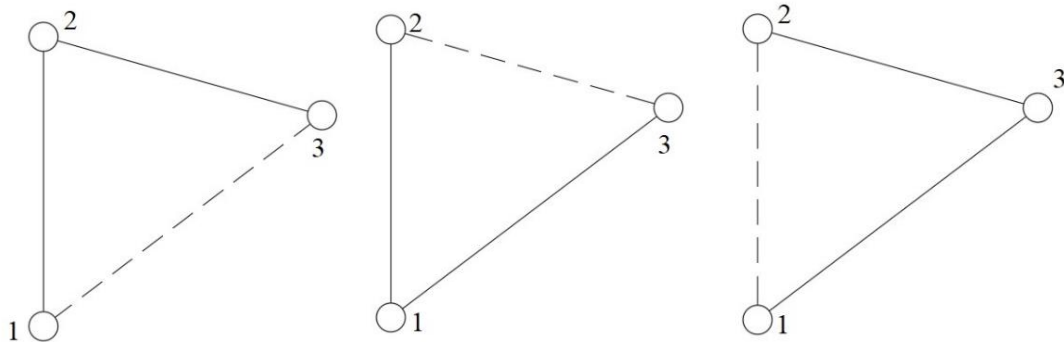


Рис. 3. Соответствие размерных цепей графам

Используя различные сочетания ребер графа, можно получить все существующие варианты задания размерных цепей для данной детали в выбранном направлении [6, 8]. Поскольку каждый такой граф является остовным деревом для расчета количества возможных вариантов задания размерных цепей предлагается воспользоваться теоремой расчета количества остовных деревьев А. Кэли. Согласно формуле А. Кэли, количество остовных деревьев в полном графе на n вершинах равно n^{n-2} [3]. Количество остовных деревьев будет составлять $3^{1-2}=3$.

Таким образом, несмотря на выбор размерной цепи, уравнения плоскостей не изменятся. Инструменты теории графов позволяют представить все возможные варианты расстановки размеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. —М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002, — 472 с.
2. Клейн Ф. Неевклидова геометрия. Ленинград, 1936. — 356 с.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. 432 с.
4. Кунву Ли. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – СПб.: Питер, 2004. – 560 с. ISBN 5-94723-770-9
5. Лелюхин В.Е. Анализ и расчет размерных цепей на основе графов размерных связей. / В.Е. Лелюхин, О.В. Колесникова // Вестник Инженерной школы Дальневост. федеральн. ун-та. 2015. № 4. С. 3–12. URL: <https://www.dvfu.ru/vestnikis/archive-editions/4-25/4/> (дата обращения: 28.02.2016).
6. Лелюхин В.Е. Формальное представление детали для автоматизации процесса проектирования технологии изготовления. / В.Е. Лелюхин, О.В. Колесникова, Т.А. Кузьминова, Т.В. Антоненкова // Научно-технические технологии в машиностроении: М.: Изд-во Машиностроение, 2015, №11. – с. 32-36. ISSN: 2223 – 4608
7. Математика, ее содержание, методы и значение. Под ред. Александрова А.Д., Колмогорова А.Н., Лаврентьева М.А. М.: Изд. Академии наук СССР, 1956; т.3 - 336 с.
8. G.Sh. Tsitsiashvili, V.E. Lelyukhin, O.V. Kolesnikova, M.A. Osipova Formal design of structure process in machining parts Applied Mathematical Sciences, Vol. 11, 2017, no. 32, 1573-1580 <https://doi.org/10.12988/ams.2017.75167>

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПИННИНГОВАННОЙ ЛЕНТЫ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА $\text{FeCu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.5}\text{B}_8$ В ПРОЦЕССЕ ОТЖИГА

Балацкий Денис Викторович

Школа естественных наук; кафедра физики низкоразмерных структур

Научный руководитель: Крайнова Галина Серовбовна, канд. физ.-мат. наук, профессор

Ключевые слова: аморфный сплав, структурная релаксация, температура Кюри, температуры фазовых переходов.

Металлы – вещества, имеющие упорядоченную структуру кристаллической решетки. Появление аморфных металлов, в которых отсутствует дальний порядок в расположении атомов, в отличие от их кристаллических аналогов, поставило перед физиками новые вопросы о материалах и их свойствах. Например, металлы, обладающие неупорядоченным строением на атомном уровне, тем не менее, демонстрируют магнитный порядок и могут относиться к магнитным материалам.

Сплавы, полученные методом спиннингования, обладают двумя поверхностями раздела – контактной к охлаждающему барабану и свободной от его непосредственного влияния, характеризующимися разными морфологиями, т.е. разной структурой поверхности.

Изображения контактной и свободной поверхностей лент были получены на микроскопе: Carl Zeiss CrossBeam 1540 X (рис. 1). Морфология контактной поверхности, сформированная под непосредственным влиянием барабана-холодильника, характеризуется особыми дефектами – полосами прокатки, воздушными карманами, а свободная глянцевая поверхность имеет «мягкий» бугорковый рельеф. По форме воздушных карманов можно определить направление прокатки.

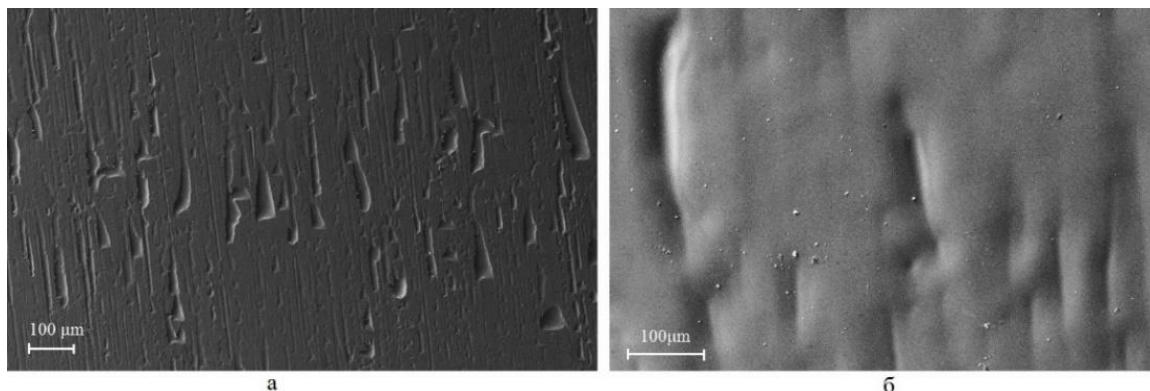


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения поверхностей раздела аморфной ленты: а – контактная; б – свободная

Для изучения магнитных характеристик аморфно-нанокристаллического сплава $\text{FeCu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.5}\text{B}_8$ и влияния скорости отжига исследовались кривые зависимости изменения относительной намагниченности I_s/I_0 от температуры T , где I_s – значение намагниченности насыщения, I_0 – значение намагниченности насыщения при комнатной температуре, (рис.2). Относительная намагниченность насыщения аморфной ленты измерялась на вибромагнетометре, в котором отжиг образцов возможен в диапазоне температур от комнатной до 700°C с шагом изменения температуры (в диапазоне $10 - 50$ град/мин). Отжиг проводился со следующими скоростями $8.4, 10, 11.25, 15, 17$ град/мин. Данные измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Температуры фазовых переходов для сплава $FeCu_1Nb_3Si_{13.5}B_8$ при разных скоростях отжига.

№	v , град/мин	T_c , °C	$\Delta T_{пм}$, °C	$T_{кр}$, °C	$T_{кр}^{max}$, °C
1.	17,0	350	200	550	600
2.	15,0	350	200	550	600
3.	11,3	350	200	550	600
4.	10,0	350	175	525	587,5
5.	8,4	350	175	525	585

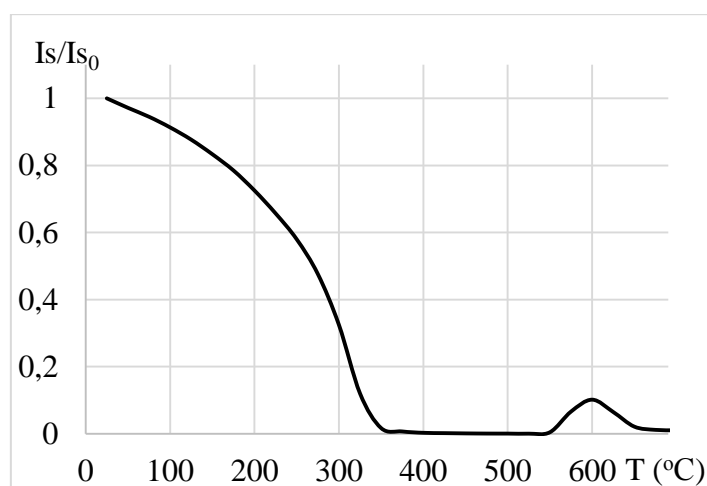


Рис. 2. Зависимость относительной намагниченности насыщения от температуры сплава $FeCu_1Nb_3Si_{13.5}B_8$ при скорости отжига 15 град/мин

Зависимость относительного электросопротивления от температуры в процессе отжига образцов определялась компенсационным методом и проводилась в спирали печи от комнатной температуры до температуры 600 °C со скоростью 10 град/мин.

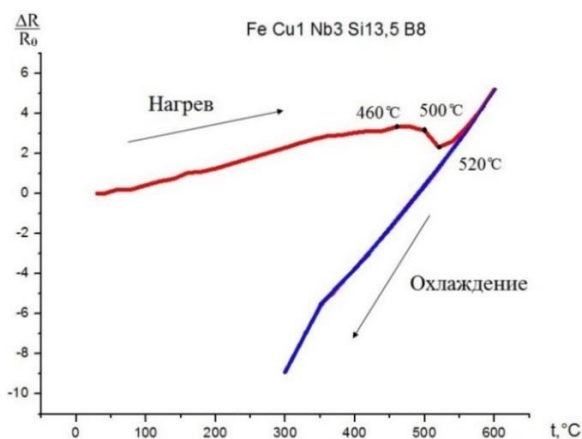


Рис. 3. График зависимости электросопротивления от температуры сплава $FeCu_1Nb_3Si_{13.5}B_8$

Современные проблемы физики и техники

Из (рис.3) видно, что кривая нагрева при повышении температуры соответствует увеличению электросопротивления. Уход кривой охлаждения в отрицательную область говорит о том, что отжиг ленты сопровождается общим уменьшением электросопротивления по сравнению с исходным образцом. Данный результат свидетельствует об изменениях в структуре аморфной ленты в процессе отжига, связанных с выходом свободного объема, снятием напряжений прокатки, увеличением порядка в системе, т.е. кристаллизацией сплава.

Показано: с увеличением скорости отжига аморфного сплава на основе железа температура Кюри аморфной фазы не изменяется, а интервал температур (ΔT) состояния быстро закаленного сплава в парамагнитной фазе возрастает. Немонотонное поведение кривой зависимости относительного электросопротивления от температуры предполагает наличие процессов кристаллизации, проходящее в двух этапах.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АТОМОВ ИТТРИЯ С ФУЛЛЕРЕНАМИ НА ПОВЕРХНОСТИ Si(111)- $\alpha\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Au

Бондаренко София Валерьевна

Школа естественных наук; кафедра физики низкоразмерных структур

Научный руководитель: Олянич Дмитрий Александрович, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник ИАПУ ДВО РАН

Ключевые слова: фуллерены, иттрий, наноматериалы, водород.

С каждым годом выхлопов от бензинового и дизельного топлива становится всё больше. Это влечёт за собой возрастание загрязнения окружающей среды, а также угрозу дефицита энергетических ресурсов. Общество уже давно находится в поиске новых видов топлива. Водород на данный момент является одним из самых перспективных. Однако самой большой проблемой является поиск материала, из которого можно было бы изготовить безопасные ёмкости для хранения водорода. Возможным решением этой проблемы может стать новое соединение – фуллерен(C60) и иттрий(Y). Фуллерен — это молекула, представляющая собой замкнутую сферу, состоящую из шестидесяти атомов углерода. Он чрезвычайно устойчив и значительно повышает адсорбционную способность водорода. Комплекс C60Y12 может привести к емкому хранению водорода.

Водород считается перспективным альтернативным энергоносителем в будущем из-за его обилия, высокой плотности энергии и экологичности. Но существует опасность возгорания и взрыва при работе водорода с традиционным топливом. Как правило, водород хранят в сжиженном, абсорбированном либо сжатом газообразном состоянии. Каждый из этих способов имеет ряд недостатков: большой объем, малая удельная масса водорода (до 5%), недостаточная герметичность и т.д.

Наиболее безопасным методом считается хранение водорода в абсорбированном состоянии. Большинство материалов позволяют сорбировать не более 7-8 мас.% водорода (1 мас.% водорода = (масса водорода/общая масса соединения) x 100). [1]

Для достижения целевых показателей (6,5 мас.%), установленных Министерством энергетики США (DOE) многие наноматериалы, такие как углеродные нанотрубки (УНТ), фуллеренты, наноструктуры на основе бора и азота, пористые каркасные материалы и металлические органические каркасные структуры (или металлоорганические координационные полимеры -МКОП), интенсивно исследовались для хранения водорода. Наноматериалы на основе углерода, в частности УНТ и фуллерены были в центре внимания для хранения водорода из-за их уникальных структурных, механических и электрических свойств. [2]

Китайские ученые из отдела физики Океанского Университета в 2014 году выпустили теоретическую статью.

В ней они предложили наноструктуры, в частности, фуллерены легировать атомами металла (иттрия). Такое соединение, наиболее подходящее для водородной среды.

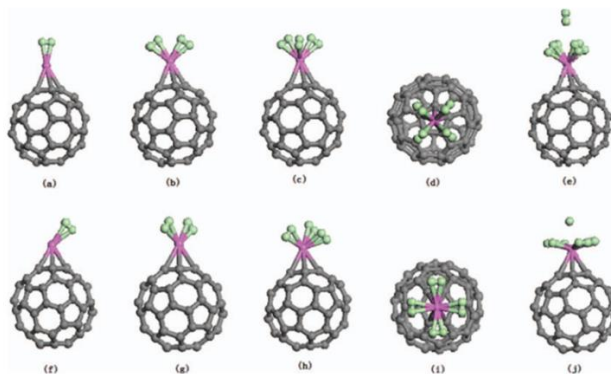


Рис.1. Адсорбция молекул водорода на Y- легированных фуллеренах. Серые, фиолетовые и зеленые шарики представляют атомы C, Y и H соответственно.

Современные проблемы физики и техники

Данную теоретическую статью я взяла на основу своих практических исследований, которые проводила на базе «Института автоматике и систем управления» ДВО РАН на Сканирующем туннельном микроскопе (СТМ).

Данная цель достигалась с помощью следующих этапов:

1. Формирование поверхностной реконструкции $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Au}$.

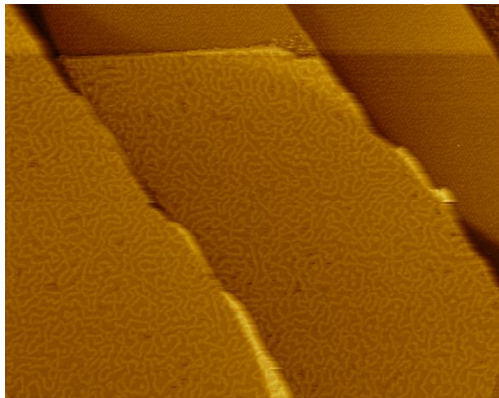


Рис.2. Поверхностная реконструкция $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Au}$.

2. Осаждение на поверхностную реконструкцию $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Au}$ массив фуллеренов.

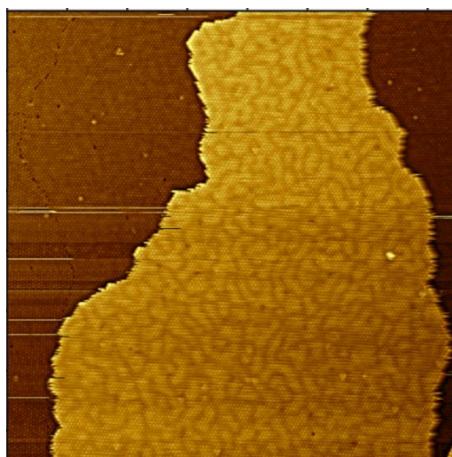


Рис.3. Массив фуллеренов, осажденный на поверхностную реконструкцию.

3. Провести исследования взаимодействия атомов иттрия с фуллеренами на поверхности $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Au}$

На массив фуллеренов импульсно напылялся иттрий. (10,20,40,60 sec.)

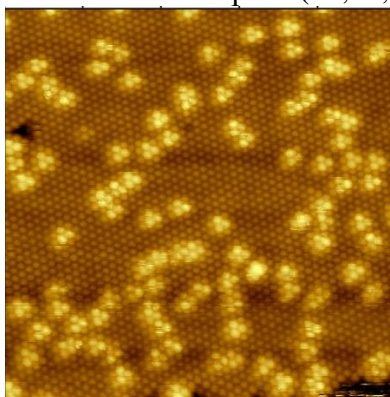


Рис.4. Островки иттрия на поверхностной реконструкции ($\text{C}_{60} + \text{Y}$) 10 sec.

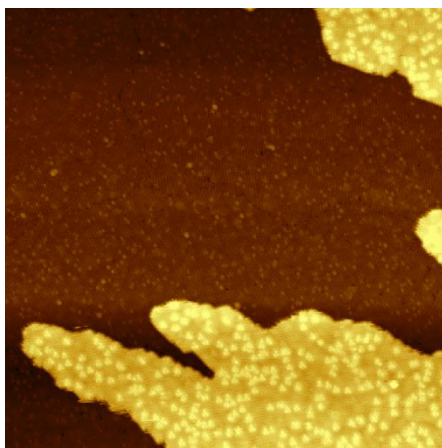


Рис.5. Островки иттрия на поверхностной реконструкции (C60+ Y) 20 sec.

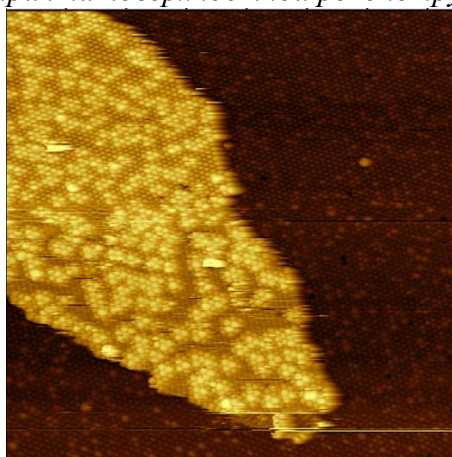


Рис.6. Островки фуллеренов на поверхностной реконструкции (C60+ Y) 40 sec.

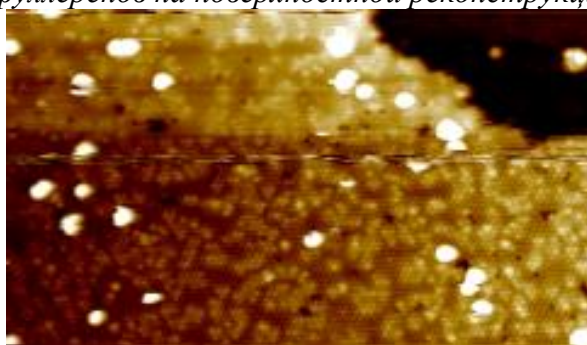


Рис.7. Островки фуллеренов на поверхностной реконструкции (C60 + Y 60) sec.
После осаждения Y на C60/ Si(111)- $\alpha\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Au получаем 3-х слойную структуру.

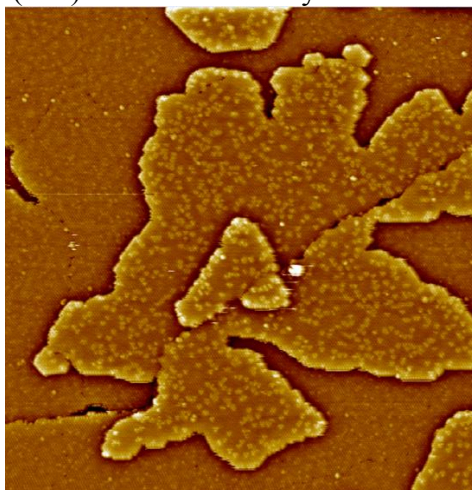


Рис.8. Трехслойная структура C60/ Si(111)- $\alpha\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Au.

Выводы:

Иттрий на поверхностной реконструкции $C60/Si(111)-\alpha\sqrt{3}\times\sqrt{3}-Au$ растёт островками, что совпадает с теоретическими расчетами искомой статьи.

Проведя этот подготовительный этап мы видим, что иттрий вступают во взаимодействие с фуллеренами, что даст нам возможность проводить дальнейшие эксперименты с водородом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4

2. Zi-Ya Tian, Shun-Le Dong The Journal of Chemical Physics 140, 084706 (2014); doi: 10.1063/1.4866642

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МАЛОНАТА И ЕГО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ

Галустов Владимир Александрович

Школа естественных наук; кафедра общей и экспериментальной физики

Научный руководитель: Короченцев Владимир Владимирович, канд. хим. наук, доцент

Ключевые слова: методы квантовой химии, фотоэлектронный спектр, малонат.

Методом квантовой химии исследовано электронное строение малоната (Hmal) и его заместителей (тио-заместителей и заместителей в γ положении Cl, Br, I). Получена новая информация об электронном строении комплексов – рассчитаны геометрическая структура и электронное строение соединений, установлена природа химической связи данных соединений, произведено отнесение фотоэлектронного спектра. Строение комплексов представлено на рис. 1.

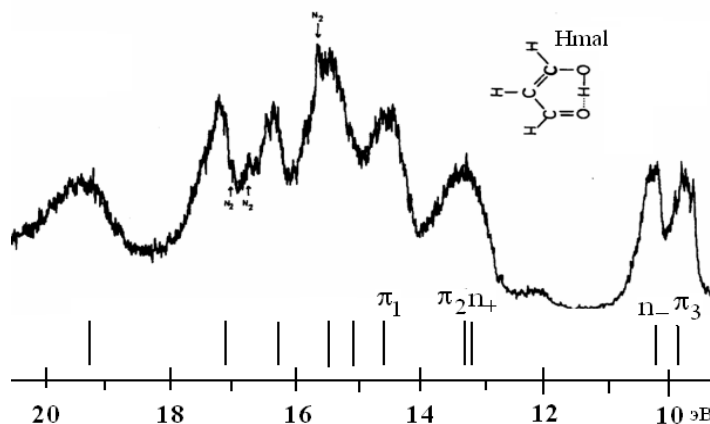
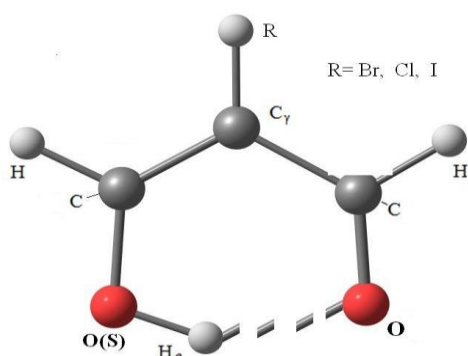


Рис. 1. Строение комплексов малоната

Рис. 2. Фотоэлектронный спектр Hmal [1].

Из всех заместителей сильнее всех увеличивает энергии ионизации I, наименьшее увеличение наблюдается у Cl.

На основании расчетов проведена интерпретация полос He(I) спектра Hmal [1] УФЭ спектра. На шкалу энергий нанесены МО, скорректированные на величину дефекта Купманса $\delta_{ср}$. Первые две полосы с энергиями ионизации 9,76 и 10,21 эВ отнесены к орбиталям π_3 и n. В широкую третью полосу вносят вклад две орбитали $-\pi_2$ и n_+ .

Таблица 1. Энергия молекулярных орбиталей (эВ) Hmal, HSmal, HmalBr, HmalCl, HmalI (Расчет выполнен методом B3LYP/Def2-TZVP)

	Hmal	HSmal	HmalCl	HmalBr	HmalI
$\square\square$	-10,00	-9,37	-9,83	-9,70	-6,72
n.	-11,77	-11,61	-12,17	-11,74	-7,64
n_+	-14,97	-12,61	-13,13	-12,40	-7,93
$\square\square$	-15,36	-13,39	-13,94	-12,92	-8,62

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Nishijima S., Nakayama H., Kobayashi T., Yokota K. Photoelectron spectrum of malonaldehyde // Chem. Lett. 1975. N 1. P.5-8

ДОМА ТЕРРАСНОГО ТИПА НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

Гарапина Нажия Чингизовна

Инженерная школа; кафедра гидротехники, теории зданий и сооружений

Научный руководитель: Билюшова Татьяна Павловна, доцент

Ключевые слова: дома террасного типа, сложный рельеф, типология домов на рельефе, проблемы строительства на сложном рельефе, актуальность строительства террасных домов в г. Владивосток.

Дома террасного типа. Сложный рельеф. Строительство на сложном рельефе. Жилые дома на рельефе. Типология террасных домов. Актуальность домов террасного типа.

Многие не без оснований считают, что участок со сложным рельефом несет множество проблем для строительства. Очевидно, поставить дом на идеально ровной поверхности можно с гораздо меньшими затратами и ограничениями. Однако, несмотря на то, что проекты домов на склоне требуют более тщательной разработки и учета нескольких дополнительных параметров, у постройки на склоне имеются вполне очевидные плюсы, а недостатки давно изучены и с легкостью преодолеваются.

Основная задача проектирования на склоне — грамотно использовать имеющиеся неровности рельефа. Первым шагом к созданию проекта становится изучение особенностей территории, что важно для оценки рисков движения грунта. Уклон можно отнести к одному из трех типов:

1. Склон как часть (край) оврага. Такое понижение местности формируется под влиянием дождей и талых вод, и часто возникает в местах, сложенных рыхлыми породами. В таких местах плохо растут травы и кустарники, нередки промоины, осыпи и оползневые процессы.

2. Склон как часть общего понижения местности (например, по направлению к реке). Это наиболее устойчивый вариант рельефа.

3. Склон как результат хозяйственной деятельности человека. Возможно, сложный рельеф — это результат накопления шахтного отвала, вывоза грунта и строительного мусора. Такие «складки местности» непредсказуемы, так как имеют переменную плотность.

Имеются города, где жилищное строительство осуществляется в основном на сложном рельефе. К ним относятся города Дальнего Востока, Сибири и юга России. Выделяются участки с небольшим уклоном рельефа 5 – 10% и со значительным уклоном до 50-60% и более крутого. Строят дома большой этажности. Типы жилых зданий:

1. С уклоном до 15-20% (тождественно углу наклона 8-100) – равнинные типы жилых зданий с перекомпоновкой первых этажей. Размещают вдоль и поперек горизонталей.

2. С уклоном 20-30% (угол 11-170) – жилые здания специальных видов с преимущественным расположением перпендикулярно горизонталям. Подъем осуществляет с помощью лифтов и эскалаторов.

3. С уклоном 30-60% (угол 17-350) - жилые группы сложной пространственной структуры с населением 1,5-2тыс. жителей. Устраивают дополнительные лифты и эскалаторы, расширенные коридоры для всех жителей комплекса.

Для строительства на рельефе проектируют: многосекционные, односекционные, коридорные, галерейные и их разновидности. Известны две схемы жилых многоэтажных домов на склонах:

1. Параллельно-цокольные, размещаются параллельно направлению горизонталей на участках с малым уклоном: секционные, коридорные и коридорно-секционные жилые дома.

2. Перпендикулярно-цокольные, применяют при больших уклонах рельефа: каскадные дома и дома переменной этажности, располагают перпендикулярно направлению горизонталей рельефа – коридорно-секционные, коридорные дома, галерейно-секционные и галерейные дома.

Проектирование и строительство домов террасного типа на сложном рельефе актуально и на сегодняшний день. Такие объекты жилищного строительства не только помогают подчеркнуть естественный рельеф места застройки, но и разнообразить общую архитектурную картину городов.

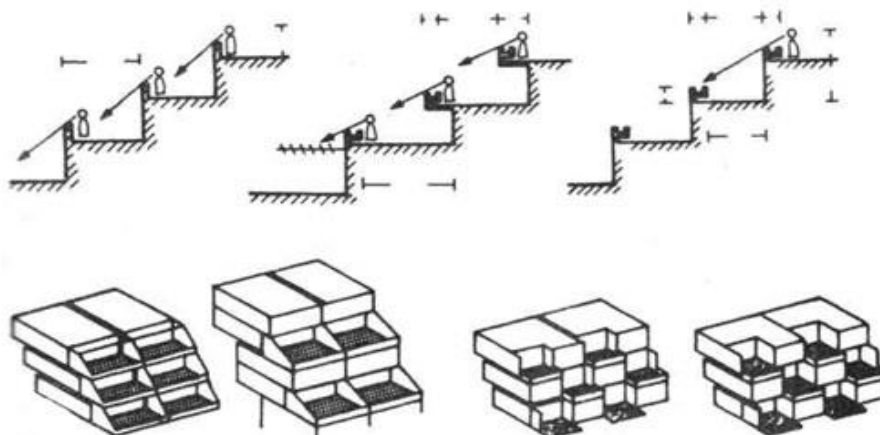
Земельные участки, отводимые на крутых горных склонах, застраиваются террасными жилыми домами, которые проектируют на равнинной местности, каждая квартира при этом имеет террасу и на первом этаже – приквартирный участок. Террасные жилые дома размещают в глубине жилой зоны, вдали от источников шума и загрязнения воздушной среды. Повышают экологические характеристики и обогащают внутреннее пространство квартиры, имеющие выход в места зеленых насаждений и открытый вид на природный ландшафт.

Дома террасного типа проектируют на основе коридорной и секционной структур, смешанной планировки. Число террас в доме не более 5-6. На первом этаже проектируют квартиры с внутренними двориками атриумного типа. В качестве конструктивной основы для террасных зданий используют поперечные несущие стены с чередованием малых и больших шагов. Угол «штабелирования» этажей (отношение высоты этажа к глубине террасы) равен среднему уклону рельефа местности от 8° до 40° . Террасы глубиной $\geq 3,2$ м большей частью ориентированы на юг, закрыты от посторонних взглядов и обеспечивают свободный обзор окружающей местности (рис. 1 —5, 7, 9, 11). В некоторых городах строительство террас жилых домов регламентируется специальными инструкциями. Террасные жилые дома дают возможность организации перед квартирами свободного пространства для отдыха и труда, а также детских игровых площадок на открытом воздухе так же как квартиры, расположенные на 1-м этаже с выходом в сад. Озеленение парапетов путем устройства на них цветников дополнительно повышает ценность подобных квартир в террасных жилых домах (рис. 1, 9). Преимущества больших открытых террас стимулируют строительство террасных жилых домов на равнинных земельных участках. Образующиеся в связи с этим пустые пространства на уровне 1-го этажа используются как помещения многоцелевого назначения (рис. 10 —13). Такие пространства могут быть «перекрыты» террасообразно размещенными квартирами (рис. 13). Различают жилые дома «террасированные» с одной стороны, с обеих сторон, а также с нескольких сторон. Террасирование может создаваться за счет сдвига назад квартир равной глубины (рис. 9), а также за счет компоновки квартир, глубина которых убывает с каждым этажом (рис. 11).

Глубина ящика цветника $x = a[(h_a - h_t)/h_c]$ (рис. 1).

Требуемая глубина ящика (цветника) зависит от высоты этажа и глубины (проступи) ступенчатого террасообразного спуска.

Невозможность просматривания нижележащей террасы обеспечивается назначением соответствующей глубины цветника. Еще более благоприятные условия зрительной изоляции создаются в тех случаях, когда терраса частично включается в основной объем здания (рис. 4 и 5).



Современные проблемы физики и техники

. Защита террас от сквозного просматривания. a — глубина ступени; h_a — уровень глаз; h_c — высота этажа; h_t — высота цветника; x — глубина цветника; t — глубина террасы.

Частичное включение свободного пространства (части открытой террасы) в основной объём дома.

Частичное включение свободного пространства при двухэтажных квартирах.

Площади террас, находящиеся на открытом воздухе при некомпактной форме плана дома.

Включение террас в основной объём дома при Г-образной форме квартир в плане.

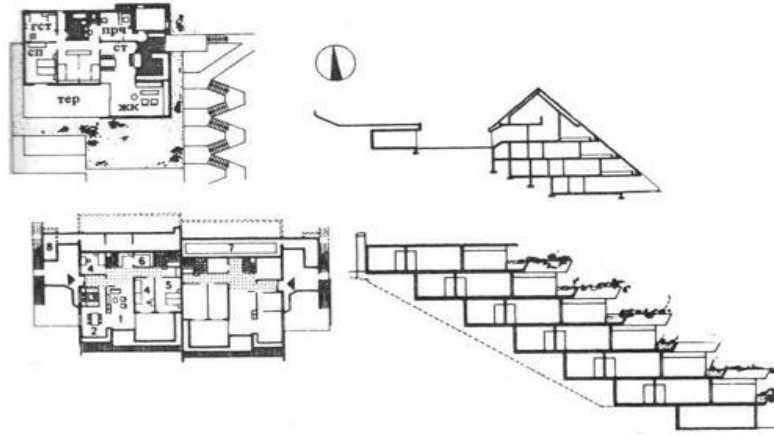
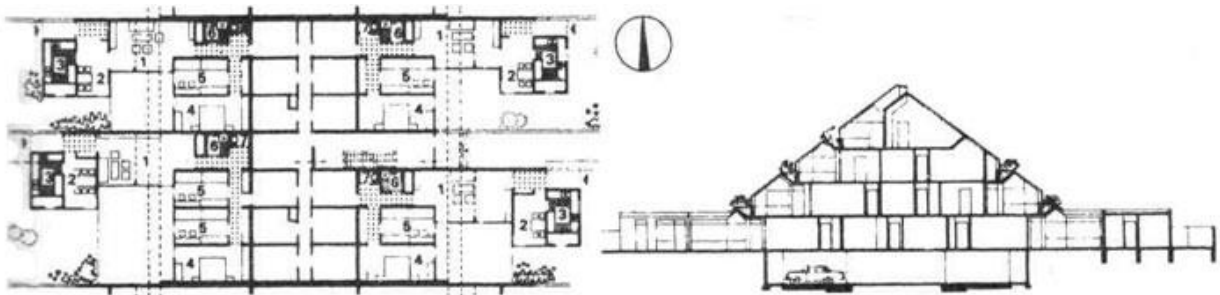


Рис. 6. План квартиры в террасном жилом доме. Архитекторы Шмид и Кнехт;

Рис. 7. Разрез к рис. 6

Рис. 8. План террасного жилого дома. Архитекторы Штуки и Менли;

Рис. 9. Разрез к рис. 8.



План 1-го этажа террасного жилого дома-«холма». Архитекторы Фрей, Шредер, Шмидт.
Разрез к рис. 10.

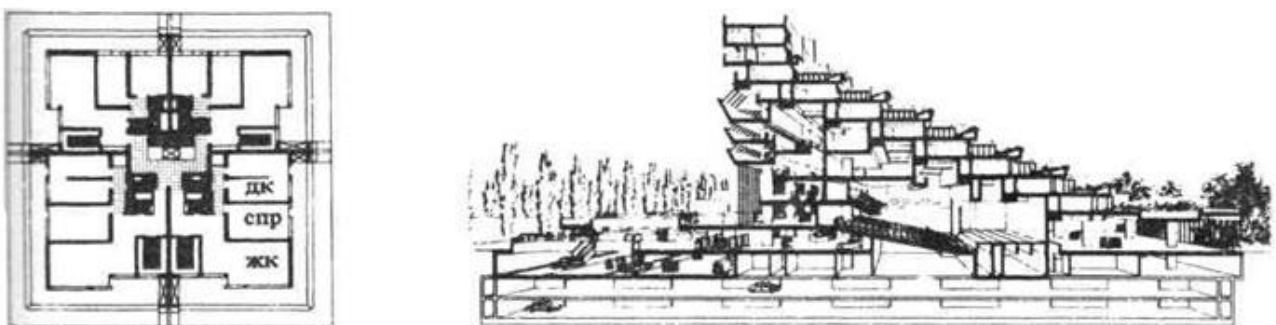


Рис. 12. Второй этаж террасного жилого дома, расположенного на равнине. Архитектор Буддеберг;

Рис. 13. Поперечный разрез по зданию Центра конгрессов. Проект Е. Гизеля.

Современные проблемы физики и техники

Все индивидуальные проекты строительства домов на склоне делятся на два основных вида: ступенчатые дома и дома переменной этажности. Дома ступенчатой формы строятся соответственно склону в виде лестницы и бывают:

- каскадно-секционными, состоящими из равных по высоте секций, сдвинутых по вертикали; подходят для строительства на склонах с малой или средней величиной уклона.



Рис. 14. Каскадно-секционный ступенчатый дом

- террасными, состоящими из построек, расположенных и вдоль, и поперек склона, где крыша одной постройки является террасой для другой; они строятся на крутых склонах.



Рис. 15. Террасный ступенчатый дом

Дома переменной этажности возводят длинной стороной поперек или по диагонали склона, кровля построек находится на одном уровне. Постройка таких домов возможна на склонах любого типа уклона.



Рис. 16. Дом переменной этажности

Для принятия технически и экономически обоснованных решений о строительстве на участке со сложным рельефом перед началом любых работ требуется разработка предпроектной документации, основанной на инженерном анализе рельефа на участке. В строительстве домов на склоне важная роль отводится составу грунта на участке: однородный грунт послужит хорошим основанием для монолитного ленточного фундамента, а разнородный грунт потребует уже создание фундамента на сваях. Террасирование склонов поможет стабилизировать грунт и предотвратить его скольжение. Стыковка дома со склоном требует повышенного внимания к теплоизоляции, гидроизоляции и вентиляции помещений.

Особенности домов на сложном рельефе:

- Для строительства нужно выбирать самое возвышенное и сухое место на участке.
- Постройки, расположенные ниже самой высокой части холма, способствуют образованию "кармана холода" - застою ночного холодного воздуха.
- Строительство на самом высоком участке не позволяет скапливаться осадкам, что обеспечивает оптимальный сток поверхностных вод.
- В зависимости от состава почвы может потребоваться дополнительное обустройство поверхностного дренажа или даже дренажа фундамента.
- Для устранения или ослабления разрушающего воздействия грунтовых вод может потребоваться искусственное водопонижение, устройство открытых дренажей или канав, закрытых трубчатых дренажей или скважин различных типов (согласно СНиПу 22-02-2003 "Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов").
- Перед началом строительства необходимо рационально подойти к выбору удобного подъезда строительной техники, места для складирования материалов, способов защиты стройплощадки от стоков ливневых вод со склона, опорных сооружений для стабилизации оползневых процессов.

- Следует понимать, что сложный рельеф участка в любом случае потребует крупных финансовых вложений уже на нулевом цикле (рытье котлована, дренаж, подпорные работы), который может обойтись даже дороже, чем строительство самого дома.

Жилые дома, расположенные на рельефе имеют свои особенности, касающиеся планировочной структуры. Первая особенность связана с разноуровневой композицией. При небольшом наклоне поверхности земли объем дома может компоноваться с перепадом в пол-этажа. Такие дома называются «split-level». Достоинство такого решения состоит в том, что пространство квартиры перетекает из одного помещения в другое. Нет жесткого разграничения между различными функциональными зонами. Это может быть востребовано, когда в семье есть маленький ребенок. Дети нуждаются в материнском уходе и внимании. Ведь именно в начальный период их развития закладываются основы поведения и характера. В такой ситуации между ночным (комната родителей) и дневным (кухня, гостиная) пребыванием матери нужен наиболее тесный контакт. В двухэтажном доме функции обычно разделены по принципу день/ночь, хотя детская комната используется как днем, так и ночью. «Split-level» в противоположность поэтажному членению обеспечивает хорошую возможность зрительных и слуховых контактов между зонами.

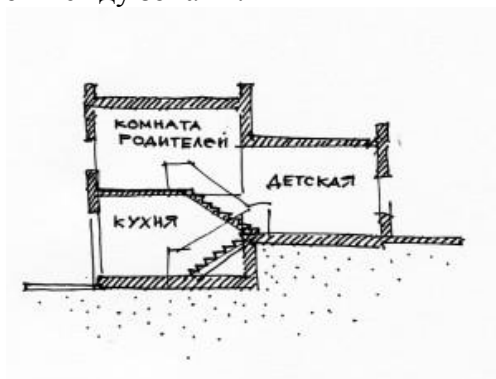


Рис. 17. Дом типа «split-level». Связь между зонами пребывания детей и родителей.

Вторая особенность связана с точкой входа в дом. Он может быть сверху, снизу и посередине. От места, где расположен вход, зависит функциональная программа здания. Благодаря рельефу появляется возможность организации дополнительных входов на других уровнях. На рисунке представлены варианты компоновки помещений по уровням. В доме на плоском рельефе на первом этаже располагается кухня с гостиной, на втором размещаются спальни (А). Вариант Б не сильно отличается от варианта А. Основное отличие в том, что гостиная имеет выход и на балкон и на участок. Вариант В имеет интересное достоинство. Человек со среднего уровня может быстро попасть как на верхний этаж, так и на нижний. В вариантах Г и Д привычное расположение функций переворачивается вверх ногами. Гараж располагается на верхнем ярусе, гостиная – на среднем, а спальня на нижнем. При этом есть возможность каждый этаж, который контактирует с землей, оборудовать дополнительным входом. Это может быть полезно при необходимости отграничения той или иной функциональной зоны. Тогда такие помещения можно использовать автономно.

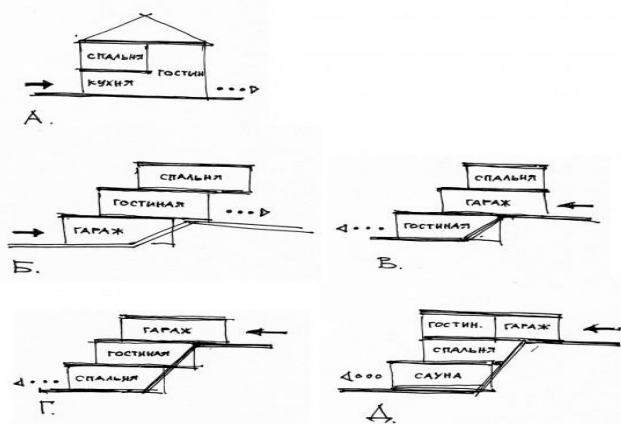


Рис. 18. Схема расположения помещений: А. На плоском рельефе Б. На рельефе с перепадом в один этаж. Вход на нижнем уровне. В. На рельефе с перепадом в один этаж. Вход на среднем уровне. Г,Д. На рельефе с перепадом в два этажа. Вход на верхнем уровне.

Современные проблемы физики и техники

Подростки в отличие от маленьких детей уже не нуждаются в пристальном внимании родителей. Слишком длительное пребывание со взрослыми может восприниматься как тотальный контроль. У детей и родителей возможны различия в режимах дня. Поэтому зоны должны быть разделены. Детская должна иметь свой обособленный вход. Можно представить и другие примеры. Например, сдача нижнего яруса квартиры в аренду, использование его под офис.

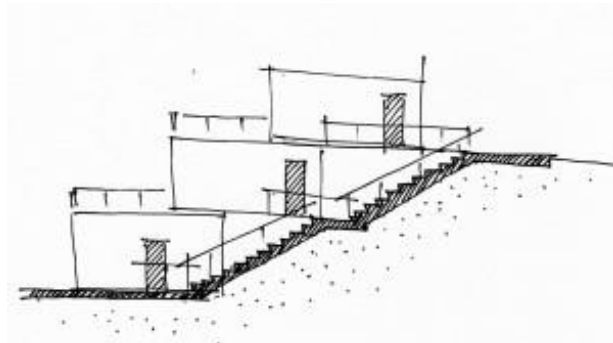


Рис. 19. Террасный многоквартирный дом. Дополнительные входы в различные функциональные зоны.

Третья особенность — компактность. Террасный дом характеризуется большими площадями летних помещений, образуемых как крыши террасы в результате отступа вышележащих этажей на крышах нижележащих квартир. Размер отступов в террасном доме зависит от уклона местности, на которой расположены дома. Этот тип здания, так же как и ковровая застройка, позволяет получить плотную застройку с большим выходом площадей. Однако в террасных домах в отличие от ковровой застройки есть возможность обеспечить хороший вид.

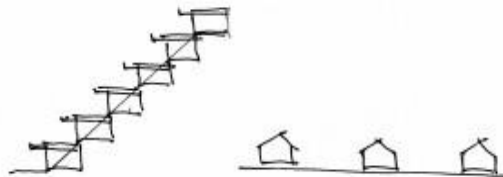


Рис. 20. А. Застройка террасными домами. Б. Рядовая застройка.

Современное, комфортное жилье – один из факторов стабильного развития территории как в социально-экономическом направлении, так и в геополитическом. Индивидуальное жилое строительство составляет основополагающую часть обеспечения населения достойным жильем. В России малоэтажное строительство широко распространено и пользуется большим спросом, но наименьший объем оно имеет в Дальневосточном федеральном округе, однако, в Приморском крае данный вид строительства имеет успех и может являться приоритетным.

Владивосток, будучи крупнейшим городом Приморского края, развивается и расширяется, что благоприятно влияет на рост населения. Однако, большая численность населения нуждается в обеспечении комфортным и современным жильем. Наиболее популярным вариантом такого жилья выступает малоэтажное строительство. Для индивидуальной жилой застройки чаще всего идеальным местом выступает черта города или пригород, сочетая в себе необходимые атрибуты города (транспортная доступность, наличие исправных инженерных сетей) и природу. Проблема такого типа строительства – низкая платежеспособность людей. Это связано с тем, что территории в черте города и пригород зачастую являются федеральными землями и выкупить их часть под точечную застройку может только богатое население, которое не является основным. Во Владивостоке большое количество сопок и практически нет равнин, что позволяет развиваться строительству домов террасного типа, но и здесь есть свои проблемы. Рельеф города сложный, грунт разнообразный и неравномерно

Современные проблемы физики и техники

распределенный, большое количество подземных вод, что препятствует проектированию и возведению типовых объектов, даже одинаковые по внешнему виду дома, стоящие рядом, могут иметь различные способы возведения. Основной проблемой домов террасного типа во Владивостоке является начальный этап строительства – подготовка грунта под основание и фундамент. Сложность рельефа добавляет задач при проектировании инженерных коммуникаций, отсюда появляются проблемы при выборе места строительства домов, и мест этих не так много. Еще одним немаловажным фактором проектирования домов террасного типа является климат. Владивосток находится во II климатической зоне, климат – муссонный. Средняя температура летом +19 С, зимой -12.3 С, но преобладают сильные холодные ветра. Для комфортного эксплуатации домов террасного типа, их необходимо строить таким образом, чтобы каскад террас был направлен на юг и был менее подвержен воздействию холодов. Сложный рельеф города в совокупности с непростыми климатическими условиями требуют особого подхода в создании домов террасного типа.

В городе есть дома террасного типа, но они не являются основным типом застройки.



Рис. 21. Террасные жилые дома, г.Владивосток, ул. Станюковича, 48.

Несмотря на вышеперечисленные проблемы, террасные дома во Владивостоке должны иметь большее развитие. Дома террасного типа на сложном рельефе всегда будут актуальной темой развития строительства в этом городе, ведь они сочетают в себе комфорт, современность и стиль. К тому же, террасное строительство подчеркивает необычный рельеф Владивостока, помогая сохранить природный ландшафт города и разнообразить его архитектурный облик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Эрнст Нойферт. «Строительное проектирование» / Ernst Neufert "BAU-ENTWURFSLEHRE"
2. Шродер У. Вариантная планировка домов и квартир: Планировочные решения с учетом численности и образа жизни семьи/ Пер. с нем. Н. Л. Кораблевой. — М.: Стройиздат, 1984. – 232с. / U. Schroder Variant planning of houses and flats: Planning solutions based on the size and lifestyle of the family.
3. Поморов С. Б. Второе жилище горожан, или дом на природе. Урбозэкологические аспекты эволюции городского жилища: /Научная монография. – Новосибирск: издательство НГАХА, 2004 – 472с., ил. 271. / S.B. Pomorov Residents' second home, or a house in the countryside. Urbanized aspects of the evolution of urban dwellings.
4. Саймондс Д. О. Ландшафт и архитектура/ Пер. с англ. А. И. Маньшавина. – М.: Издательство литературы по строительству, 1965 – 193с., ил. / D. Simonds Landscape and architecture.
5. Крогиус В. Р. Город и рельеф. _ М.: Стройиздат, 1979. – 124с., ил. / V.R. Krogius City and terrain.

ПРИМЕНЕНИЕ 4-Х КООРДИНАТНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА С ЧПУ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС С КРУГОВЫМ ЗУБОМ

Иваненко Евгений Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра технологий промышленного производства.
Научный руководитель: Лелюхин Владимир Егорович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: машиностроение, конические зубчатые передачи, обработка зубчатых колес, круговой зуб, параметры нарезания зубьев, станки с ЧПУ

Аннотация. В статье рассмотрено решение изготовления конических зубчатых колёс с круговым зубом на универсальных станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Работа направлена на определение возможности изготовления таких колёс на предприятии Приморского края – АО «Дальрыбтехцентр» без использования специальных станков.

Цель работы - разработка технологии изготовления конических зубчатых колёс с круговым зубом с использованием четырех координатного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Введение

Конические зубчатые колеса применяют в механических передачах, когда оси валов пересекаются под каким-то углом. Это связано с необходимостью изменить направление передаваемого вращающего момента. Широкое применение получили ортогональные конические передачи, изменяющие направление вращающего момента под прямым углом [1].

Конические передачи подразделяются не только по углу пересечения валов, но и по форме зуба, например, с прямым, круговым или шевронным зубом [2, 5].

Основными преимуществами зубчатых колёс с круговым (спиралевидным) зубом является большая несущая способность, относительная бесшумность работы по сравнению с прямозубыми и плавность работы. Недостатком является сложность изготовления [2, 6].

Современное производство конических передач требует обеспечения высокой производительности и качества зубообработки. В настоящее время существующие станки для нарезания конических зубчатых колёс, которые требуют частых ручных переналадок – не удовлетворяют указанным условиям в полной мере.

Характеристика типов зубчатых конических колес

Обычно для изготовления конических зубчатых колёс с круговым зубом для реализации сложных взаимозависимых движений инструмента и заготовки используется специализированные станки. Такие станки вполне себя оправдывают в массовом и крупносерийном производствах. В мелкосерийном и единичном производстве в силу постоянной сменяемости изделий и крайне малой загрузки содержать такое оборудование нерентабельно.

Поэтому в условиях рассматриваемого предприятия (АО «Дальрыбтехцентр») принято решение взамен существующей технологии изготовления прямозубых конических зубчатых колес на зубострогальном станке (мод. 5А250П) разработать технологию изготовления конических зубчатых колес с круговым зубом с использованием 4-х координатного обрабатывающего центра с ЧПУ (мод. EV-860).

Зубья конических колес в зависимости от изменения размеров их нормальных сечений по длине выполняют трех осевых форм [3]:

Осевая форма 1 – нормально понижающиеся зубья.

Вершины делительного конуса и конуса впадин совпадают (рис. 1).

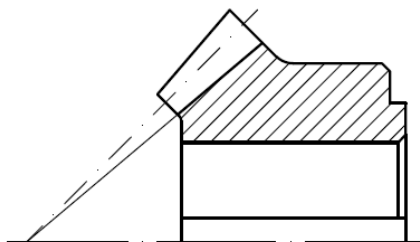


Рис. 1. Форма нормально понижающегося зуба

Осевая форма 2 – нормально сужающиеся зубья.

Вершина конуса впадин располагается так, что ширина дна впадины колеса постоянна, а толщина зуба по делительному конусу растет с увеличением расстояния от вершины. По этой форме одним инструментом можно обработать сразу обе поверхности зубьев колеса, что повышает производительность при нарезании зубчатых колес. Осевая форма 2 является основной для конических колёс с круговым зубом (рис. 2).

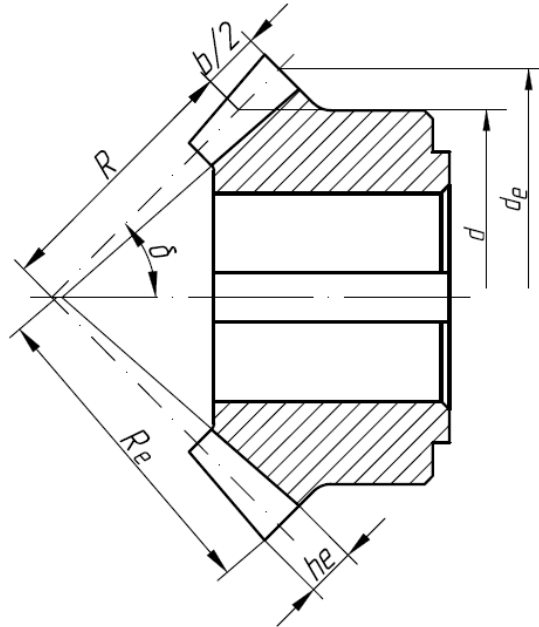


Рис. 2. Форма нормально сужающегося зуба

Осевая форма 3 – равновысокие зубья.

Образующие конусов делительного, впадин и вершин параллельны. Высота зубьев всегда постоянна по всей длине (рис. 3).

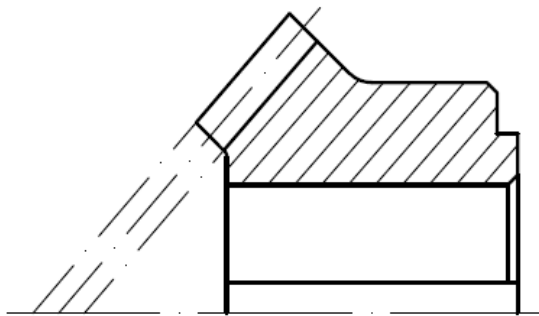


Рис. 3. Форма равновысокого зуба

Определение основных параметров для нарезания колеса

Основные геометрические размеры определяют в зависимости от модуля и числа зубьев. Высота и толщина зубьев конических колёс постепенно уменьшается по мере приближения к вершине конуса. Соответственно изменяются шаг, модуль и делительные диаметры, которых может быть бесчисленное множество. Основные геометрические размеры:

- Внешний диаметр: $d_e = m_e z$. $d_e = 55$ мм;
- Внешний окружной модуль: $m_e = 2,5$;
- Средний окружной модуль: $m_m = 2,05$;
- Число зубьев: $z = 22$;
- Среднее конусное расстояние: $R = 31,89$ мм;
- Внешнее конусное расстояние: $R_e = 38,89$ мм;
- Средний делительный диаметр: $d = 45,1$ мм;

Внешняя высота зуба $h_e = 5,5$ мм;
 Угол делительного конуса $\delta = 45^\circ$;
 Угол конуса впадин $= 40^\circ 35'$;
 Угол конуса вершин $= 49^\circ 25'$.

Для того, чтобы изготовить данное зубчатое колесо 2 на обрабатывающем центре его необходимо закрепить в станке под необходимым углом, а именно, чтобы горизонталь проходила через конус впадины (рис. 4). Это необходимо для того, чтобы фреза 1 при нарезании могли нарезать всю форму зуба.

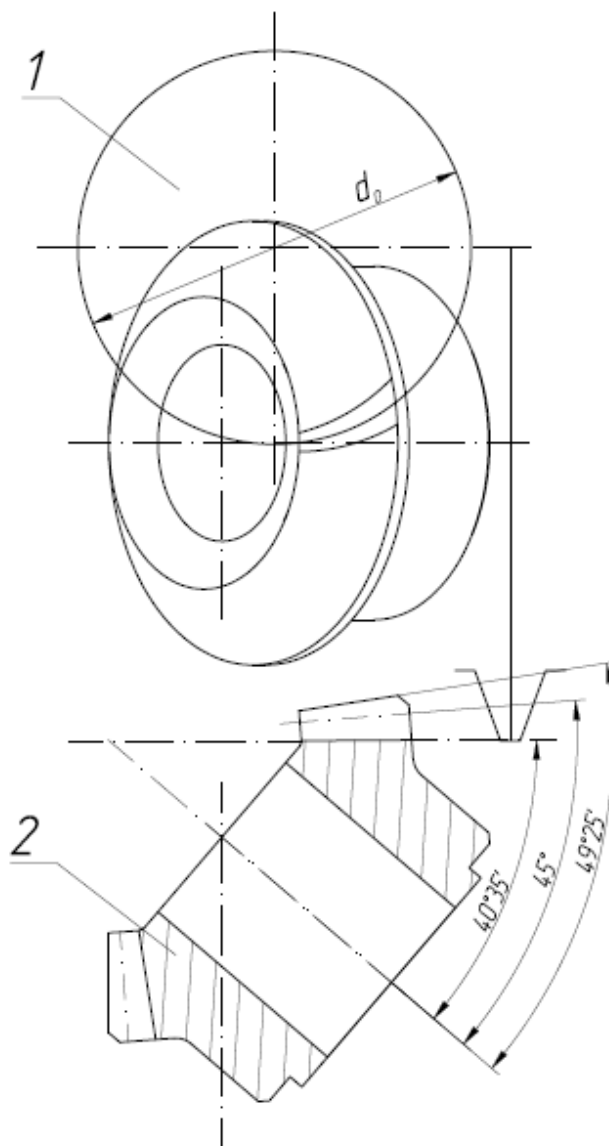


Рис. 4. Схема нарезания зуба на коническом зубчатом колесе

Расчетный угол наклона зуба β_n может находиться в пределах $0 - 45^\circ$. Рекомендуется применять одно из значений ряда: 0; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45° .

При заданном числе зубьев предпочтителен к применению угол наклона $\beta_n = 35^\circ$ [4].

Номинальный диаметр зуборезной головки d_0 выбирается в зависимости от осевой формы зубьев, среднего угла наклона зуба β_n , среднего конусного расстояния R , среднего нормального модуля m_n по ГОСТ 19326-73.

При угле наклона зуба $\beta_n = 35^\circ$ и величине среднего конусного расстояния $R = 31,81$ мм номинальный диаметр зуборезной головки равен: $d_0 = 50$ мм [4].

Исходя из приведённых выше данных определяем радиус R_3 , на котором должен находиться центр зуборезной головки относительно центра зубчатого колеса. $R_3 = 25,73$ мм.

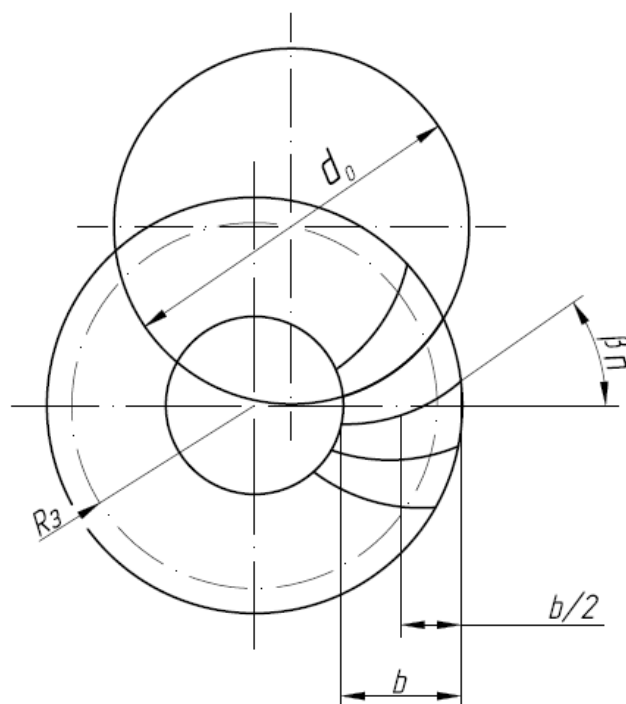


Рис. 5. Схема к расчету параметров зубонарезания

Нарезание будет происходить по методу обката. В данном методе воспроизведение образующей получается сочетанием двух движений. Учитывая, что образующая формируется в результате многократного дискретного отделения стружки от заготовки этот метод называется дискретным. Сущность данного метода заключается в том, что сопряженные поверхности зубьев получаются в результате зацепления нарезаемого зубчатого колеса с производящим колесом, роль которого выполняет инструмент. Инструментом в данном случае будет являться резец трапециевидальной формы, установленный в торцевую насадную фрезу.

Процесс нарезания происходит следующим образом: в начале цикла обработки зуба шпиндель с инструментом занимают исходное положение и резцы, находясь над заготовкой, не касаются ее. В начале цикла обкатки заготовка быстро перемещается в направлении инструмента на полную высоту зуба и начинается рабочий ход обработки зуба, т.е. согласованный равномерный угловой поворот шпинделя, имитируемый согласованной одновременной подачей по двум осям и поворотного стола с закрепленной заготовкой. При этом происходит обработка впадины зуба по выпуклой и вогнутой сторонам зуба [2].

Угол поворота шпинделя станка, в течение которого происходит обработка зуба, называется углом обкатки. После того, как зуб полностью обработается, обрабатываемая заготовка отводится от инструмента на величину, несколько большую полной внешней высоты зуба. При этом рабочий ход заканчивается и начинается холостой ход, при котором шпиндель возвращается в исходное положение, причем за время холостого (обратного) хода шпинделя заготовка поворачивается так, чтобы к моменту начала следующего цикла обрабатывался бы другой зуб. В конце холостого хода (обратного) при возвращении шпинделя с инструментом в исходное положение вращение его реверсируется и начинается следующий цикл.

Заключение

В статье изложена, принципиальная технология и основные параметры нарезания конических зубчатых колес, подтверждающая возможность использования многокоординатного универсального оборудования с ЧПУ для в условиях мелкосерийного и единичного производства.

Изготовление конических зубчатых колёс с круговым зубом с применением 4-х координатного обрабатывающего центра с ЧПУ позволяет уменьшить время на изготовление новых деталей, а также снизить затраты на содержание оборудования и уменьшить время простоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. – М.: Машиностроение, в 3-х томах, 1979.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
3. Безруков В.И., Васильева О.Ф. Справочник по геометрическому расчёту эвольвентных зубчатых и червячных передач / Под ред. И.А. Болотовского. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Машиностроение, 1986 – 448 с.
4. ГОСТ 19326-73 Передачи зубчатые конические с круговыми зубьями. Расчет геометрии
5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 1998, 447 с.
6. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 1988.

ЗАДАЧА О ВЫТЯГИВАНИИ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ИЗ БЕТОННОГО БЛОКА

Комаров Алексей Игоревич

Инженерная школа; кафедра «Строительные конструкции и материалы»

Научный руководитель Цуприк Владимир Григорьевич, канд. техн. наук, профессор

Ключевые слова: строительные конструкции, железобетон, стержневая арматура.

Сцепление арматуры с бетоном является одним из основных факторов, позволяющих железобетону воспринимать расчетные нагрузки как единому монолитному телу. Снижение сцепления арматуры с бетоном приводит к чрезмерному раскрытию трещин в растянутых зонах армированных бетонных элементов, уменьшению их жесткости и снижению несущей способности конструкции в целом. Процесс разрушения связей сцепления арматуры с бетоном при выдергивании арматурного стержня из бетонной матрицы представляет собой сложный многостадийный процесс, сопровождающийся присутствием неоднородного и неупругого деформирования, нарушением адгезионных связей, возникновением и развитием трещин различной формы и ориентации, наличием изменяющихся зон контакта и трибологических явлений. Существенное влияние на величину сцепления оказывает вид напряженного состояния в области контакта арматурного стержня с бетоном.

Введение в тему исследования

Задача о вытягивании стержневой арматуры периодического профиля из бетонного блока является одной из важнейших задач строительных конструкций. На основе решения данной задачи, например, могут быть сделаны оценки прочности элементов железобетонных конструкций при наличии макротрещин. Для корректного решения указанного класса задач необходимо разрабатывать и применять феноменологические модели, достоверно описывающие уровень сцепления арматуры с бетоном.

Проблеме сцепления арматуры с бетоном уделяется большое внимание. Для решения этой задачи в нашей стране и за рубежом проведены обширные экспериментально-теоретические исследования. Среди них работы Б.А. Бромса, Я. Гото, Ю.А. Иванченко, Н.И. Карпенко, В. Куускоски, С.М. Мирза и Ю. Хауд, П.П. Назаренко, А.А. Оатула, Ж. Рема, С.М. Скоробогатова, Г.Н. Судакова, А.В. Трофимова, М.М. Холмянского и др. В последние годы в исследованиях Н.И. Карпенко и Г.Н. Судакова сцепление арматуры и бетона и их взаимное смещение рассматривается с учетом образования так называемых кольцевых трещин, которые ранее были обнаружены Б.А. Бромсом, Я. Гото, Н.Г. Овчинниковой и другими. Г.Н. Шоршнев, Г.П. Яковленко, А.В. Трофимов решали задачу сцепления с позиций составных стержней Р.А. Ржаницина. Проблема ползучести сцепления бетона и арматуры впервые была затронута Я.Р. Шенком и получила первую теоретическую апробацию в условиях линейной ползучести в работах И.И. Улицкого, А.А. Оатула, Ю.А. Ивашенко. Анализ исследований в области сцепления арматуры с бетоном свидетельствует о неоднозначности подходов к решению этой проблемы и об отсутствии единой теоретически обоснованной методики расчета

Сцепление арматуры с бетоном является ключевым параметром, обеспечивающим совместную работу арматуры и бетона в конструкции и позволяющим работать этому сложному многокомпонентному композитному материалу как единому телу. Доказано что прочность сцепления возрастает с повышением класса бетона, уменьшением водоцементного отношения, а также с увеличением возраста бетона.

Основные определения и постановка задачи

Важную роль для обеспечения сцепления арматуры с бетоном играет вид и форма поверхности арматурного стержня: наибольшим сцеплением обладают круглые рифленые стержни, в то время как стержни, имеющие квадратную либо прямоугольную форму сечения, характеризуются меньшим сцеплением (в ряде случаев до 40%). Сжимающие напряжения, вызванные внешними нагрузками и действующие в направлении, перпендикулярном арматурному стержню, существенно повышают напряжения сцепления.

Современные проблемы физики и техники

Сцепление арматуры с бетоном определяется следующими основными факторами:

- 1) сопротивлением бетона **смятию** и **срезу** вследствие механического зацепления, возникающего из-за искусственно созданных неровностей и выступов (рифления) на поверхности арматуры (70-75% от общего сопротивления смещению арматуры);
- 2) **сухое трение**, возникающее на поверхности арматуры вследствие обжатия стержня при усадке бетона (15-20% от общего сопротивления смещению);
- 3) **адгезионное** и молекулярное сцепление («склеивание») поверхности арматуры с бетоном вследствие клеящей способности цементного геля (около 10% общего сопротивления смещению).

Каждый из трех перечисленных выше факторов может быть оценен по значению силы сцепления, имеющей специфические точки приложения и направления, как схематически показано на рисунке 1.

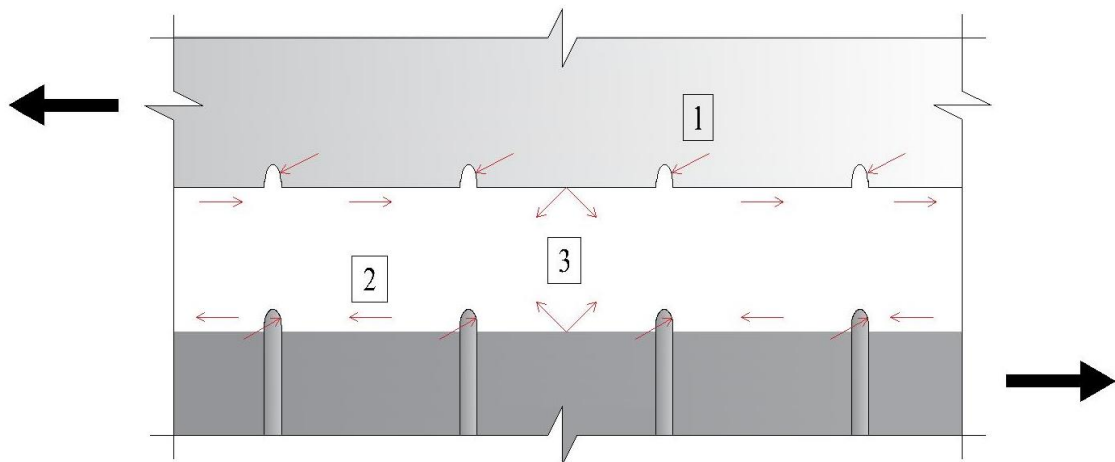


Рис. 1. Схема точек приложения различных сил совокупное действие которых характеризует явление сцепления арматуры с бетоном: 1 - силы сопротивления смятию и срезу вследствие наличия выступов арматуры; 2 - силы трения; 3 - силы адгезионного взаимодействия

Кривая зависимости касательных напряжений сцепления от смещения арматуры относительно бетона определяется экспериментально. Существует достаточно много различных вариантов экспериментального определения прочности сцепления арматуры с бетоном. Основные из них (наиболее достоверные) - это выдергивание арматурного стержня из бетонного образца или продавливание арматурного стержня сквозь бетонный образец. Сопротивление продавливанию больше сопротивления выдергиванию, так как при сжатии арматурного стержня поперечное сечение его увеличивается, в связи с чем возрастают силы, повышающие сопротивление сдвигу.

Механизмы процесса потери сцепления арматуры с бетоном

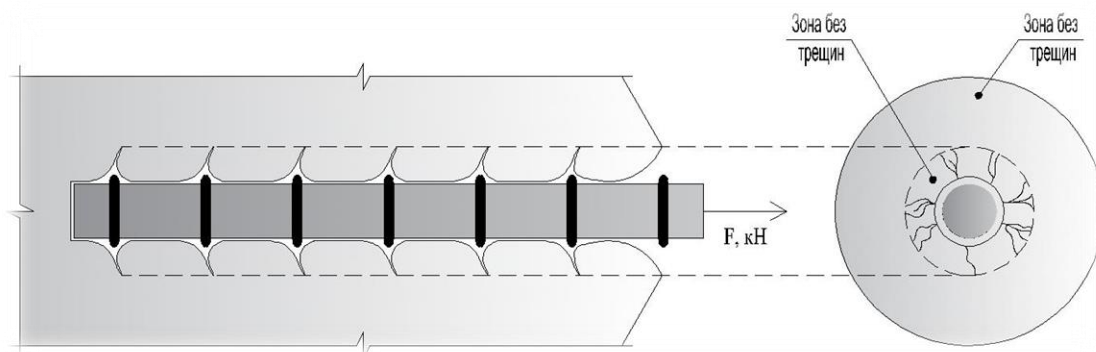


Рис. 2. Конусообразные трещины, возникающие на начальной стадии нагружения

Процесс разрушения связей сцепления арматуры с бетоном при выдергивании стержня из бетонного блока представляет собой сложный многостадийный процесс, характеризующийся неупругим деформированием и возникновением и развитием трещин различной формы и ориентации. Форма кривых зависимости касательных напряжений сцепления τ от смещения арматуры относительно бетона s определяется условиями нагружения, геометрией арматуры (профилированием) и степенью проявления различных физических механизмов процессов трещинообразования в соединении бетона с арматурой. Анализ разрушенных образцов в исследованиях других авторов указал на существование трещин двух характерных типов: конусообразных и продольных (радиальных, раскалывающих), а также областей полного разрушения бетона в непосредственной близости от арматуры (рис. 2)

Рассмотрим эволюцию процесса трещинообразования и его связь с характерными участками на диаграмме сцепления. На начальном этапе нагружения при малых смещениях сначала наблюдается практически линейная зависимость $\tau(s)$, характеризующаяся упругим деформированием бетона и стали, а также появлением и малым раскрытием конусообразных трещин, возникающих на краях профиля (Рис. 2). Конусообразные трещины имеют начальный наклон 45° - 80° по отношению к оси арматуры.

При увеличении нагрузки, действующей на стержень, возникают сдвиговые трещины (Рис. 3), которые значительно уменьшают жесткость соединения и вызывают появление нелинейного участка на диаграмме сцепления. Длина данных трещин колеблется в диапазоне 2-6 высот профиля.

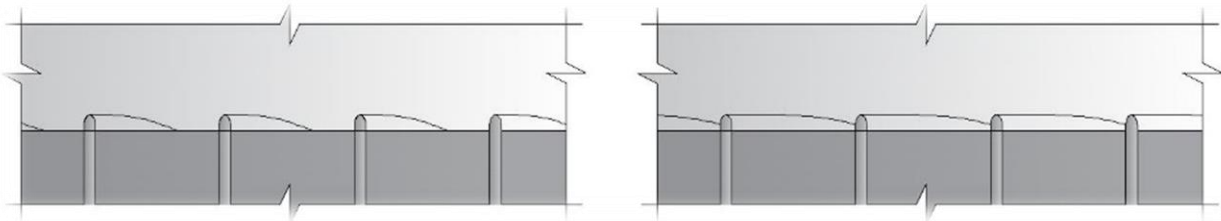


Рис. 3. Сдвиговые трещины, возникающие на более поздних стадиях нагружения

Ряд экспериментов показал, что максимум на кривой сцепления достигается при значении смещения около 1.2 высоты профиля арматуры. При этом около 50% длины межпрофильного выступа бетона оказываются срезанными.

При дальнейшем увеличении смещения наблюдается постепенное уменьшение несущей способности соединения вследствие прогрессирующего среза профилем арматуры оставшихся зон неповрежденного сцепления. Трещины сдвига развиваются, возникают также новые конусообразные трещины. При достижении значений сдвига, равных шагу профиля, происходит полный срез выступов бетона, и кривая выходит на практически горизонтальную асимптоту, уровень которой определяется трением арматуры о бетон.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Морских Дмитрий Александрович

Инженерная школа; кафедра «Технологии и организации строительства»

Научный руководитель: Тупикова Ольга Александровна, канд. экон. наук, доцент

Ключевые слова: проектное управление, жизненный цикл, продолжительность строительства, проектная декларация, административные барьеры, инвестиционные риски.

В настоящее время методология управления инвестиционными строительными проектами уже сложилась и нашла отражение в научной и учебной литературе [4]. Однако, некоторые вопросы, связанные с управлением строительством многоквартирных жилых домов на протяжении всего жизненного цикла проекта еще недостаточно исследованы и требуют обоснования оптимальных управленческих решений.

Предлагаемый подход к разработке проектов управления строительством с учетом факторов риска является результатом исследований, выполненных в рамках выпускной квалификационной работы (ВКР) магистра по направлению 08.04.01 Строительство, программа «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений». Целью ВКР является разработка системы управления инвестиционными проектами с учетом факторов риска при строительстве многоквартирных жилых домов.

С переходом к рыночной экономике стала реализовываться жилищная политика «либерально-демократического типа», в результате которой доля частной собственности на жилье возросла с 32,6% в 1990 г. до 95% в 2016 г. Однако это не позволило успешно решить проблему обеспечения жильем. Несмотря на рост, в целом, благосостояния российского населения, доступность благоустроенного жилья для значительной массы россиян не только не увеличивается, но частично даже уменьшается в связи с интенсивным выбытием устаревшего жилого фонда при одновременном повышении цен на жилье. Поэтому тема исследования, связанная с совершенствованием управления инвестиционными проектами по строительству многоквартирных жилых домов является актуальной.

Реализация проектов осуществляется в рамках конкретной организации, характеристика и структура которой в значительной мере определяет схему организации управления. В настоящее время в строительстве применяются следующие схемы управления:

- схема генподряда (традиционная и «под ключ»);
- схема прямого подряда;
- схема проектного управления;
- девелоперская схема (без участия и с участием управляющей компании).

При строительстве многоквартирных жилых домов на наш взгляд наиболее целесообразно использование схемы проектного управления. При использовании этой схемы управление проектом рассматривается на протяжении всего жизненного цикла.

Под жизненным циклом инвестиционного проекта понимается промежуток времени между моментом появления проекта и моментом его ликвидации. Обычно жизненный цикл проекта делят на три стадии (фазы):

1. Преинвестиционная стадия.
2. Инвестиционная стадия.
3. Эксплуатационная стадия.

Особенностью применения проектного управления в строительстве является существенное различие между жизненным циклом объекта и жизненным циклом проекта. Жизненный цикл объекта требует управления на всех стадиях, включая эксплуатацию и ликвидацию, но управлять эксплуатацией многоквартирных жилых домов будет уже другая компания. Поэтому в жизненный цикл таких проектов предлагается включить:

1. Преинвестиционную стадию, на которой формируется идея проекта, проводятся маркетинговые исследования рынка, рассматриваются альтернативные варианты, разрабатывается инвестиционный бизнес-план, разрабатывается технико-экономическое обоснование;

2. Инвестиционную стадию, включающую предпроектный этап, проектирование и строительство и завершающуюся вводом объектов в эксплуатацию;

3. Стадию реализации и оформления квартир в собственность.

Процесс продажи квартир может занимать длительное время после завершения строительства и сдачи объекта в эксплуатацию и это существенно повлияет на сроки возврата инвестиций и эффективность проекта.

Одним из основных критериев эффективности управления строительным проектом является его продолжительность. Особую важность эта характеристика приобретает для жилых объектов, т.к. основными инвесторами являются физические лица – будущие собственники, которые в большинстве случаев приобретают жилье для проживания и только около 15% рассматривают строительство жилья как выгодные инвестиции.

На практике почти 40-50% возводимых домов сдаются с задержкой на 6-12 месяцев от срока, который первоначально задает застройщик. По словам заместителя генерального директора ЗАО «Строительный трест» Беслана Берсирова, увеличить сроки строительства могут несколько причин: во-первых, отсутствие стабильного финансирования, а во-вторых, административные барьеры.

Процесс согласования проекта иногда занимает больше времени, чем ведется строительство самого дома. От восьми месяцев до полутора лет занимает подготовка проекта планировки территории с проектом межевания. Получив градостроительный план, застройщик изготавливает проект и проходит экспертизу, затем получает разрешение на строительство и только потом начинается рабочее проектирование и строительство дома. Одной из основных причин продления строительства является перенос срока подключения объекта к инженерным сетям. Сроки технологического присоединения объектов законодательно утверждены правительством Российской Федерации в действующей редакции постановления № 861. Например, срок осуществления мероприятий по технологическому присоединению не может превышать один год для заявителей, суммарная присоединенная мощность энергопринимающих устройств которых не превышает 750 кВА; два года – для заявителей, суммарная присоединенная мощность энергопринимающих устройств которых превышает 750 кВА, если иные сроки (но не более четырех лет) не предусмотрены соответствующей инвестпрограммой или соглашением сторон. Для справки: 750 кВА – это (весьма условно) современный 12-15-этажный 4-подъездный дом. Таким образом, предельный срок подключения может затянуться на длительный срок. Для прохождения согласования в экспертизе и получения разрешения на строительство может потребоваться год. Также длительное время идет процесс получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. В результате этого процесс строительства может растягиваться до трех-пяти лет. Анализ средней продолжительности жизненного цикла строительства на примере 100 - квартирно-жилого дома позволил определить состав и продолжительность основных этапов инвестиционной стадии проекта:

1. Приобретение земельного участка – 40 дней. Включает оформление прав на земельный участок на аукционе с сформированными границами, проведенным кадастровым учетом, определенным неизменяемым разрешенным использованием, с техническими условиями подключения к инженерным сетям.

2. Предпроектные работы- 30 дней при проведении работ параллельно. Включают проведение топосъемки инженерно-геологических изысканий (25 дней), получение градостроительного плана (30 дней), рассмотрение на Градостроительном совете (30 дней)

3. Проектные работы и получение разрешительных документов – 160дней. Включает Разработку проектной документации (110 дней), госэкспертизу и утверждение проектной документации (40 дней), получение разрешения на строительство (10 дней).

4. Строительство объекта – 700 дней

5. Ввод объекта в эксплуатацию - 80 дней. Включает подготовку технического паспорта объекта (30 дней), получение заключения ГИСН о соответствии построенного объекта требованиям (10 дней), получение разрешения на ввод в эксплуатацию (10 дней), регистрация объекта 30 дней.

Таким образом, общая продолжительность строительства объекта от момента оформления земельного участка до регистрации объекта недвижимости составила 1010 дней, т.е. 2,8 года. Этот показатель с большой натяжкой отражает среднюю продолжительность строительства аналогичных объектов.

В настоящее время предпринимаются меры по государственному регулированию и сокращению продолжительности сроков реализации строительных проектов. С этой целью внесены изменения в Федеральный закон от 30.12.2004 N 214-ФЗ [5].

В соответствии с законом ФЗ-214, каждый Застройщик, привлекающий деньги граждан на условиях долевого строительства, обязан заранее публиковать в СМИ проектную декларацию к каждому своему строительному проекту. Проектная декларация – это официальный документ застройщика, в котором он публично раскрывает информацию о себе и о конкретном инвестиционно-строительном проекте (жилом многоквартирном доме), к которому эта декларация относится. Проектная декларация включает в себя информацию о застройщике, о проекте строительства и определяет объем прав застройщика на привлечение денежных средств граждан и юридических лиц для строительства многоквартирных домов и иных объектов недвижимости. Проектная декларация является официальным документом, удостоверяющим факты, влекущие за собой юридические последствия для застройщика. Проектная декларация должна обязательно включать сроки и этапы строительства.

В связи с этим у застройщика возникает необходимость и обязанность учитывать и грамотно планировать продолжительность всех этапов и в целом срока реализации проекта строительства жилого дома и с учетом этого определять срок ввода в эксплуатацию объекта в проекте организации строительства. В этих условиях продолжительность его жизненного цикла проекта становится необходимым параметром управления.

Все этапы работ, осуществляемых на разных стадиях жизненного цикла проекта с точки зрения возможности планирования их продолжительности предлагается разделить на три группы:

1 Нормируемые, т.е. рассчитываемые по нормативным документам – к ним относятся продолжительность строительства и проектирования;

2. Регламентируемые, т.е. определяемые на основе регламентов, разрабатываемых градостроительными и исполнительными органами (получение земельного участка через аукцион, получение градостроительного плана и другой предпроектной документации, государственная экспертиза и утверждение документации, получение разрешения на строительство и др);

3. Трудно планируемые (прединвестиционная стадия, согласование подключения инженерных сетей, стадия реализации квартир).

Наиболее трудоемким и длительным этапом жизненного цикла является строительство жилого объекта. Превышение предельных сроков строительства жилых домов наблюдается повсеместно. В исследованиях, выполненных на примере крупнопанельного индустриального строительства в Москве [2] для оценки продолжительности строительства домов было проведено сопоставление показателей фактической продолжительности с показателями СНиП 1.04.03-85* За основу были приняты показатели практически всех применяемых типовых жилых домов с этажностью – 9, 14, 16-17, 22-24, 25. В результате сравнения фактической и нормативной продолжительности были сделаны следующие выводы:

для 9-ти этажных жилых домов превышение норм продолжительности строительства составило от 3,5 до 10 месяцев;

для 14-ти этажных жилых домов превышение норм продолжительности строительства составило от 2 до 7 месяцев;

для 16-17-ти этажных жилых домов превышение норм продолжительности строительства составило от 0,5 до 4,5 месяцев.

Однако многие объекты были возведены в нормативные и даже более короткие сроки. Следовательно, показатели СНиП 1.04.03-85* могут быть взяты за основу для расчета продолжительности жизненного цикла, при этом надо учитывать, что нормы продолжительности строительства объектов предполагают выполнение строительного-монтажных работ основными строительными машинами в две смены, а остальных работ – в среднем в 1,5 смены с возможным совмещением и насыщенностью фронтов работ.

Вторым наиболее трудоемким и длительным этапом жизненного цикла является разработка проектной документации. В настоящее время нет единого нормативного документа, регламентирующего этот этап, но могут применяться «Нормы продолжительности проектирования объектов строительства в городе Москве. МРР-3.1.10.02-04». В соответствии с этим документом при определении продолжительности проектирования жилых объектов следует учитывать этажность, общую площадь и этапность проектирования. Для многоэтажной застройки (9 этажей и более) максимальная продолжительность проектирования составляет 10-10,5 мес.

На эффективность инвестиционных строительных проектов значительное влияние оказывают сроки, прозрачность и удобство прохождения процедур, необходимых для оформления разрешительной документации на строительство, а также сумма материальных затрат на стадии согласования проекта

По данным мониторинга административных барьеров в жилищном строительстве, проведенного Национальным объединением строителей в 2012 году застройщики были вынуждены проходить около ста процедур, чтобы получить возможность построить и ввести в эксплуатацию новый дом, на что требовалось около тысячи дней и более 20 млн рублей затрат.

В последнее время многие процедуры в сфере строительства регламентированы: установлены четкие сроки, составлен исчерпывающий перечень документов, необходимых для предоставления госуслуг, госуслуги переведены в электронный вид. В итоге по показателю «получение разрешения на строительство» в рейтинге Всемирного Банка Россия со 179-го места в 2010 году поднялась на 119-е по итогам 2015 года.

Однако, по-прежнему, сроки согласования в разных городах и регионах существенно различаются, поэтому уменьшение административных барьеров является важной задачей, требующей скорейшего решения. Только в этих условиях у инвесторов-застройщиков появляется возможность прогнозировать реальные сроки всех процессов в строительстве и планировать время, необходимое на каждую процедуру, а, следовательно, и правильно выстраивать финансирование проекта.

Важной составляющей жизненного цикла проекта является этап осуществления строительства. Как показали выполненные исследования доля этого этапа в общей продолжительности проекта может составлять от 40 до 75%. Его фактическая продолжительность может существенно отличаться от предельной, рассчитываемой по СНиП 1.04.03-85*. Причиной этого являются различные факторы риска, возникающие на всех стадиях реализации проекта. Исследования, выполненные в рамках ВКР, позволили систематизировать проектные риски и предложить систему управления ими [3].

Объекты строительства характеризуются своей уникальностью. Это является следствием различных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, разнообразием природно-климатических и территориальных условий строительства. Дальнейшее исследование связано с разработкой алгоритма планирования жизненного цикла строительных проектов с учетом факторов риска. Такой алгоритм необходим всем основным участникам проекта и, в первую очередь, застройщикам, для обоснования и расчета сроков строительства в проектной декларации, инвесторам (в т.ч. дольщикам) для принятия решения об участии в строительстве жилого дома на ранних стадиях, подрядчикам при заключении договоров подряда и планирования производственной программы.

Эффективность реализации проектов строительства многоквартирных жилых домов в значительной степени зависит от грамотности и компетентности управленцев и оптимальности принимаемых управленческих решений. Методический подход к оценке интегральной эффективности управленческих решений в процессе строительства был нами рассмотрен ранее [1]. Следующим этапом проведения исследования, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, будет оценка влияния уровня компетентности участников строительства на качество решений, принимаемых при управлении инвестиционно-строительными проектами с учетом рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Галиев М.З., Морских Д.А., Тараненко И.С. Интегральная эффективность управленческих решений (на примере строительства жилых зданий) / Строительство и управление недвижимостью: сб. мат-лов науч.-практ.- конф. (1 июня 2017г., Инж. школа ДВФУ. Владивосток: науч.-электрон. изд-е) ДВФУ, 2017. С. 30-32.
2. https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/a13/Stroitellstvo_i_%20upravlenie_nedvizhimosbju_Tezisy_konferencii.pdf
3. Григорьев В.А. Оценка фактической продолжительности строительства жилых зданий// Актуальные вопросы технических наук в современных условиях: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф. (14 января 2015г., Санкт-Петербург), вып.2, 2015 .- С.165-168.
4. Морских Д.А., Тупикова О.А К вопросу об управлении рисками в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов. «Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования»: Электр. сбор. стат. По мат. XLVI по мат. студ. междунар. конф. – Новосибирск: Изд.. АНС «Сибак». -2018.-№11 (46). С. 72-78
5. Управление проектами. Основы проектного управления: учебник /под ред. М.А. Разу. – М.: КНОРУС, 2010.- 760 с.
6. Федеральный закон от 30.12.2004 N 214-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации".
7. [http://www.sibac.info/archive/science/11\(46\).pdf](http://www.sibac.info/archive/science/11(46).pdf).

ОТДЕЛКА ФАСАДА ЗДАНИЙ СОВРЕМЕННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Новиков Роман Павлович

*Инженерная школа; кафедра «Технология и организация строительства»
Научный руководитель: Краснощек Борис Николаевич, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: отделка, фасад, здание, современный, материал.

Внешняя отделка фасада позволяет утеплить здание снаружи и сохранить полезную жилую площадь. Декоративный слой защищает стены от негативного воздействия атмосферных осадков, таким образом, увеличивая срок эксплуатации конструкции. В настоящий момент существует множество различных видов фасадов и фасадных материалах, используемых в строительстве.

Варианты наружной отделки

В настоящее время используют следующие виды наружной отделки:

1. Навесной вентилируемый фасад;
2. Мокрый фасад;
3. Облицовка штучными материалами;
4. Облицовка кирпичом;
5. Сэндвич-панели.

Каждый из этих вариантов отделки имеет свои особенности, а также плюсы и минусы.

Навесной вентилируемый фасад

Такой способ внешней отделки производится благодаря созданию воздушного зазора между облицовкой и стеной. Основной принцип – обеспечение вентиляции, для предотвращения образования влаги на поверхности стен (Рисунок 1).



Рис. 1. Схема устройства вентилируемого фасада

Достоинства:

- быстрый и легкий монтаж при любой температуре;
- прочность и долговечность;
- возможность расположить под обшивкой теплоизоляцию и скрыть коммуникации.

Недостатки:

- высокая стоимость, по сравнению с мокрой отделкой;
- неправильный подбор материалов может сделать фасад пожароопасным;
- при выборе относительно тяжелых отделочных материалов, таких как керамогранит, может образоваться незапланированная нагрузка на стены и фундамент.

Мокрый фасад

Данный вид фасада мог бы называться традиционным, если бы за последние несколько лет технология выполнения не потерпела ряд изменений, после которых от неё не осталось практически ничего от традиционной. Сегодня мокрым фасадом принято называть любую облицовку, технология выполнения которой включает в себя использование всевозможных штукатурных растворов (Рисунок 2).

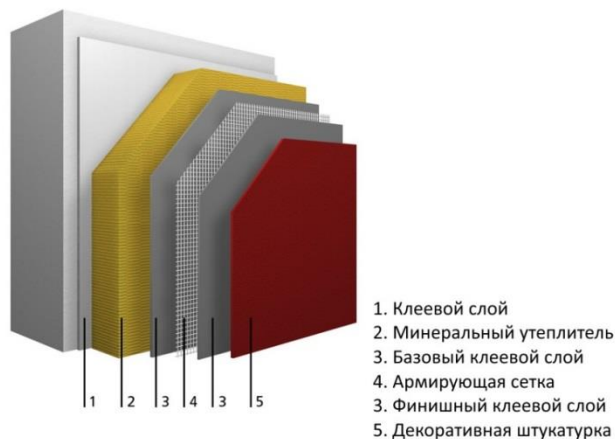


Рис. 2. Схема устройства мокрого фасада

Достоинства:

- недорогой вариант, относительно других видов отделки;
- презентабельный вид, большой выбор цветов и оттенков;
- монтаж мокрого фасада предусматривает наличие утепляющего материала;
- незначительный вес.

Недостатки:

- работы по монтажу возможны только в теплое время года;
- относительно низкий срок службы (10-20 лет), необходимость в регулярной реставрации;
- прочность гораздо ниже, чем у других типов отделки;
- трудоемкий процесс устройства фасада, подразумевает наличие определенных навыков у исполнителя.

Облицовка штучными материалами

В связи с высокой стоимостью данного облицовочного материала, большой популярностью пользуется комбинированная наружная отделка фасада. В этом случае штучные материалы используются лишь для отделки цоколя либо углов, а основная часть стен штукатурится или отделывается другими способами (Рисунок 3).



Рис. 3. Фасад дома, выполненный комбинированной отделкой

Современные проблемы физики и техники

Наиболее популярными являются следующие виды штучных материалов:

- камни;
- клинкерная плитка;
- керамическая плитка.

Облицовочные камни

В основном в качестве облицовочного камня используют – ракушечник, сланец, мрамор и гранит.

Монтаж камня осуществляется на обычный плиточный клей. Так как при укладке этого материала не нужно выполнять ровные швы и строго выдерживать уровень, данной работой может заниматься даже неопытный мастер.

Клинкерная плитка

Клинкерные фасадные панели состоят из клинкерной плитки, закрепленной на листе полистирольного утеплителя.

Внешне плитка напоминает кирпич, поэтому отделанную этим материалом стену практически невозможно отличить от кирпичной кладки. Правда, сам процесс монтажа достаточно сложный, так как плитка должна располагаться в одной плоскости и иметь одинаковые швы.

Керамическая плитка

Керамическую плитку можно рассматривать как альтернативу клинкерной плитке. Она может быть гладкой и структурированной. Последняя напоминает натуральный камень, поэтому пользуется большой популярностью.

Подводя итоги, можно выделить следующие достоинства и недостатки облицовки фасада штучными материалами.

Достоинства:

- надежная защита стен от атмосферных воздействий;
- презентабельный внешний вид;
- долговечность.

Недостатки:

- невозможно расположить утеплитель снаружи;
- высокая стоимость.

Облицовка кирпичом

Среди множества наружных отделочных материалов кирпич по своей популярности по-прежнему занимает одно из ведущих мест.

Если идея такой [отделки дома](#) возникает ещё на этапе его проектирования, архитекторы сразу производят все необходимые расчеты, учитывающие нагрузку от кирпичной облицовки на фундамент и другие несущие конструкции. Если же планируется облицовка кирпичом старого дома для его внешнего обновления, утепления и защиты от воздействия атмосферных явлений, здание необходимо подготовить к такой реставрации.

Так же применение данной технологии позволяет осуществлять вентиляцию фасада, за счет обустройства вентиляционных отверстий. Вентиляционные отверстия представляют собой участки кладки без раствора в нижней части фасада (Рисунок 4).

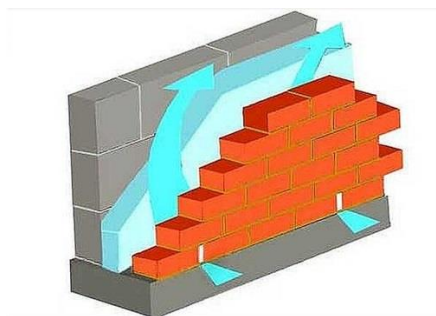


Рис. 4. Схема вентилирования фасада

Достоинства:

- прочность и долговечность фасада;
- возможность обеспечить утепление снаружи;
- солидный внешний вид;
- беспроблемная эксплуатация.

Недостатки:

- большой вес кирпича вызывает потребность в фундаменте для облицовочной стены;
- относительно высокая стоимость;
- процесс кладки достаточно трудоёмкий и требует высокой квалификации каменщика.

Сэндвич панели

Сэндвич-панели – современный многослойный материал, соединивший прочность металла и теплоизоляционные свойства минеральных и синтетических утеплителей.

За основу данной технологии взят принцип сэндвича – по бокам там находится прочный материал, придающий изделию жесткость и внешний вид, а в середине – слой утеплителя (Рисунок 5). Наружная сторона стеновых панелей изготавливается с гладкой или профилированной поверхностью, облицовочный же лист декорируется под штукатурку и дерево.



Рис. 5. Состав сэндвич панели

Сэндвич-панели могут использоваться в качестве облицовочного материала для уже готовых стен, так и как конструктивный элемент самих стеновых конструкций при каркасно-щитовом строительстве.

Достоинства:

- быстрота и простота сборки;
- экологичность и гигиеничность;
- поверхность не требует дополнительной отделки;
- технология подразумевает утеплитель.

Недостатки:

- монтаж требует четкого соблюдения инструкции.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ХРАНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Омельяненко Михаил Владимирович

*Инженерная школа, кафедра технологий промышленного производства
Научный руководитель: Колесникова Ольга Валерьевна, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: жизненный цикл, конструкторско-технологическая информация, хранение данных, PLM, PDM, управление версиями.

Любое современное машиностроительное предприятие в процессе своей деятельности оперирует огромным количеством информации: о движении денежных средств, о нанятых сотрудниках, о наличии изделий на складе, конечно же, о конструкциях и технологиях, применяемых в производстве, а также о многих других аспектах деятельности предприятия. Организация и управление этой информацией являются актуальными задачами. Особое внимание уделяется конструкторско-технологическим данным. Хранимая информация об изделиях образует некое «ядро» производственной информации.

Информация о продукте

Вообще, термин «информация о продукте» включает в себя все данные, относящиеся как к продукту, так и к процессам, которые используются для его описания, разработки, производства, эксплуатации, поддержки и утилизации. Некоторые из этих данных описывают характеристики продукта (или его части), его упаковку или маркировку. Некоторые из них описывают структуру, такую как спецификация. Некоторые из них описывают технологию производства продукта, то есть то, как он изготавливается, а также множество других данных, которым в той или иной степени должен соответствовать продукт. Данные об изделии создаются и используются на протяжении всего жизненного цикла продукта. Некоторые данные (например, чертёж детали) создаются непосредственно на предприятии инженерами-конструкторами, некоторые из них создаются в удаленных ведомствах (например, результаты обратной связи от клиентов в ходе эксплуатации). Некоторые данные используются при проектировании, некоторые (например, технология сварки) непосредственно на производстве, некоторые (например, инструкции по эксплуатации) клиентом, некоторые (например, инструкция по разборке) в конце срока службы изделия.

Состав и структура конструкторско-технологической информации

Необходимо располагать сведениями о спецификациях изделий – составе любого функционального изделия на производстве, для того чтобы понимать структуру того или иного узла (рис. 1а), а также необходимо осуществлять хранение технологической информации – технологические процессы к каждой детали сборочной единице изделий (рис. 1б), к тому же эти данные должны быть непосредственно связаны между собой (каждой сборочной единице соответствует собственная технология, порой и не одна) (рис. 2). Такая информация имеет довольно сложную структуру, и от того, насколько «качественно» она будет представлена в системе (базе данных), будет зависеть полнота её представления на каждом из этапов жизненного цикла изделия. Причем организовывать хранение данных необходимо таким образом, чтобы они могли использоваться различными модулями информационной системы, внедренной на предприятия.

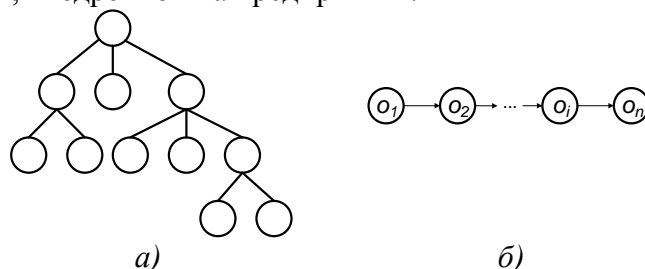


Рис. 1. Представление конструкторско-технологической информации
а – структура изделия, б – технологический процесс

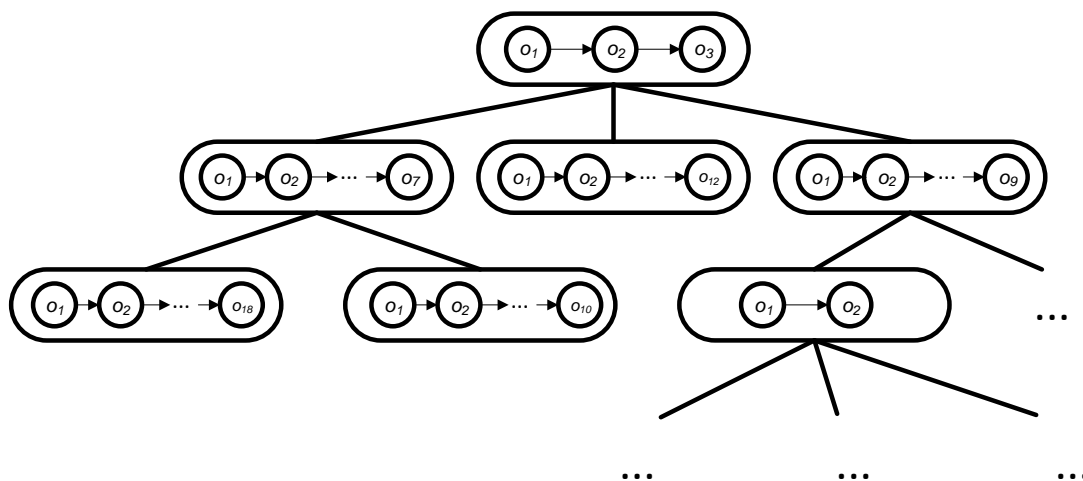


Рис. 2. Комплексная информация об изделии

Хранение подобной информации на текущий момент реализовано на должном уровне в ряде прикладных систем, в том числе и специализированных PDM (Product Data Management) системах. Безусловно для хранения большого количества информации зачастую используются различные системы управления базами данных, причем концептуальная модель данных либо уже в какой-то мере реализована в системе хранения, либо имеется возможность создавать собственную архитектуру данных, максимально приближенную к условиям предприятия.

Вопросы управления изменениями конструкторско-технологической информации

Однако, любая спецификация или технология не может быть статична. Меняется конструкция, меняется дизайн, следовательно, меняется и технология, по которой изготавливается изделие (рис. 3). Здесь появляется необходимость в организации и управлении данными о возможных вариантах конструкторско-технологической информации – версиях. С одной стороны, если продукт модернизируется и совершенствуется, нет смысла хранить устаревшую информацию, в которой, возможно, были найдены недочеты, а, возможно, уже и нет того оборудования, на котором этот продукт изготавливался. С другой стороны, предприятиям необходимо автоматизировать обработку огромными потоками информации на всех этапах производства.

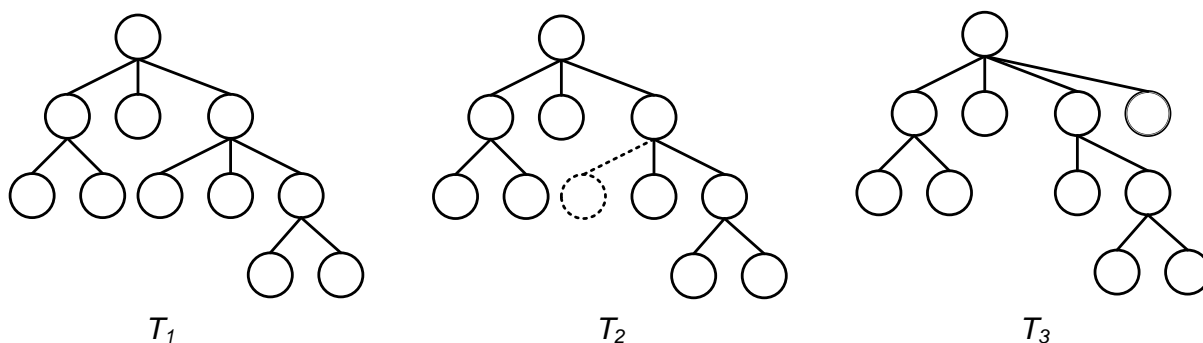


Рис. 3. Пример изменения структуры изделия

Возможности PLM-систем

Среди производителей уже давно популярна стратегия «Управления Жизненным циклом Продукта» (PLM, Product Lifecycle Management), которая «базируется на едином представлении информации об изделии (продукте) на всех стадиях его жизненного цикла (рис. 4). Одна из причин, по которой возникла концепция Управления жизненным циклом продуктов в первые годы XXI века, заключается в том, что среда, в которой осуществляется управление продуктами, становилась все сложнее. И что еще хуже, производственная среда претерпева-

ла частые изменения. Джон Старк в своей монографии [5] определяет следующие области применения PLM-стратегии, свойственные всем предприятиям и всем типам изделий:

- управление данными / Управление документами (Data Management / Document Management);
- управление спецификациями / Управление продуктом (Part Management / Product Management);
- управление процессами / Управление потоками задач (Process Management / Workflow Management);
- управление инфраструктурой (Infrastructure Management);
- управление бизнес идеями (Product Idea Management);
- управление коллективной работой (Collaboration Management);
- управление программами (проектами) (Program Management / Project Management);
- визуализация (Visualisation);
- интеграция (Integration);
- управление обратной связью (Feedback Management).

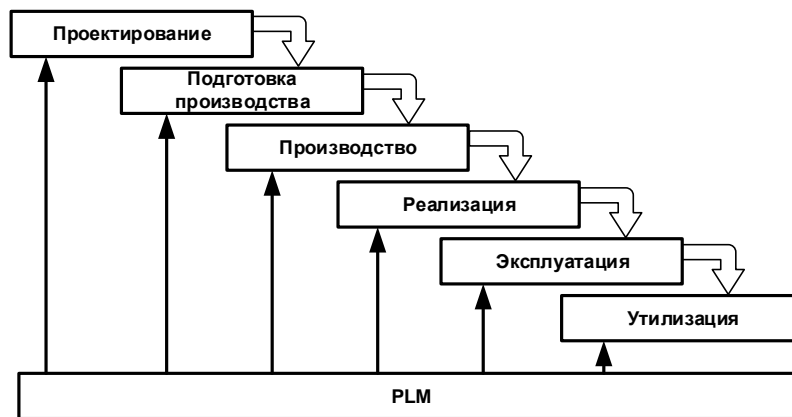


Рис. 4. Этапы жизненного цикла изделия

Зарубежный рынок предлагает в качестве PLM-решений системы CATIA, ENOVIA, DELMIA и SmarTeam» [1] (однако нередко возникают проблемы в процессе внедрения таких систем на российских производствах ввиду различия между зарубежными и отечественными стандартами). «Сейчас Управление структурой изделия используется примерно на 70% предприятий (при этом, например, возможности по управлению конфигурациями тоже применяются не на всех предприятиях – чаще всего проводится обычная привязка документов к дереву состава изделия). [...] Использование же сквозной цепочки прослеживаемости информации о продукции на всех этапах ее жизненного цикла, как это предполагается концепцией PLM, вообще встречается в среднем не более чем на 10-15% предприятий, внедряющих данные решения» [4]. Нельзя сказать, что суть PLM лишь в управлении «вариантами» данных, но это одна из неотъемлемых частей стратегии.

Вопросы разработки PLM системы для отечественных машиностроительных предприятий

Безусловно, необходим учет конструкторско-технологической документации на протяжении всей «жизни» изделия, вплоть до его утилизации. К примеру, необходимость использования «устаревшей» информации может возникнуть на стадии эксплуатации и поддержки изделия, когда изготовленное изделие нуждается в ремонте (например, замене составной части). С момента выпуска технология или конструкция изделия могла измениться, следовательно, и данных о старой детали может попросту уже не быть. Обеспечив хранение версий данных о продукте, появляется возможность восстановления информации и, впоследствии, необходимой поддержки продукта до окончания его жизненного цикла [2, 3].

Как таковой системы управления версиями информации об изделиях в системах управления производством не существует. Даже PDM системы ориентированы в основном на хра-

нение данных и управление ими – проще говоря на документооборот. Такая система, как 1С:Предприятие «как бы» реализует создание новых версий спецификаций изделий, на деле создавая новую спецификацию с другим номером и не более, а вариант создания версий для технологии и вовсе отсутствует. Хранение множества копий данных, с небольшими изменениями, в спецификации или технологии, возможно, не самое рациональное решение, но это, наверное, один из самых простых способов реализаций создания новой версии. Но недостаточно просто иметь несколько вариантов спецификаций или технологических процессов, чтобы иметь связь между самой информацией и реальным изделием, которое было выпущено на её основании. Для однозначной идентификации версии произведенного продукта необходимо использовать систему (модуль, процедуры) оперирующие метаданными изделий.

Метаданные – это “данные о данных”, “данные, описывающие другие данные”. Это ключевая информация о больших объемах данных. Метаданные аналогичны каталожной информации книги в библиотеке. Объем метаданных обычно намного меньше, чем объем данных, которые они описывают. Метаданные, описывающие определенный тип данных о продукте, имеют фиксированную длину. Системы управления данными продукта хранят метаданные вместе с основными сведениями в базе данных. Метаданные изделия могут включать его наименование, его тип, рабочего или оборудование, с помощью которого оно было создано, стадия жизненного цикла, дата его создания (изменения), возможно, серийный номер. Такие же метаданные могут существовать и для отдельных версий конструкторско-технологической информации (как минимум дата, на которую эта версия является актуальной).

Тогда, например, по дате производства можно однозначно определить по какой спецификации было изготовлено изделие. Также, каждый узел всегда состоит из нескольких деталей, которые в свою очередь тоже могут иметь свою версию технологии или конструкции, тогда при изменении версии детали, по-хорошему, необходимо менять и версию всей спецификации, что может привести к избыточности данных. Но, используя те же метаданные о деталях (к примеру, дата производства и соответствующая версия), нет необходимости вносить изменения в спецификацию, и лишь по факту производства «зафиксировать» деталь какой версии входит в изделие, выполняя некий учёт использованных деталей.

Заключение

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод, что вопросы организации и хранения конструкторско-технологической информации нуждаются в тщательной проработке. Особое внимание на данном этапе необходимо также уделить разработке модуля управления версиями хранимых данных. Только в таком случае можно начинать разговор о том, что предприятие следует стратегии PLM и способно всецело оказать поддержку своего продукта на всех стадиях его жизненного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кошелев В., Молочник В. Что такое PLM? // САПР и графика. – 2003. – №10.
2. Лелюхин В. Е., Колесникова О. В., Лисичкин П. П. «Автоматизация управления разработкой и сопровождением конструкторской документации» «Ученые записки КнАГТУ». № III - 1(31) 2017 «Науки о природе и технике», с. 67 – 74
3. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В., Белкин И.С., Кузьминова Т.А. Автоматизация управления технологической подготовкой производства на приборостроительном предприятии //Автоматизация в промышленности. М.: Издательский дом «ИнфоАвтоматизация», № 9, 2018. с. 21-25.
4. Ширяев Н. Российский опыт использования решений PLM/PDM // САПР и графика. – 2008. – № 4. – С. 111-113.
5. Stark J. Product Lifecycle Management (volume 1): 21st Century Paradigm For Product Realization. – 3rd edition. – Switzerland: Springer International Publishing, 2015. – 365 p.

РОБОТ-АССИСТИРОВАННАЯ ХИРУРГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «DA VINCI»

Подосинникова Софья Аркадьевна

Инженерная школа; кафедра приборостроения

*Научные руководители: Ляхова Людмила Павловна, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Короченцев Владимир Иванович, д-р физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова: освоение космического пространства, робототизированные системы, робот-хирург, робот-ассистент.

Человечество осваивает космическое пространство, все дальше удаляясь от Земли. В космосе возможны различные нештатные ситуации, в которых может потребоваться срочная хирургическая помощь.

Как решить эту проблему?

Можно было бы создать отдельную космическую станцию или модуль, в котором был бы размещен традиционный операционный зал, и постоянно бы находилась бригада хирургов, но это нецелесообразно.

Одно из решений — это создание и совершенствование роботизированной хирургической системы, иначе говоря, робота-хирурга.

История развития хирургических роботизированных систем начинается в 80-х годах XX века.

Специалисты Американского космического агентства (NASA) занялись решением проблемы создания робота-хирурга. Нарботанные ранее в военной сфере технологии привели к появлению медицинских роботов-ассистентов, которые позволяют максимально аккуратно совершать большое количество специфических хирургических манипуляций.

В конце 90-х годов компанией «*Intuitive Surgical*» был разработан универсальный робот-хирург, способный проводить различные операции (рис. 1). Этот робот был назван «*Da Vinci*» («*Да Винчи*») в честь великого изобретателя Леонардо да Винчи, который в свое время сконструировал первого антропоморфного робота, способного двигать ногами и руками, осуществлять иные действия.

Роботизированная система «*Да Винчи*» позволила хирургам производить операции пациентам, даже не касаясь их. Находясь в пару метрах от больного, врач получает подробное представление о том, что происходит на операционном столе.

КОНСОЛЬ ХИРУРГА



КОНСОЛЬ ПАЦИЕНТА



КОНСОЛЬ ВИДЕОЗРЕНИЯ



Рис. 1. Устройство робота.

Хирургическая система da Vinci — это сложный высокотехнологичный комплекс, в состав которого входят консоль хирурга, консоль пациента, консоль видеозрения.

Консоль пациента имеет четыре манипулятора. На трех из них устанавливаются хирургические инструменты, а четвертый снабжен эндоскопом, с помощью которого хирург может видеть операционное поле.

Лапароскопические руки работают через 1–2 сантиметровые отверстия.

За счет таких маленьких надрезов снижается уровень травматизма тканей.

Точность движения механических манипуляторов превосходят возможности рук человека. Имея семь степеней свободы и способность изгиба на 90 градусов, руки робота имеют широкую амплитуду движений. Степени свободы – число независимых координат, определяющих положение тела в пространстве: 3 поступательные степени свободы, 3 вращательные – вокруг трех осей, а также перемещение самих зажимов. Это незаменимо при оперативном вмешательстве в ограниченном пространстве, например, при работе с сердечной сумкой или малым тазом.

Команда людей-ассистентов контролируют работу робота, подготавливая место для надрезов, следя за ходом операции, поднося стерильные инструменты.

Для проведения операций используется более 40 типов хирургических инструментов, которые имеют диаметр от 5 до 8 мм.

Рабочее место хирурга – это пульт управления роботизированной консолью пациента. Хирург управляет инструментами с помощью джойстиков. Движения рук и пальцев хирурга масштабируются системой (т.е. амплитуда движений уменьшается) и передаются на инструменты, при этом точность перемещения инструментов может в 5 раз превышать предельную точность человеческой руки. В зависимости от задачи хирург может устанавливать разные коэффициенты масштабирования движений (1,5:1, 2:1, 3:1). Система бинокулярного зрения позволяет видеть трехмерное изображение операционного поля. (способность одновременно четко видеть изображение предмета обоими глазами, создается объемность изображения) Для комфортной работы предусмотрено увеличение картинки до 10 раз. Помимо манипуляторов консоль управления имеет специальные педали. С их помощью хирург может управлять процессами коагуляции, ультразвуковой резки и перемещения эндоскопа.

Консоль видеозрения – это центр коммуникации и ядро управления системой. Выполнено в виде отдельной стойки и включает аппаратное и программное обеспечение для обработки информации. На стойке установлен широкоформатный сенсорный монитор, позволяющий ассистенту хирурга видеть операционное поле и ход операции. При смене инструментов интерфейс сразу распознает тип нового инструмента и число его использования, что отражается на экране монитора.

Некоторые выполняемые операции

1. Восстановление митрального клапана.
2. Установка эпикардиального электронного стимулятора сердца
3. Желудочное шунтирование.
4. Удаление мочевого пузыря.

Достоинства робота-хирурга

1. По сравнению с открытой или лапароскопической техникой, Робот da Vinci производит операцию через 1-2-х сантиметровые отверстия и обеспечивает хирурга точностью и маневренностью инструментов, позволяет делать операцию в местах, недоступных для руки самого опытного хирурга.

2. Роботизированная техника позволяет хирургу совершать сверхточные движения, регистрируемые компьютером, что делает операцию более аккуратной и менее травматичной для пациента и с минимальным риском инфицирования. (Робот оснащен системой уменьше-

ния тремора)

3. Важнейшим отличием даже от высокотехнологичной лапароскопической операции, является использование 3D изображения операционного поля.

4. За счет своего удобства и высокой степени точности, система da Vinci имеет очень широкий спектр применения.

5. Хирургический робот da Vinci является перспективным направлением современной хирургии.

Недостатки робота-хирурга

1. Главным недостатком хирургического робота da Vinci является его высокая стоимость и стоимость обслуживания и профилактики робота.

2. Длительная настройка оборудования.

3. Маленькое операционное поле.

4. Робот-хирург очень тяжелый и занимает большую площадь в операционной.

5. Большая длительность и стоимость подготовки и обучения медицинского персонала.

Роботические технологии открывают обширное будущее в дальнейшем развитии целых направлений клинической медицины. Благодаря минимальному вмешательству в организм человека осуществляется предупреждение широкого спектра осложнений. Отдельно должно заметить такое, ранее неведомое, преимущество, как дистанционность выполнения хирургических операций. То есть врач может находиться на любом расстоянии от пациента. Этот факт имеет редчайшее значение для такого государства как Россия, обладающего большой территорией с весьма неоднородным расселением жителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шевченко Ю.Л. От Леонардо Да Винчи к роботу «Да Винчи». Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова, Москва, 2012. — Т. 7 № 1 — С.15–20.

2. Шевченко Ю. Л. Робототехника в хирургии — истоки, реалии, перспективы. Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. Москва, 2008. — Т. 3 № 2. — С. 72–76.

3. Левицкий Е.Е., Власьевский С.В. Анализ применения робототехники в хирургии. Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран в 21 веке. — Хабаровск : Дальневосточный Государственный Университет путей сообщения. — 2014. — Т. 1. — С. 76–81.

4. Цветанова К. Космические технологии в медицине — история, приложение и недостатки роботизированной и лапароскопической хирургии. Евразийский Союз Ученых, Москва, 2016. — № 27. — С. 50–60.

5. Клименко В. Н. Первый опыт робот-ассистированных операций в диагностике и лечении новообразований легких, средостения и плевры. Учебные записки СПбГМУ Им. академика И.П. Павлова. — Санкт-Петербург: Первый Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет Им. Академика И.П. Павлова. — 2011. — Т. 18 № 3. — С. 59–62.

ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ С РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ
НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ СКОНСТРУИРОВАННОГО
РАДИОТЕЛЕСКОПА

Починок Арина Сергеевна, Чепак Александр Константинович

Школа естественных наук; кафедра теоретической и ядерной физики

Научный руководитель: Московченко Лариса Григорьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент,

Ключевые слова: радиотелескоп, спектр, радиоизлучение.

Цель работы - полевые испытания сконструированного радиотелескопа, путём получения и обработки радиочастотного спектра с различных участков небесной сферы.

Основными элементами сконструированного радиотелескопа являются: антенна типа «волновой канал», сделанная на основе расчётов, представленных в публикации [1], фильтр УКВ вещательного диапазона, усилитель высокой частоты, аналого-цифровой преобразователь и ЭВМ.

Для проверки пригодности радиотелескопа проведены полевые испытания. Исследовался диапазон частот от 1300 до 1600 МГц, так как согласно данным статьи [1], в этом интервале сконструированная антенна имеет наибольший резонанс. Основные области небесной сферы, на которых проводилось снятие радиочастотного спектра: созвездие Кассиопея (азимут 90°), тёмные участки неба в направлениях на северо-восток (45°) и на юго-запад (45°). Измерялась амплитуда сигнала в каждом из направлений, в заданном диапазоне частот с шагом 1 кГц. Полученные данные были графически обработаны для следующей интерпретации.

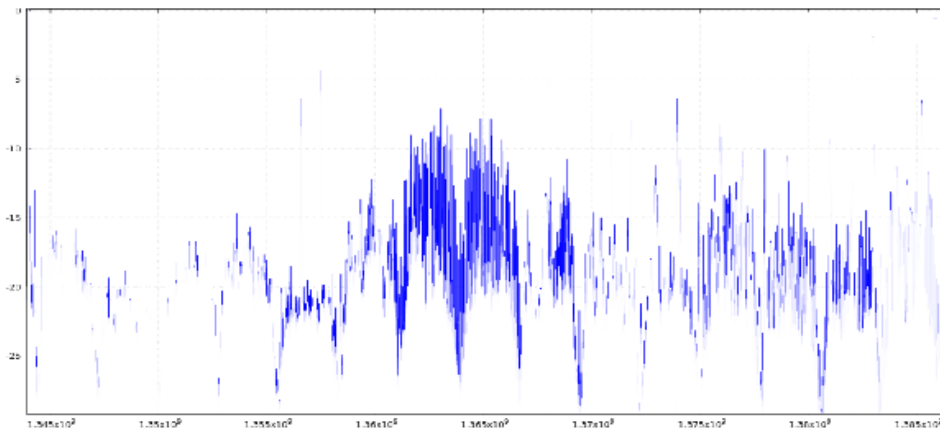


Рисунок 1: Уровень сигнала в созвездии Кассиопея, в диапазоне частот от 1345 до 1385 МГц

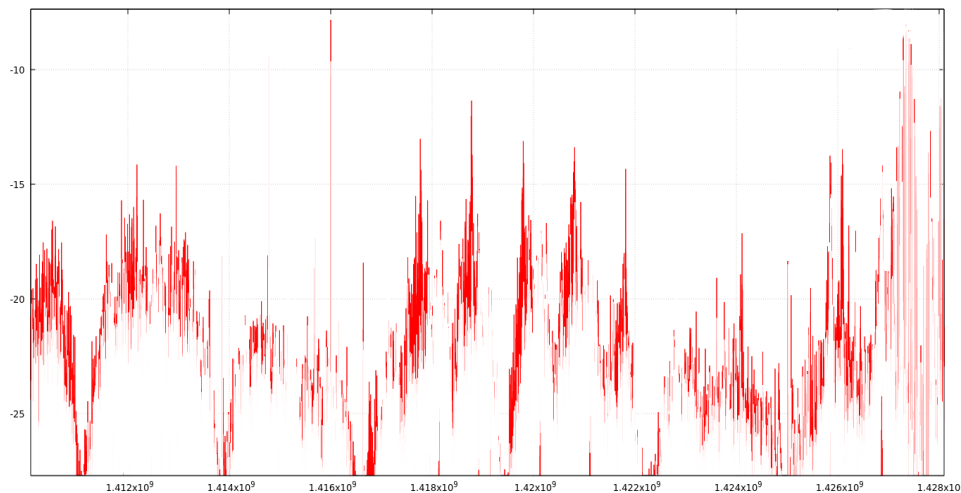


Рис. 2: Уровень поглощения сигнала в созвездии Кассиопея в диапазоне частот от 1410 до 1428 МГц

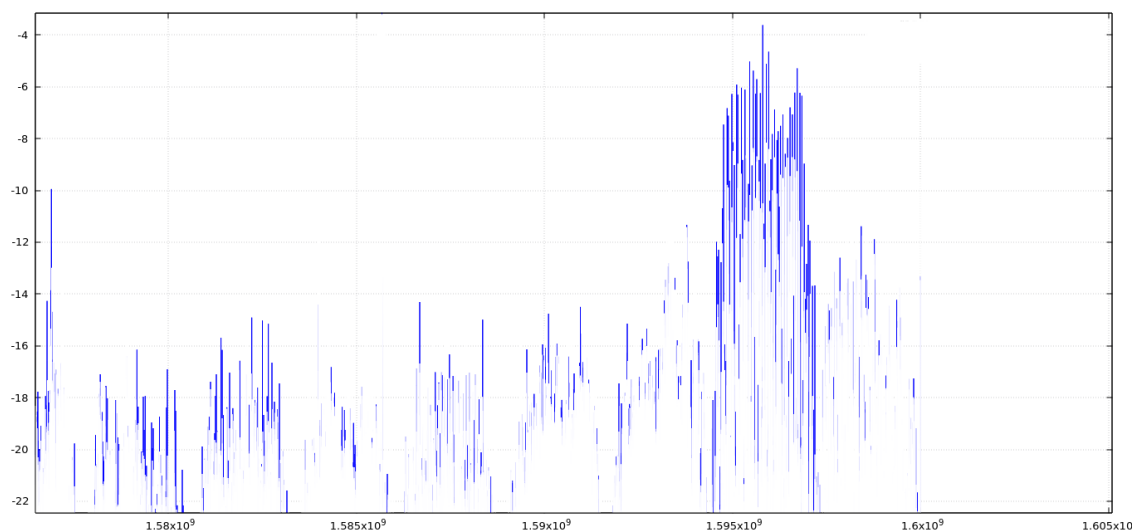


Рис. 3: Уровень сигнала в созвездии Кассиопея в диапазоне частот от 1575 до 1605 МГц

Полученный спектр в диапазоне частот от 1345 до 1385 МГц (рисунок 1) показывает наибольшую амплитуду сигнала в созвездии Кассиопея, чем на остальных участках небесной сферы. В диапазоне от 1575 до 1605 МГц (рисунок 3) в созвездии Кассиопея также наблюдается высокий уровень сигнала радиоизлучения.

С помощью сконструированного радиотелескопа графически получен уровень поглощения в диапазоне частот от 1420 до 1428 МГц (рисунок 3). В направлении созвездия Кассиопея сигналы имеют меньшую амплитуду для некоторых значений частот в данном диапазоне, нежели тёмные участки небосклона.

Учитывая полученные результаты можно сделать заключение, что сконструированный радиотелескоп является пригодным для дальнейших радиоастрономических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Починок А.С. Расчёт параметров волнового канала для исследования нейтрального водорода. // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам (Владивосток, 16 апреля – 30 апреля 2018 г.) - [Электронный ресурс] / Ответственный редактор А.В. Малюгин. – Владивосток: ДВФУ, 2018 — 377 - 379с.

МЕТОД ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ

Симаков Валентин Константинович

*Школа естественных наук; кафедра прикладной математики, механики,
управления и программного обеспечения*

*Научный руководитель: Петрова Татьяна Николаевна, канд. пед. наук,
доцент кафедры общей физики ШЕН*

Ключевые слова: фазовый портрет, дифференциальные уравнения, фазовое пространство, фазовые кривые, теорема Пуанкаре–Бендиксона, проблема Гильберта.

Аннотация: Нередко при решении задач модель изучаемого процесса сводится к дифференциальному уравнению. Почти всегда это уравнение достаточно трудно решить, либо совершенно нереально. Фазовые портреты можно построить, не решая динамические уравнения системы. Иногда построение фазового портрета становится совсем простой задачей. Но, при этом, исследователь может получить много информации об изучаемом процессе. В статье приводятся примеры использования фазовых пространств в различных предметных областях.

Введение.

Фазовое пространство — пространство, каждая точка которого соответствует одному и только одному состоянию из множества всех возможных состояний системы. Точка пространства, соответствующая состоянию системы называется «изображающей» или «представляющей» для него. Таким образом, изменению состояний системы, — т.е. её динамике — можно сопоставить движение изображающей точки; траекторию этой точки называют фазовой траекторией (следует отметить, что она не тождественна действительной траекторией движения), а скорость такой изображающей точки называют фазовой скоростью.

Фазовая плоскость — координатная плоскость, в которой по осям координат откладываются какие-либо две переменные (фазовые координаты), однозначно определяющие состояние системы второго порядка. Фазовая плоскость является частным случаем фазового пространства, которое может иметь большую размерность.

В физике колебаний на оси абсцисс фазовой плоскости откладывается значения параметра x , а на оси ординат — первая производная x по времени (что, очевидно, связывает ось ординат с импульсом). [4]

Полная совокупность различных фазовых траекторий — это фазовый портрет. Он даёт представление о совокупности всех возможных состояний системы и типах возможных движений в ней. Фазовый портрет удобен для рассмотрения движений макроскопических и квантовых частиц.

Примеры фазовых пространств:

1. Задача о двух возах:

Для лучшего понимания целесообразности введения такого понятия как фазовое пространство, мы рассмотрим задачу Н. Н. Константинова о двух возах [3]. Которая поясняет как введение некоторого объекта (фазовой плоскости) позволяет быстро решить задачу.

Условие задачи: Пусть есть два города — А и В — и между ними проведены две дороги. Из города А в какой-то момент выехали два автомобиля и направились в сторону города В. При этом они решили идти каждый по своей дороге, связанные канатом длиной 20 метров — первый автомобиль за один конец, второй за другой. Канат может не быть натянутым (то есть расстояние между автомобилями может быть меньше 20 метров, но не может быть больше), они могут притормаживать, ускоряться, пропускать друг друга вперед, идти назад и т.д. — двигаться как угодно. Известно, что двигаясь таким образом им удалось попасть из города А в город В.

В другой день из города В в город А выехал воз, нагруженный товаром, а из города А в город В выехал другой воз, тоже нагруженный товаром, и ехали они по разным дорогам. Возы

круглые (если смотреть сверху), их радиус 11 метров. Спрашивается: смогут ли возы доехать до пунктов назначения, не столкнувшись?

Для решения этой задачи мы введём характеристику положения каждого элемента из пар объектов (два автомобиля, два воза) – фазовую плоскость (Рис. 0), которая представляет из себя квадрат $[0; 1]^2$. На оси абсцисс будем откладывать долю пройденного пути первым автомобилем или возом от точки А до точки В, на оси ординат – аналогичную долю пройденного пути для второго автомобиля и второго воза от точки А до В.

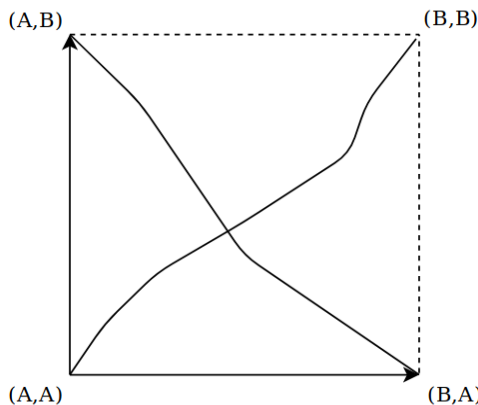


Рис. 0. Фазовая плоскость с фазовыми траекториями

Траектория движения автомобилей будет представлять из себя некоторую кривую из (А,А) (оба автомобиля в городе А) в (В,В) (оба автомобиля в городе В). Траектория движения возов – это кривая из (А,В) (первый воз в А, второй в В) в (В,А) (первый воз в В, второй в А). Поскольку кривая – это образ непрерывного отображения отрезка на плоскость из положения начал и концов траекторий движения, делаем вывод, что у этих фазовых траекторий будет существовать точка пересечения. Существование этой точки говорит о том, что есть такое положение возов, при котором они будут находиться в таком же положении как и автомобили в некоторый момент времени, а это означает, что (максимальное расстояние между автомобилями – 20 метров, а минимальное между возами – 22) возы не смогут разъехаться на дорогах.

2. Построение фазового портрета математического маятника:

Рассмотрим пример построения фазового портрета математического маятника. Определим всевозможные состояния маятника с фиксированной точкой подвеса. Это колебательные движения, покой (в нижней точке), вращательные движения, покой (в верхней точке). Последнее состояние существует теоретически, но практически нереализуемо. Оказывается, что есть еще одно состояние, о котором пойдет речь дальше.

Введём характеристику состояния маятника в данный момент времени – это угол отклонения от начального положения и скорость (угловая). Изобразим зависимость угловой скорости от угла при малых колебаниях. Получим линию, называемую фазовой траекторией. (Рис.1)

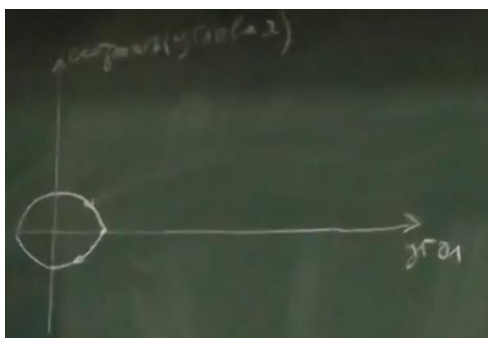


Рис. 1. Фазовая траектория малых колебаний мат. маятника

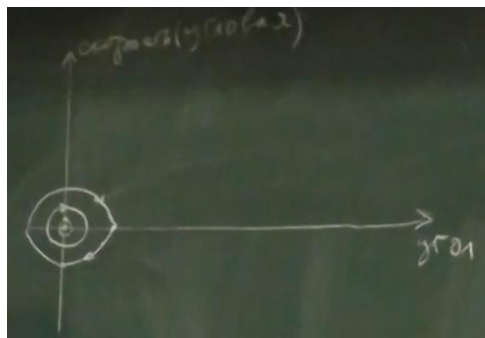


Рис. 2. Фазовые траектории маятника, отличающиеся амплитудой колебания

Далее изобразим положение покоя (в нижней точке), где угол отклонения и угловая скорость равны нулю. Получим точку в начале координат. Также изобразим колебания маятника, отличающиеся амплитудой (Рис. 2). Придав маятнику достаточно большую скорость в положении равновесия (Таковую, что произойдет вращение маятника), получим новую траекторию (Рис. 3).

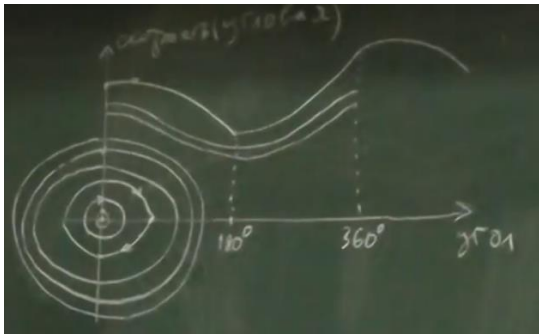


Рис. 3. Фазовые траектории колебаний (замкнутые) и вращений (не замкнутые)

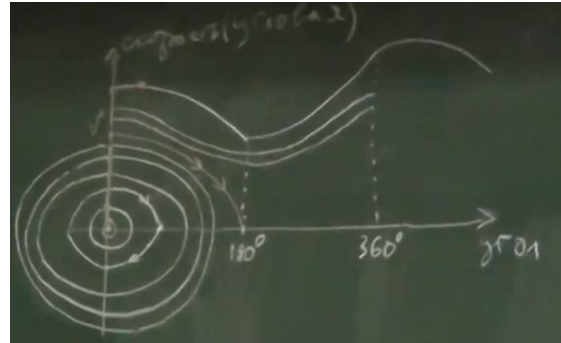


Рис. 4. Сепаратриса

Из Рис.3 видно, что все траектории разделены на два типа – замкнутые и незамкнутые. Существует и промежуточная траектория. Ей соответствует такое движение маятника, при котором в начальный момент времени ему придаётся такая скорость, что маятник окажется в состоянии неустойчивого равновесия (пересечение траектории с осью угла в точке 180 градусов) (Рис. 4). Такая линия разделяет траектории колебания от траекторий вращения – эта линия называется сепаратрисой. В теории дифференциальных уравнений доказано, что время движения по сепаратрисе бесконечно.

В итоге имеем пять видов траекторий: устойчивое положение равновесия, неустойчивое положение равновесия, колебания, вращательные движения и движение по сепаратрисе.

Если продолжить изображать на фазовой плоскости (угол, угловая скорость) фазовые траектории, то получим фазовый портрет.

Далее рассмотрим другой подход к построению фазового портрета математического маятника, с целью узнать решение дифференциального уравнения, которое описывает его движение.

Имеем уравнение движения математического маятника $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 \sin(x) = 0(1)$, где x – угол отклонения маятника от вертикали. При малых колебаниях оно сводится к $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0(2)$. Такое уравнение можно решить стандартными методами, однако, для примера мы применим к нему метод фазовых портретов. Для этого, домножим уравнение на производную $\frac{dx}{dt}$

и проинтегрируем его один раз по времени: $\frac{(\frac{dx}{dt})^2}{2} + \frac{\omega^2 x^2}{2} = E(3)$. В правой части (3) константа E имеет смысл кинетической энергии (при условии, что масса маятника равна 1). Она может принимать различные значения, которые соответствуют разным начальным состояниям системы. Введя обозначения $\frac{dx}{dt} = u(4)$, получим $\frac{u^2}{2} + \frac{\omega^2 x^2}{2} = E(5)$. Выполним построение фазовых кривых для некоторых фиксированных E на фазовой плоскости (x, u) (Рис. 5).

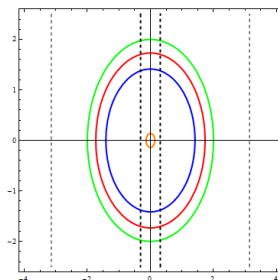


Рис. 5. Фазовые траектории (5) для фиксированных E

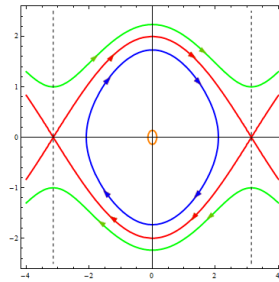


Рис. 6. Фазовые траектории (б) для фиксированных E

На Рис. 5 видно, что значения скорости и координаты периодически повторяются. Делаем вывод, что описываемая рассмотренным уравнением система будет совершать колебания. Значит решение будет иметь вид некоторой периодической функции. Применяя такой же метод для изначального уравнения (1) и обозначения (4), получим $\frac{u^2}{2} - \omega^2 \cos(x) = E$ (6). Построим на плоскости траектории для некоторых фиксированных E (Рис. 6). Получаем результат, аналогичный Рис. 4.

Открытые проблемы, связанные с фазовыми пространствами:

Рассмотрим нелинейную систему такого вида: $\frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, x_2), \frac{dx_2}{dt} = f_2(x_1, x_2)$ (6).

Будем считать, что система (6) задана в области G и имеет там конечное число положений равновесия (особых точек). Пусть положительная полутраектория $\{x(t); t \geq t_0\}$ (7) является ограниченной (т.е. есть $C > 0: |x(t)| \leq C$ для $t \geq t_0$) и её замыкание (она с предельными точками) содержится в G . Рассматривая поведение $x(t)$ при $t \rightarrow \infty$ имеем (согласно теореме Пуанкаре-Бендиксона) имеем следующие виды предельных траекторий:

1. либо особая точка (Рис.7 а)
2. либо периодическая траектория (предельный цикл) (Рис.7 б))
3. либо полицикл (объединение особых точек и соединяющих их отрезков траекторий) (Рис.7 в))

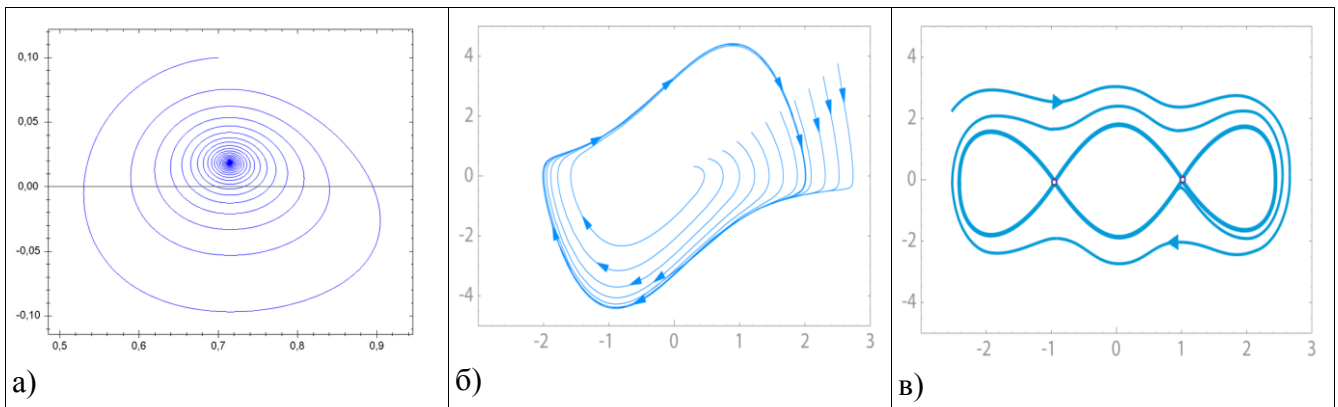


Рис. 7. Предельные траектории

Очень трудной может оказаться задача определения того, какие из перечисленных выше возможных предельных траекторий реализуются в конкретном уравнении. Лишь недавно была доказана конечность числа предельных циклов в системе (6), при условии, что f_1 и f_2 – многочлены некоторой степени. Даже когда f_1, f_2 – многочлены второй степени, этот результат весьма нетривиален и был получен сравнительно недавно Р. Бамоном в 1986.

Если у каждой системы (6) с многочленами k -й степени f_i число предельных циклов конечно, то всё же не исключено, что среди таких систем с одним и тем же k имеются системы со сколь угодно большим числом предельных циклов. Это до сих пор не известно (даже при $k = 2$.) Если же окажется, что у всех систем (6) с многочленами k -й степени f_i число предельных циклов не может быть сколь угодно большим, т.е. число предельных циклов у них не превосходит некоторого числа A_k , то возникает

ещё более непонятный вопрос, насколько велико это A_k . Этот вопрос составляет часть так называемой 16-й проблемы Гильберта. Гильберт, видимо, был настолько уверен в конечности A_k , что даже не сформулировал отдельного вопроса на сей счёт.

Выводы:

Анализ фазового портрета дает хотя и не полную, но обширную информацию о динамической системе. К построению такого портрета прибегают, например, тогда, когда не удается решить аналитически уравнение, описывающее сложную динамическую систему (например, нелинейные колебания). Построив фазовый портрет дифференциального уравнения или системы дифф. уравнений, можно получить некоторую информацию о его решении (периодичность, важные заключения о свойствах колебаний).

Введение в рассмотрение фазового пространства может значительно упростить решение задачи, как было показано выше.

При анализе предельных состояний траекторий в фазовом пространстве возникают задачи, которые остаются открытыми по сей день.

В заключении можно сказать, что фазовые пространства являются важным инструментом при изучении свойств различных динамических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аносов Д. В. Дифференциальные уравнения: то решаем, то рисуем. М.: МЦНМО, 2008.
2. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1971.
3. Арнольд В. И. Математическое понимание природы. М.: МЦНМО, 2011.
4. Фейгин М.И. Проявление эффектов бифуркационной памяти в поведении динамической системы (рус.) Соросовский образовательный журнал: журнал, 2001.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА В ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Ткачук Евгения Романовна

*Школа биомедицины; департамент фундаментальной медицины,
Научный руководитель: Плотникова Ольга Васильевна канд. пед. наук, доцент кафедры общей и экспериментальной физики*

Ключевые слова: электрокинетические явления, электрофорез, зональный электрофорез в гелях генетика, нуклеиновые кислоты, секвенирование по Сэнгеру.

Электрофорез занимает сейчас центральное место среди методов исследования белков и нуклеиновых кислот. В современной научной литературе редко можно встретить статью, в которой бы на той или иной стадии фракционирования или характеристики этих биополимеров не был использован электрофорез. Метод позволяет разделять макромолекулы, различающиеся по таким важнейшим параметрам, как размеры (или молекулярная масса), пространственная конфигурация, вторичная структура и электрический заряд, причем эти параметры могут выступать как порознь, так и в совокупности.

Генетика – одна из наиболее быстроразвивающихся прикладных дисциплин в биологии и медицине. Генетики используют искусственные методы для модификации генетического материала живых организмов или клеток для получения новых соединений или для выполнения новых функций. И всегда на тех или иных этапах такого эксперимента необходимо использование электрофореза. Генетические методы, при анализе которых используют электрофорез, имеют значение для актуальных научных проектов, например, в сфере онкологии или эпидемиологии.

Именно поэтому электрофорез имеет большое прикладное значение, как метод в молекулярной биологии, а электрофорез ДНК и РНК заслуживает отдельного рассмотрения в сфере генетических исследований.

Электрофорез, как электрокинетическое явление. Электрофорез находит широкое применение в абсолютно разных сферах, являясь важнейшей разновидностью электрокинетических явлений.

Электрокинетическими явлениями называют перемещение одной фазы относительно другой в электрическом поле и возникновение разности потенциалов при течении жидкости через пористые материалы (потенциал протекания) или при оседании частиц (потенциал оседания). Перенос коллоидных частиц под действием приложенной разности потенциалов в электрическом поле называется электрофорезом.

При электрофоретическом движении частиц в электролите внешнее электрическое поле увлекает ионы подвижной части диэлектрической системы, заставляя слои жидкости, граничащие с частицами, перемещаться относительно поверхности частиц. Однако в силу массивности объема жидкости и малости взвешенных частиц эти перемещения сводятся в отсутствие внешних сил к движению частицы в покоящейся жидкости.

Электролитическая подвижность электрофореза может быть рассчитана по формуле:

$$U = \frac{U_0}{\Delta\varphi} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \zeta}{k \cdot \pi \cdot \eta \cdot l} \quad (1)$$

где:

U – электролитическая подвижность

U_0 – скорость электрофореза

ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды

ε_0 – электрическая постоянная, $8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н м}^2}$;

$\Delta\varphi$ – разность потенциалов, В;

ζ – электрокинетический потенциал, В;

k – коэффициент, зависящий от формы частиц;

η – вязкость дисперсионной среды, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$;

l – расстояние между электродами, м.

Явление обратное электрофорезу называют эффектом Дорна. Он связан с конвективным переносом ионов диффузной части диэлектрической системы при движении частицы в электролите. Возникающая разность потенциалов при осаждении дисперсной фазы получило название потенциала седиментации или оседания.

Применение явления электрофореза. Выделяют три основных типа электрофореза: электрофорез с подвижной границей, зональный электрофорез и стационарный (вытесняющий) электрофорез.

Электрофорез с подвижной границей (фронтальный) обеспечивает свободное перемещение заряженных частиц в буферном растворе. Различимы границы фронта движущегося белка. Стационарный (вытесняющий) устанавливает состояние равновесия, и ширина зон в дальнейшем не изменяется. Зональный обеспечивает разделение смесей на фракции и отдельные зоны. Его чаще всего используют в молекулярной биологии.

Электрофорез применяется в абсолютно разных сферах. Начиная от нанесения защитного покрытия на автомобили и заканчивая медицинскими приборами, использующими в своей работе принцип электрофореза для проникновения заряженных ионов в ткани организма.

Важнейшим аспектом применения электрофореза можно считать сферу научных исследований и медицинской диагностики. С помощью электрофореза можно определить белковый состав крови и других метаболических жидкостей организма.

Применение электрофореза в генетических исследованиях. В основе молекулярной биологии лежат современные методы физико-химической биологии. Данные методы позволяют получать в чистом виде генетический материал клетки, проводить с ним различные манипуляции, позволяющие идентифицировать как отдельные компоненты, так и целый геном организма. Важным в изучении функционирования живого организма является исследование функциональной активности генетического материала клетки.

Электрофорез является важной частью многих исследований в молекулярной биологии. В частности, он занимает значительную роль в генетических исследованиях, являясь одним из важнейших этапов многих экспериментов.

Метод зонального электрофореза в агарозном геле. Для анализа нуклеиновых кислот широко применяется метод зонального гель-электрофореза.

Физический принцип метода заключается в следующем. Находящиеся в буферном растворе макромолекулы обладают некоторым суммарным электрическим зарядом, величина и знак которого зависит от pH среды. Если через этот раствор начать пропускать электрический ток, то вдоль канала установится определенный градиент напряжения, т.е. сформируется электрическое поле.

Под действием поля макромолекулы в соответствии со своим суммарным зарядом мигрируют в направлении катода или анода, причем их трение об окружающую среду ограничивает скорость миграции. В зависимости от величины заряда и размеров молекулы приобретают различные скорости. Постепенно исходный препарат, состоящий из различных молекул, разделяется на зоны одинаковых молекул, мигрирующих с одинаковой скоростью.

В современных приборах рабочий канал заполняют гелем, наличие сетки которого вносит важную дополнительную деталь в электрофоретическую миграцию молекул.

В ходе электрофореза зоны макромолекул остаются невидимыми. Для наблюдения за процессом в исходный препарат добавляют краситель, молекулы которого несут электрический заряд того же знака, что и фракционируемые молекулы, но не взаимодействуют с ними.

Когда окрашенная зона доходит до конца гелевой пластины, электрофорез прекращают. Разделившиеся зоны биополимеров во избежание их диффузии немедленно фиксируют. Для этого гель извлекают и вымачивают в смеси, кислоты выпадают в осадок в том месте, где закончилась их миграция в ходе электрофореза.

После фиксации проводят окрашивание зон путем вымачивания геля в растворе красителя, прочно связывающегося с белком или нуклеиновой кислотой. Излишек красителя удаляют.

Установка для электрофореза нуклеиновых кислот содержит источник тока, преобразующий переменный ток в постоянный. Источник тока позволяет изменять напряженность электрического поля. Разумный компромисс между скоростью и качеством фореа для высококачественных или препаративных фореа: $\sim 2\text{V}/\text{cm}$. Для аналитических фореа приемлемое качество сохраняется до $\sim 6\text{V}/\text{cm}$

К источнику тока присоединены два кабеля, которые впоследствии представляют из себя катод и анод – полюса, к которым бегут заряженные молекулы.

Далее следуют два резервуара для буферных растворов, которым подключены катод и анод.

Для пластинки геля используется отдельное пространство, также заполненное буферным раствором электролитов.

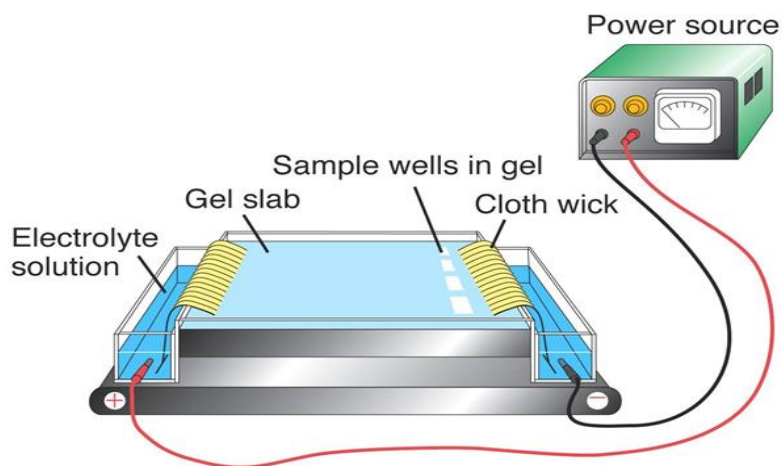


Рис.1 Установка для горизонтального электрофореза нуклеиновых кислот

Для электрофореза нуклеиновых кислот используют горизонтальные гелиевые пластинки. Для горизонтального электрофореза нуклеиновых кислот чаще всего используют пластины из агарозного геля.

Электрофорез занимает центральное место в генетических исследованиях. Без него невозможно визуализировать результаты большинства генетических экспериментов, которые применяются в каждой генетической лаборатории.

Генетические исследования с использованием электрофореза. Самую главную позицию среди генетических методов занимает – полимеразная цепная реакция (ПЦР). Она является исходной для всех генетических исследований. Сразу за ПЦР следует секвенирование, которое по своей сущности в одном приборе совмещает и ПЦР, и электрофорез.

Суть полимеразной цепной реакции (ПЦР) заключается в амплификации (умножении) в пробирке определенного участка ДНК в процессе повторяющихся температурных циклов.

Для того, чтобы амплифицировать нужный участок молекул нуклеиновых кислот подбирают специальные олигосахариды (праймеры), которые цепляются за нужный участок и позволяют копировать его. Для генетики метод ПЦР самый важный и самый распространённый. Его используют для выделения и клонирования генов, диагностики генетических и инфекционных заболеваний, определения отцовства и для многих других целей.

Для визуализации абсолютно всех этапов ПЦР необходимо использование ранее описанного метода гелиевого электрофореза в горизонтальных камерах.

Рассмотрим результаты электрофореза ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) после проведения ПЦР. На рис.2 представлен результат ПЦР по клонированию участка гена 16S.

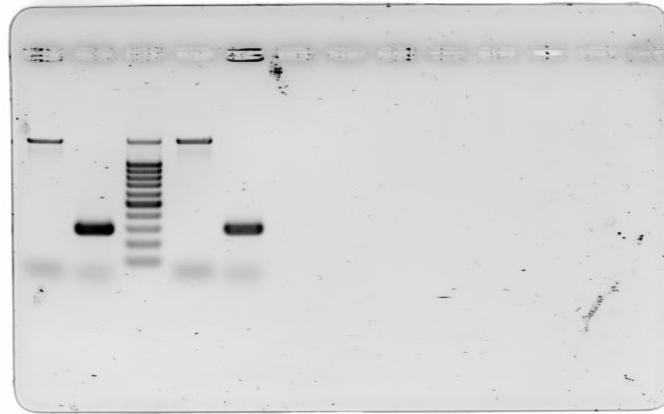


Рис.2 Электрофореграмма в агарозном геле результата ПЦР по клонированию участка гена 16S (2 и 5 лунки) и всего гена (1 и 4 лунки).

На электрофореграмме видно, что некое количество ДНК распределилось по молекулярной массе. Определяется молекулярная масса по специально подготовленному образцу с заданным количеством нуклеотидов и примерно одинаковым распределением молекулярной массы у этих нуклеотидов. Образец, залит в лунку номер 3. Верхняя граница образца соответствует 1000 парам нуклеотидных оснований. Нижняя граница соответствует 100 парам нуклеотидных оснований. Исходя из электрофореграммы, можно сказать, что клонированный ген 16S полностью содержит около 1000 пар нуклеотидных оснований, а его клонированный участок содержит всего около 300 пар нуклеотидных оснований, которые суммарно имеют большую молекулярную массу (т.к. полосы жирные). Таким методом по длине определенных аллелей (участков) генов В (АРОВ), D17S5) и D1S80 определяют отцовство. Если длины и молекулярные массы проверяемого аллеля (участка гена) у двух образцов совпадают более, чем на 90%, то генетическое отцовство будет доказано. Также этот метод используется в криминалистике для идентификации личности, но применяется реже, чем метод секвенирования, потому что обладает меньшей специфичностью и является менее точным.

В научных и медицинско-диагностических целях используют аллель-специфичную ПЦР, которая помогает обнаружить полиморфизмы в определенных генах. Проще говоря, выявлять мутации в разных заболеваниях. Например, сейчас актуально проводить исследования с выявлением предрасположенности к онкозаболеваниям. Выявление таких мутаций у уже заболевших позволяет врачам более точно подобрать терапию для пациентов.

Более продвинутой модификацией полимеразной цепной реакции является секвенирование.

При секвенировании в одном приборе совмещают как ПЦР (но с более специфичными реагентами) так и электрофорез (но немного в другой форме, нежели электрофорез в горизонтальных камерах на агарозном геле). Прибор для секвенирования состоит из термостата для проведения ПЦР, капилляров, в которые заливают образцы с гелем для электрофореза, лазерного источника света и считывающего устройства для визуализации результатов.

Гель выбирается с более специфичной и избирательной проницаемостью, нежели агарозный гель, что позволяет получить больше фракций при разделении. А праймеры подбираются с флуоресцентной основой для того, чтобы при вспышке света прибор записывал показания.

Результат работы секвенатора — хроматограмма, в которой совмещены вспышки со всех капилляров сразу.

Рассмотрим пример хроматограммы секвенатора.



Раздел 2. Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ С НИЗКИМ КОНТАКТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

*Алексеев Иван Ильич, Говорухин Никита Васильевич,
Максименко Александр Вячеславович*

Инженерная школа, кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, старший преподаватель

Ключевые слова: материалы, контакты, сопротивление.

Широкое применение в контактах получили металлы платиновой группы. Контакты, изготовленные из платины в чистом виде, имеют низкое и стабильное переходное сопротивление, но подвержены мостиковой эрозии. Поэтому платину чаще используют в кантатах в виде сплавов с никелем и иридием. Вместо сплава платина-иридий применяют более экономичный сплав платина-рутений. Палладий получил применение в виде гальванических покрытий контактов, а также в сплавах с серебром. Также используется сплав палладий-иридий, который не уступает сплавы платина-иридий, в свою очередь гораздо дешевле.

Широкое применение в контактах из-за своего низкого сопротивления получило серебро. В чистом виде серебро не используется так как в атмосфере на серебре образуется токонепроводящая пленка из сульфидов серебра. Поэтому серебро легируют для повышения стойкости к потускнению. Для легирования используют такие элементы как: кадмий, цинк, олово, сурьма. Однако такие сплавы при низких нагрузках имеют недопустимо высокое переходное сопротивление. В этих случаях применяют сплав серебра с палладием. Контактное сопротивление такого сплава уменьшается с увеличением содержания палладия. Палладий также улучшает износостойкость контактов.

В низковольтной аппаратуре широкое применение нашли контакты из композиции «серебро-кадмий». Контакты обладают надежностью при повышенных нагрузках и обеспечивают стабильно низкое переходное сопротивление. Наравне с контактами из сплавов «серебро-окись кадмия» используются контакты из композиции «серебро-окись меди».

Для обеспечения низкого и устойчивого контактного сопротивления используют также сплавы серебро-никель и серебро-кадмий-никель.

Чистые металлы имеют как положительные свойства, так и отрицательные и они не удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к контактам. Получение материала с необходимыми свойствами стало возможным благодаря порошковой металлургии. Полученные с помощью этого метода материалы обладают физическими свойствами входящих в него металлов. Для обеспечения дугостойкости металлокерамики используют вольфрам и молибден. Добавление меди или серебра обеспечивает стабильное и низкое контактное сопротивление. Металлокерамика дороже чем контакты из чистых металлов, однако окупается за счет увеличения срока службы.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Афанасьев Роман Олегович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники.

Научный руководитель: Туркин Дмитрий Геннадьевич, доцент

Ключевые слова: силовой трансформатор, трансформаторный парк, нормированный срок службы, аварийные ситуации, экономический ущерб, совершенствование методов диагностики.

В настоящее время положение в мировой энергетике характеризуется некоторыми особенностями, объясняющими повышенное внимание к надежности работы оборудования энергосистем, и в том числе силовых трансформаторов. Однако, старение трансформаторного парка приводит к увеличению числа их повреждений. Ситуация усугубляется ростом энергопотребления во всем мире, в результате чего нагрузка и без того изношенных трансформаторов возрастает.

Рост повреждаемости при работе за пределами нормированного срока службы увеличивает расходы на текущий ремонт оборудования, повышает вероятность аварийного выхода из строя, в следствие чего - растет объем профилактических мероприятий. В условиях рыночной конкуренции снижение рентабельности оборудования приводит к потерям значительно большим, чем расходы на ремонты - к потере конкурентоспособности.

Решением данной проблемы, как в 1960–1970 годы, так и в наше время, является замена силовых трансформаторов. Реализации этих планов мешают существенные недостатки такой стратегии: большие единовременные капитальные вложения и значительное недоиспользование ресурсов.

По данным ПАО «РОССЕТИ», на данный момент на территории РФ располагаются около 7 тысяч электростанций, 15 тысяч подстанций и 484 тысяч распределительных/трансформаторных пунктов. На территории всех этих объектов эксплуатируются силовые трансформаторы напряжением от 6 до 1150 кВ и установленной мощностью до 4000 МВА. В 2005 г. около половины трансформаторов превысило определяемые стандартами минимальные сроки службы.

В настоящее время выработали свой ресурс около:

- 35% трансформаторов, установленных в МЭС Центра и Северо-Запада, через 5-10 лет доля таких аппаратов увеличится соответственно примерно до 65 и 58%.
- 45% трансформаторов МЭС Сибири, 27-28% трансформаторов МЭС Волги, 18% МЭС Урала и Востока. Существенно ухудшится ситуация через 5-10 лет, когда отработают от 40 до 45% трансформаторов МЭС Центра, Волги и Урала, 65% трансформаторов МЭС Востока и 85% трансформаторов МЭС Сибири.
- 40% трансформаторов тока, установленных в МЭС Центра, Урала, Сибири, причем через 5 лет практически на всех ПС 500 кВ ПАО «ЕЭС» 50% всех трансформаторов тока отработают свой срок службы, но уже сейчас 12% трансформаторов тока МЭС Центра в работе более 40 лет.
- от 20 до 30% трансформаторов напряжения, через 5 лет их количество увеличится от 40 до 60%. Уже проработали 30 лет и больше 10% трансформаторов напряжения МЭС Центра и 20% аппаратов МЭС Волги и Урала. МЭС 330 кВ ПАО «ЕЭС» включает 8 подстанций МЭС Центра, 18 ПС МЭС Северо-Запада и 12 ПС МЭС Юга.

Так же, к настоящему времени повсеместно выработали свой ресурс примерно 15% установленных реакторов. Однако в сравнении с трансформаторами, ситуация различна. Через 5 лет будут непригодными к работе 80% реакторов МЭС Востока, в то время как для МЭС Волги - не более 20%, а для МЭС Урала и Центра - 25%.

Аварийные ситуации, экономический ущерб

Информацию о повреждениях трансформатора обычно распределяют по следующим позициям:

- год, в котором произошло повреждение;
- мощность повреждённого трансформатора;
- причина возникновения повреждения;
- возраст повреждённого трансформатора;
- место применения повреждённого трансформатора;
- экономический ущерб, связанный с повреждением трансформатора;
- экономический ущерб для конечного потребителя электроэнергии.

Далее в тексте будет рассмотрен анализ повреждений силовых трансформаторов на территории РФ за период с 2010 по 2015 год.

Распределение количества аварий по годам и экономические потери от повреждений оборудования и перерывов в электроснабжении представлены в таблице 1.

Наибольшее число повреждений произошло на сетевых подстанциях. Данные по количеству повреждений и причинённому ущербу по месту установки трансформаторов отражены в таблице 2.

Распределение повреждений по причине их возникновения приведено в таблице 3.

Возраст изоляции и возраст трансформатора — категории неидентичные, так как старение изоляции обусловлено не только календарным временем, но и во многом условиями работы. Состояние изоляции в значительной степени зависит от следующих факторов: температура, напряжённость электрического и магнитного полей, механические воздействия. По этой причине повреждения по возрасту трансформатора вынесены в отдельный пункт. Распределение повреждений по возрасту трансформатора приведено в таблице 4.

Таблица 1. Количество повреждений трансформаторов и экономические потери.

Год	Количество аварий	Потери от повреждения оборудования, USD	Потери от перерывов в электроснабжении, USD	Суммарные потери, USD
2011	19	25 036 673	15 742 834	40 779 507
2012	25	24 897 114	35 121	24 932 235
2013	15	36 994 202	397 389	37 391 591
2014	20	56 858 084	93 323 695	150 181 779
2015	15	19 453 016	13 890 684	33 343 700
Итого	94	163 239 089	123 389 722	286 628 811

Таблица 2. Потери по месту применения трансформаторов.

Год	Повышающий генераторный		Промышленность		Сетевые подстанции		Общее число за год	
2011	29 201 329	3	2 239 393	4	9 338 785	12	40 779 507	19
2012	15 800 148	8	3 995 229	6	5 136 858	11	24 932 235	25
2013	3 031 433		24 922 958	4	9 437 200	7	34 070 926	115
2014	123 417 788	0	24 724 182	4	2 039 810	6	150 181 779	20
2015	32 082 501	1	-	-	1 261 199	4	33 343 700	15
Итого	203 533 199	36	55 887 762	18	27213851	40	286 628 811	94

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Таблица 3. Распределение экономических потерь и повреждений по причине их возникновения.

Причина возникновения повреждения	Количество	Экономический ущерб, USD
Повреждения изоляции	24	149 967 277
Проектирование, материал, установка	22	64 696 051
Неизвестно	15	29 776 245
Загрязнение масла	4	11 836 367
Перегрузка	5	8 568 768
Возгорание/взрыв	3	8 045 771
Сетевые перенапряжения	4	4 959 691
Ошибки при обслуживании	5	3 518 783
Заливание водой	2	2 240 198
Плохие контакты	6	2 186 725
Удар молнии	3	657 935
Увлажнение изоляции	1	175 000
Итого	94	286 628 811

Таблица 4. Экономические потери, связанные с возрастом трансформатора.

Возраст на момент повреждения	Количество	Экономический ущерб, USD
до 5	9	11 246 360
от 6 до 10	6	22 465 881
от 11 до 15	9	3 179 291
от 16 до 20	9	10 518 283
от 21 до 25	10	16 441 930
более 25	16	15 042 761
нет данных	35	207 734 306
Итого	94	286 628 811

Описанные выше повреждения трансформаторов и связанные с ними ущербы свидетельствуют об актуальности решения данного вопроса. В связи с этим, разработка и внедрение трансформаторов и автотрансформаторов базируются на применении новых технических решений, использовании лучших отечественных и импортных материалов, опыта передовых фирм.

Основными направлениями разработки трансформаторов нового поколения являются:

- совершенствование параметров;
- повышение технического уровня на базе пользования результатов научных исследований, новых методик расчета и т.п.
- совершенствование методов диагностики состояния трансформатора для обеспечения оптимизации его жизненного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1.Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. М.: НЦ Энас, 2002. 216 с.
- 2.Макаревич Л.В., Шифрин Л.Н., Алпатов М.Е. Современные тенденции в создании и диагностике силовых трансформаторов больших мощностей // Изв. Акад. наук. Энергетика. 2008. № 1. С. 45-69.
- 3.Хлыстикова А.В, Игнатъев И.В. Проблемы надежности работы силовых трансформаторов. Системы. Методы. Технологии. 2013 № 3 (19) с. 117-120.
- 4.<http://www.rosseti.ru>

ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА

Башмакова София Дмитриевна

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: магнитное поле, магнитное излучение, воздействие на человека.

Нас и нашу Землю защищают магнитное поле и атмосфера. Магнитное поле, окружающее Землю, играет очень важную роль. Оно хранит нас от губительной радиации, управляет погодой, жизнедеятельностью населяющих ее организмов. Но в последнее время магнитное поле начинает существенно меняться. Ученые всего мира ведут наблюдения за магнитным полем Земли. Понимание происходящих процессов очень важно и актуально для всего живого на Земле, а значит и для всего человечества.

Магнитное и электрическое поля часто рассматриваются вместе, являясь, так сказать, двумя сторонами одной медали. Оба этих поля имеют много общего. Например, их обоих создают электрические заряды. На любые электрически заряженные тела действует кулоновская сила. Её ещё называют силой электростатического взаимодействия.

Магнитное поле, как и электрическое, является векторным. Если электрическое поле создаётся любыми заряженными телами, то магнитное поле создаётся только движущимися зарядами. Таким зарядом может быть имеющая скорость частица ток, ведь ток – это направленное движение заряженных частиц, металлическое тело, движущееся со скоростью. В этом случае в роли зарядов будут электроны, которые движутся вместе с самим телом. Напряжённость магнитного поля прямо пропорциональна скорости заряда и его значению. Как только заряд будет остановлен, магнитное поле исчезнет.

И электрическое, и магнитное поля являются силовыми. Это значит, что в каждой точке пространства, где действует это поле, на заряд действует определённая для этой точки сила. В другой точке эта сила будет другой. Электромагнитное поле действует на заряженные тела и частицы, но при этом электрическое поле действует на все заряды, а магнитное – только на движущиеся.

Житель планеты Земля постоянно находится под воздействием магнитного поля. Человеческое тело обладает собственным магнитным полем, различным для разных органов. Внешние магнитные поля в значительной мере определяют состояние наших внутренних магнитных полей. Поэтому очень важно поддержание баланса между внешними и внутренними магнитными полями.

Электромагнитное поле человека образуется в различных клетках органов, нервной системы и крови. Так нейроны в нервной системе являются носителями электрического заряда, а в клетках имеются ионы (заряженные частицы) металлов. Следовательно, все эти компоненты чувствительны к магнитным полям.

Врачи и ученые эксперты отмечают влияние магнитного поля на кровеносно-сосудистую систему человека, эффективность переноса кислорода кровью, транспортировку питательных веществ. На магнитные поля реагирует и многие другие системы организма: эндокринная, сердечно-сосудистая, дыхательная, костно-мышечная и пищеварительная системы, органы чувств и кровь. Наиболее чувствительной к магнитному полю является нервная система.

Обычно изменения возникают у лиц, по роду своей работы постоянно находившихся под действием магнитных излучений с достаточно большой интенсивностью (ЛЭП, электро-транспорт, трансформаторные подстанции и т.п.).

Большое число исследований, выполненных в России, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию магнитного поля. У людей, имеющих контакт с магнитным полем, изменяется нервная деятельность, ухудшается память. Эти лица могут иметь склонность к развитию

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

стрессорных реакций, таких, как головные боли, постоянная усталость, резкие перемены настроения, угнетенное состояние, высыпания на коже, нарушения сна, потеря аппетита.

Высокую чувствительность к магнитному полю проявляет нервная система эмбриона. Возрастает риск нарушения формирования нервной системы плода.

При воздействии магнитного поля нарушаются процессы формирования иммунитета, чаще — в сторону их угнетения. Может происходить изменение белкового обмена, наблюдается определенное изменение состава крови. Возможно образование в организме антител, направленных против собственных тканей.

В работах советских ученых еще в 1960-е годы показано, что при действии магнитного поля, как правило, происходила стимуляция самой главной эндокринной железы, расположенной в головном мозге, — гипофиза. Это приводит к увеличению количества выработки гормонов других желез — надпочечников, в том числе стрессорного гормона — адреналина, в результате чего организм хуже адаптируется к физическим факторам внешней среды (высокие температуры воздуха, недостаток кислорода и т.д.).

Человеческий организм живет в так называемом циркадном ритме — это 24-часовой цикл. Самое важное в этом цикле – смена сна и бодрствования. Это такие биологические часы внутри организма. Сбивать их ритм нельзя, так как это чревато различными заболеваниями психики и жизненно важных органов. Циркадные ритмы в норме создают циркадный баланс — это состояние, когда у человека прекрасное самочувствие, человек чувствует себя физически здоровым, у него прекрасный аппетит, отличное настроение, его организм отдохнувший и полон энергии. Это значит, что человек находится в ритме, согласованном с природой. Но когда циркадный баланс отсутствует, это оставляет свой отпечаток на здоровье организма.

Так вот циркадный ритм напрямую зависит от магнитного поля Земли. Но не только от него. Также и любые магнитные поля техногенного и естественного происхождения оказывают влияние на циркадные ритмы, что в итоге сказывается на общем состоянии. У человека при кратковременном его пребывании в немагнитной среде немедленно изменяется реакция центральной нервной системы.

В природных условиях человек подвержен лишь естественным электромагнитным полям, на которые он настроился на протяжении всего процесса эволюции на планете Земля. Когда же в этот процесс взаимодействия вмешиваются искусственные источники магнитных, электрических и электромагнитных полей, то происходит нарушение синхронизации. Получается, что наша электронная цивилизация уводит людей от природных ритмов и нарушает нашу связь с природой, Землей и Солнцем.

В среднем магнитное поле Земли изменяется с частотой в 8 Гц. Наш организм уже настроен на то, чтобы воспринимать эту частоту, и считает её естественным фоном. Наши клетки, таким образом, являются чувствительными к данной частоте воздействия магнитного поля. Магнитное поле в диапазоне 5 — 10 Гц изменяет время реакции мозга человека на многие другие внешние воздействия (при увеличении поля на фундаментальной частоте магнитосферы Земли (8 Гц) время реакции человека уменьшается на 20 мс, а при наличии нерегулярных колебаний магнитного поля с частотой 2 — 6 Гц время реакции увеличивается на 15 мс). Исследования показали, что при воздействии на человеческий организм кратковременного переменного магнитного поля с частотой 0,01 — 5 Гц происходит резкое изменение характера электроэнцефалограммы мозга человека. Под воздействием слабых переменных магнитных полей у человека возрастает частота пульса, начинает болеть голова, ухудшается самочувствие и чувствуется слабость во всём организме.

Во время магнитных бурь на Земле низкочастотные вариации геомагнитного поля будут воздействовать на самочувствие и здоровье людей. Экспериментально было выявлено, что от возмущенности магнитного поля Земли зависит частота сердечного ритма, давление и содержание лейкоцитов в крови. При высокой солнечной активности концентрация лейкоцитов падает, и наоборот.

Магнитные поля воздействуют на весь организм человека — в той или иной степени подвергаются воздействию все системы. Поэтому реакция организма на бурю зависит от его состояния — больного или здорового. Здоровый организм адаптируется к воздействию магнитных полей, но чем сильнее он заболевает, тем существеннее становится воздействие. Организму, ослабленному продолжительной болезнью, даже незначительное, слабое воздействие может нанести существенный урон.

Это особенно видно на примере больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. Во время геомагнитных бурь у здоровых молодых людей замедляется свертываемость крови, в крови уменьшается количество лейкоцитов и тромбоцитов, увеличивается скорость оседания эритроцитов и активность тромбообразования. На больных этот эффект сказывается критическим образом. Исследования показали, что в день прохождения магнитной бури и на протяжении ближайших 1-2 дней после неё сильно возрастает количество обращений людей с сердечно-сосудистыми проблемами.

Доктор биологических наук Петр Василик обнаружил, что в периоды усиления магнитного поля Земли рост человека замедлялся, но сейчас человечество переживает период спада активности магнитного поля планеты и, соответственно, этим Василик объясняет наблюдаемую сегодня акселерацию. А по мнению японского ученого и врача Киочи Накагавы, слабеющая геомагнитная активность является причиной многих расстройств: плохого сна, потери аппетита, снижения иммунитета, склонности к частым заболеваниям, болезням суставов, кожи, мочеполовой системы, нервозности и общей слабости. Теория Накагавы получила название «Синдром дефицита магнитного поля». Впрочем, дефицит магнитного поля может быть вызван искусственно. Например, в космическом корабле или в подводной лодке создается эффект экранирования магнитного поля. У людей, попавших в такие условия на длительное время обнаруживались значительные нарушения функциональных показателей, наблюдалось снижение обмена веществ и уменьшение общего количества лейкоцитов в крови, а также появлялись предвестники различных заболеваний.

ЛЭП. Стоит держаться подальше от высоковольтных ЛЭП. Прежде всего, вокруг источников электромагнитного поля промышленной частоты должна быть отведена санитарно-защитная зона. Размер этой зоны определяется законодательно и установлен в зависимости от напряжения, идущего по ЛЭП, от 10 до 55 м. Поскольку простому обывателю трудно определить, каково напряжение конкретной ЛЭП, то лучше всего не приближаться к ним ближе чем на 55 м, а еще лучше — держаться в радиусе 100-150 м. При этом не следует пугаться ЛЭП, идущих вдоль дорог, так как все исследования говорят о вреде длительного воздействия магнитных полей.

Те же меры предосторожности приводятся для крупных трансформаторных подстанций.

Телебашни и передающие радиотехнические объекты различного характера. Действует все то же золотое правило — обходим стороной. Нужно отметить, что эти объекты, как правило, имеют санитарно-защитную зону намного большую, чем ЛЭП. В данном случае речь может идти о расстояниях в 1,5-6 км.

Транспорт на электрической тяге. Максимально опасные зоны в данном случае находятся в кабинах машинистов и около края платформы. Поэтому, ожидая электропоезда или поезда метрополитена, лучше отойти подальше от края платформы.

Бытовые приборы. Поскольку в наших домах, как паутина, повсюду тянется электропроводка, мы постоянно пользуемся бытовыми приборами, необходимо помнить простые правила безопасности: отдалять источник излучения, минимизировать количество источников, сокращать время воздействия. Одно из главных правил дома — не включать сразу всю бытовую технику: не стоит устраивать электромагнитную бурю.

Электропроводка. Лучше, если электрическая проводка экранированная, т.е. выполнена с использованием специальных экранированных кабелей, имеющих дополнительные обмотки, препятствующие распространению магнитного излучения наружу, и идет по полу, чем на расстоянии 1-1,5 м от пола, находясь как раз на уровне головы спящего человека. Не стоит

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

в изголовье кровати помещать розетки. Кровать для ночного отдыха рекомендуется максимально удалять от источников продолжительного облучения, расстояние до распределительных шкафов, силовых электрокабелей должно быть 2,5-3 м, даже если они находятся за стеной.

Лифт. При работе лифта создается очень большое по интенсивности электромагнитное поле. По возможности следует выбрать квартиру максимально удаленную от лифта.

Телефоны радио- и сотовые. Вредное влияние магнитного поля, образуемого как мобильным, так и обычным радиотелефоном, зависит от мощности телефона. Более мощные телефоны оказывают более негативное воздействие. Существуют исследования, которые показывают возрастающий риск раковых заболеваний мозга при злоупотреблении (более 3-5 минут непрерывного разговора, более 30 минут в день) сотовым телефоном. Другие исследования показывают повышенную утомляемость, нервозность.

Персональные компьютеры. Излучение исходит не только от монитора, но и от системного блока. Если ПК стоят друг за другом, то минимальное расстояние между ними должно быть 2 м, если бок о бок — 1,2 м. Рабочее место не должно попадать в зону излучения от задней панели любого монитора, так как там оно максимально. Важно выбрать качественный современный монитор, отвечающий всем стандартам безопасности. С точки зрения магнитного излучения ЖК-монитор для пользователя безопаснее, излучение есть по электрической составляющей от стенки, но оно меньше.

СанПиН. Оценка и нормирование переменного магнитного поля осуществляется по уровню магнитного поля дифференцированно в зависимости от времени его воздействия на работника за смену для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия.

ПДУ напряженности (индукции) ПМП на рабочих местах представлены в таблице 1.

Таблица 1. ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

Предельно допустимые уровни напряженности периодического магнитного поля 50 Гц.

Предельно допустимые уровни напряженности периодических (синусоидальных) МП устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (таблица 2).

Таблица 2. ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
1	1600 / 2000	6400 / 8000
2	800 / 1000	3200 / 4000
4	400 / 500	1600 / 2000
8	80 / 100	800 / 1000

Магнитное поле влияет, в основном магнитными бурями, на человека. Они оказывают избыточное давление на атмосферу Земли, под действием солнечного ветра, в результате вспышек на Солнце и сопровождающих их выбросов потоков заряженных частиц.

Мы не в силах предотвратить и уменьшить вредное влияние магнитных бурь на собственный организм. Наша задача вести здоровый образ жизни, так как больной человек воспринимает отрицательное влияние магнитного поля тяжелее, чем здоровый. Мы должны к этому стремиться.

Так же не следует забывать, что все описанные исследования и негативные последствия воздействия магнитного поля приводились для случаев непрерывного длительного или периодического длительного облучения. Также важно помнить о том, что максимальный вред наносится при комбинированном и суммарном воздействии от нескольких источников. Общее правило для всех вредных воздействий: ослабить их, насколько это возможно, минимизировать количество источников воздействия, сократить время воздействия.

Но так же помимо негативных воздействий, магнитные излучения успешно применяются в медицине для лечения многих заболеваний, например различных опухолей, варикозного расширения вен, гипертонической болезни, лечения заболеваний ЛОР-органов и органов дыхания, в косметических целях, для лечения воспалительных заболеваний мышц, суставов, периферической нервной системы, при лечении ушибов, переломов, остеохондроза позвоночника, гинекологических и урологических заболеваний и многих других. Поэтому главное — быть предусмотрительными и соблюдать осторожность.

Бесчастнов Виктор Андреевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники»

Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электромагнитный терроризм, критически важные объекты информатизации, средства силового деструктивного воздействия, экранирование, фильтрация, заземление.

Качественное развитие электротехники и электроники по своей сути внесло большой вклад в научно-технический прогресс, вызвало научно-техническую революцию и изменило теоретическую концепцию общества, спровоцировав переход от индустриально-го/постиндустриального к информационному обществу. Появление качественно новых технических средств (ТС) и оборудования, использование высокоскоростных электронно-вычислительных машин (ЭВМ), использование радиопередачи информации, насытили окружающее пространство электромагнитными полями различных параметров. Для обеспечения нормальной работы всего оборудования в условиях текущей электромагнитной обстановки, применительно к конкретным условиям эксплуатации, были разработаны директива по электромагнитной совместимости (ЭМС) и различные стандарты. Однако, такое развитие позволило открыть новую ветку в терроризме, привнеся в него понятие электромагнитного терроризма (ЭМТ).

1. Электромагнитный терроризм.

Новая угроза в информационно-энергетической среде

1.1. Появление и значение

С появлением возможности создавать малое по объему оборудование, которое может использоваться для генерирования коротких, интенсивных электромагнитных импульсов, возникла опасность электромагнитного терроризма. Эти импульсы способны повреждать электронное оборудование, поэтому электромагнитный терроризм требует рассмотрения в течение планируемых процедур испытаний на соответствие требованиям ЭМС и учета при комплексной безопасности критически важные объекты информатизации (КВОИ).

Электромагнитный терроризм (ЭМ-терроризм) является намеренным (злонамеренным) генерированием электромагнитной энергии, которая в виде шума или сигналов внедряется в электрические и/или электронные системы для террористических или преступных целей, приводя к нарушению функционирования или повреждению этих систем. ЭМ-терроризм может расцениваться как один из типов наступательной информационной войны.

Электронные компоненты типа микропроцессоров работают на все более и более высоких частотах и с более низкими напряжениями и, таким образом, все более и более восприимчивы к электромагнитным возмущениям. Одновременно наблюдается значительный прогресс в развитии радиосистем, совершенствовании их антенн, увеличении разнообразия оборудования, способного к генерированию очень коротких радиоимпульсов, которые могут разрушать сложную электронику системы телекоммуникаций.

Электромагнитный терроризм может быть привлекателен для злоумышленников, потому что он может быть предпринят тайно, анонимно и на некотором расстоянии от физических барьеров (систем охраны периметров, стен). Он может охватывать большое число целей и оставлять незначительные следы или действовать бесследно.

Оружие или устройства могут быть двух основных типов. Это могут быть микроволновые устройства высокой мощности, генерирующие мощные излучения в узкой полосе частот, которые могут вызывать существенные повреждения, или устройства, которые работают в широкой полосе. Подобные устройства наиболее вероятно вызовут сбой, если не серьезное повреждение. Поскольку интенсивность электромагнитного поля уменьшается пропорционально квадрату расстояния, то главный фактор, который следует принимать во внимание – расстояние между оборудованием и потенциальным источником опасности.

1.2. Классификация ЭМ-терроризма

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Современные технические средства силового деструктивного воздействия (СДВ) являются по существу электромагнитным оружием, которое способно дистанционно и без лишнего шума поразить практически любую систему безопасности. Главное в этом случае – обеспечить соответствующую мощность электромагнитного импульса. Проведенный анализ показывает, что силовое деструктивное воздействие на компьютер или любое другое электронное оборудование системы безопасности с учетом среды передачи энергии деградации можно классифицировать на три основных канала силового деструктивного воздействия (КСДВ): по сети питания; по проводным линиям; по эфиру с использованием мощных коротких электромагнитных импульсов.

1.2.1. Воздействие по сети питания

Результаты оценки устойчивости элементов типового блока вторичного источника питания показывают, что традиционные ВИП недостаточны для защиты компьютеров и технических средств безопасности от СДВ. Между сетью питания и ВИП, как правило, устанавливается дополнительное устройство защиты (источник бесперебойного питания (UPS), стабилизатор, фильтр, сетевой кондиционер и т. п.), которое также необходимо учитывать при оценке устойчивости к СДВ. Обычно при СДВ по сети питания UPS выходит из строя, причем в этом случае срабатывает байпас и через него энергия СДВ достигает цели в обход UPS. Кроме того, у тиристорных стабилизаторов, корректоров напряжения, переключателей сети при СДВ происходит самопроизвольное отпирание тиристоров вопреки штатному алгоритму схемы управления с аварийным отключением или выходом из строя. Для осуществления СДВ используются специальные технические средства, которые подключаются к сети с помощью гальванической связи через конденсатор или с помощью индуктивной связи через трансформатор. В качестве примера высокой эффективности СДВ можно назвать относительно недорогие устройства с электролитическими конденсаторами, имеющие удельную объемную энергию, равную 2000 кДж/м³. Подобное устройство, размещенное в обычном кейсе, способно вывести из строя до 20 компьютеров одновременно. Ориентировочная стоимость такого кейса составляет 10 000–15 000 долл. Еще большую эффективность имеют молекулярные накопители (ионисторы), удельная объемная энергия которых достигает 10 МДж/м³. Технические средства СДВ, содержащие ионисторы, уже способны вывести из строя все компьютеры большого вычислительного центра. Стоимость такого технического оборудования ориентировочно составляет 50 000 долл. (стоимость и энергетические параметры СДВ приведены для оценки эффективности защиты).

1.2.2. Воздействие по проводным каналам

Для СДВ по проводным линиям требуется энергия на несколько порядков ниже, чем сети питания, и деструктивное воздействие может быть реализовано с помощью относительно простых технических средств, обеспечивающих высокую вероятность вывода объекта атаки из строя. Например, в составе некоторых средств деструктивного воздействия в качестве инжекторов могут быть использованы конструкционные элементы здания, канализация, водопровод, сеть питания объекта и т. п.

1.2.3. Воздействие по эфиру

Наиболее скрытным и эффективным является канал силового деструктивного воздействия по эфиру с использованием мощного короткого электромагнитного импульса. В этом случае можно реализовать достаточно компактные электромагнитные технические средства СДВ, размещаемые за пределами объекта атаки и для маскировки на достаточном удалении от коммуникаций.

Анализ показывает, что наиболее опасными СДВ для интегрированных систем являются технические средства силового деструктивного воздействия по эфиру с использованием электромагнитного импульса (электромагнитные СДВ). Особенно это относится к мощным мобильным техническим средствам СДВ, деструктивное действие которых может осуществляться с неохраняемой территории. К сожалению, недостаток открытой информации по данному виду СДВ существенно усложняет их классификацию.

1.2.4. Устройства реализации ЭМ-терроризма

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

На основании анализа возможностей использования технических средств СДВ можно отметить, что наиболее удобными в применении являются высокочастотные средства СДВ, в числе которых магнетроны, клистроны, гиротроны, лазеры на свободных электронах, плазменно-лучевые генераторы, а также рассмотренные выше виркаторы, имеющие низкий КПД (единицы процентов), но легче всего перестраиваемые по частоте. Наиболее широкополосными являются плазменно-лучевые генераторы. Особенность гиротронов – работа в миллиметровом диапазоне с высоким КПД (десятки процентов).

В настоящее время основным каналом силового деструктивного воздействия продолжает оставаться сеть питания. Это объясняется, прежде всего, тем, что данный канал более прост в использовании и требует меньше финансовых и энергетических затрат.

1.3. Опасность ЭМ-терроризма

Обычно выделяют три основных вида угроз безопасности – это угрозы раскрытия, целостности и отказа в обслуживании.

Угроза раскрытия заключается в том, что информация становится известной тому, кому не следовало бы ее знать. В терминах компьютерной безопасности угроза раскрытия имеет место всякий раз, когда получен доступ к некоторой конфиденциальной информации, хранящейся в вычислительной системе или передаваемой от одной системы к другой. Вместо слова «раскрытие» часто используются термин «утечка» и соответственно термин «канал утечки информации». Электромагнитный канал утечки информации представляет собой значимую угрозу информационной безопасности.

Угроза целостности включает в себя любое умышленное изменение (модификацию или даже удаление) данных, хранящихся в вычислительной системе или передаваемых из одной системы в другую. Обычно считается, что угрозе раскрытия подвержены в большей степени государственные структуры, а угрозе целостности – деловые или коммерческие. Появление новых технических возможностей по генерации, усилению и излучению мощных сверхширокополосных (СШП) электромагнитных импульсных (ЭМИ) сигналов ставит угрозу целостности информации на ведущие позиции.

Угроза отказа в обслуживании возникает всякий раз, когда в результате некоторых действий блокируется доступ к некоторому ресурсу вычислительной системы. Реально блокирование может быть постоянным, так чтобы запрашиваемый ресурс никогда не был получен, или оно может вызвать только задержку запрашиваемого ресурса, достаточно долгую для того, чтобы он стал бесполезным. В таких случаях говорят, что ресурс исчерпан.

2. Случаи проявления ЭМ-терроризма

Жизнь уже дает примеры применения террористами подобных технических средств. Например, при захвате Кизляра банда Радуева применила устройство, излучающее электромагнитные волны, с помощью которого удалось заблокировать милицейскую радиосвязь, что не позволило своевременно принять необходимые меры по защите города. Террористы Ирландской республиканской армии использовали систему электромагнитного воздействия для вывода из строя банковских компьютеров в Лондоне.

Некоторое время назад специализированные сайты разместили информацию и рекомендации для создания устройства, способного на расстоянии выводить из строя компьютеры, самолеты, автомобили, медицинское оборудование и другие жизненно важные технические средства, использующие электронику. Причем компоненты и материалы для создания такого устройства можно свободно приобрести в магазинах промышленных и хозяйственных товаров.

3. Защита от ЭМ-терроризма

Среди путей решения проблемы «электромагнитной безопасности» техническими мерами принято выделять: экранирование, фильтрацию и заземление. Экранирование в задачах электромагнитной совместимости и защиты информации предполагает, главным образом, защиту информационных линий и технических средств от электромагнитных воздействий (например, от наводок, вызванных внешними случайными по времени электрическими и магнитными полями). Экранирование практически не выполняется без обеспечения филь-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

трации входящих (выходящих) проводников. Задачи обеспечения достаточной фильтрации в технических средствах могут реализовываться и отдельно от экранов. Они достаточно сложны в расчетах и технологии исполнения и, как правило, в процессе применения технических средств не решаются. Фильтрацию в техническом средстве осуществляют для исключения воздействия внешних электромагнитных помех на рецептор по всем соединениям и входам, а также для защиты кабельных линий от помех, создаваемых самим средством. Кроме этого фильтры предусматриваются для исключения помех по цепям электропитания, управления, контроля и коммутации. Обычно при организации заземления применяют гибридные схемы: на низких частотах отдают предпочтение одноточечной, а на более высоких частотах – многоточечной схеме.

При этом все эти мероприятия носят локальный характер и не учитывают конструктивных особенностей зданий, что требует разработки новой идеологии проектирования информационной инфраструктуры критически важных объектов, отвечающих требованиям по обеспечению информационной безопасности с учетом нового вида угроз безопасности критически важных объектов – внешних преднамеренных электромагнитных воздействий.

Разработка методов обеспечения информационной безопасности критически важных объектов, устойчивых по отношению к внутрисистемным помехам и внешним преднамеренным электромагнитным воздействиям, становится крайне необходимой.

Существуют следующие методы обеспечения безопасности в инфокоммуникационных системах КВОИ реализуются на практике применением различных средств защиты, таких как технические, программные, организационно-правовые и морально-этические. Вся совокупность технических средств защиты делится на три группы:

1) аппаратные – устройства, встраиваемые непосредственно в телекоммуникационную аппаратуру или устройства, которые сопрягаются с подобной аппаратурой по стандартному интерфейсу. Из наиболее известных аппаратных средств можно отметить схемы контроля информации по четности, схемы защиты полей памяти по ключу и т. д.;

2) физические – реализуются в виде автономных устройств и систем. Например, замки на дверях, где размещена аппаратура, решетки на окнах, электронно-механическое оборудование охранной сигнализации;

3) технические – создание препятствий для электромагнитной или кондуктивной утечки или нарушения целостности информации.

Сопоставление существующих методов и средств защиты и эволюции технологии обеспечения безопасности связи в каналах телекоммуникаций показывает, что на первой фазе развития этой технологии преимущественное развитие имели программные средства, вторая фаза характеризовалась интенсивным развитием организационно-правовых методов и средств защиты, на третьей фазе развития все определённой вырисовываются следующие тенденции:

- аппаратная реализация основных функций защиты;
- создание комплексных средств защиты, выполняющих несколько защитных функций;
- расширение иерархии защищаемых объектов, при которой защита осуществляется на все более высоком иерархическом уровне (на уровне здания или выделенного помещения);
- унификация и стандартизация алгоритмов и технических средств защиты.

Совершенно очевидно, что для успешной защиты информации пользователь должен иметь абсолютно ясную картину о возможных каналах утечки информации. Поэтому выделяют следующие возможные пути несанкционированного электромагнитного доступа к закрытой информации:

1) перехват электромагнитных излучений от кабельной системы, работающих электронных средств, средств персональной связи, Wi-Fi и т. п.;

2) непосредственное подключение к аппаратуре и линиям связи, а также к системе заземления для снятия информации кондуктивным путем;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

3) вывод из строя электронных средств и механизмов защиты путем преднамеренного электромагнитного воздействия (электромагнитный терроризм).

Заключение

Таким образом, силовое деструктивное воздействие, реализуемое по проводным и беспроводным каналам, а также по сетям питания, в настоящее время является серьезным оружием против систем защиты объектов, в частности интегрированных систем безопасности. Это оружие оправдывает свое название «электромагнитной бомбы» и по эффективности воздействия является более грозным, чем программное разрушающее оружие для компьютерных сетей. Новые технологии способствуют появлению эффективных средств силового деструктивного воздействия, которые требуют к себе большего внимания в первую очередь со стороны служб безопасности и разработчиков систем защиты.

Бесчастнова Владлена Николаевна

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: метаматериал, электромагнитная совместимость, радиопоглощающие материалы.

Метаматериалы – это искусственно сформированные и особым образом структурированные среды, обладающие электромагнитными свойствами, сложно достижимыми технологически либо не встречающимися в природе.

Искусственная периодическая структура изменяет диэлектрическую и магнитную проницаемость исходного материала. Разработчик метаматериалов имеет возможность выбора различных свободных параметров (размеры структур, форма, постоянный и переменный период решетки элементов, образующих структуру). Одно из важнейших свойств метаматериала, является возможность достижения в некоторой полосе частот отрицательных значений эффективных диэлектрических и магнитных проницаемостей.

Интерес к материалам с отрицательным коэффициентом преломления начинается с работы советского физика В.Г. Веселаго, которая была опубликована в журнале «Успехи физических наук» за 1967 г. В работе было показано, что рефракция – отклонение электромагнитной волны при прохождении границы раздела двух сред — изменяется в материалах с отрицательным коэффициентом преломления. В условиях, когда оба материала имеют одинаковый знак коэффициента преломления, волна, пересекая границу раздела, появляется на противоположной стороне линии, проходящей перпендикулярно к этой границе (нормаль к поверхности). Однако, если один материал имеет положительный коэффициент преломления («правосторонний»), а другой — отрицательный («левосторонний»), волна будет появляться на той же стороне нормали, с которой она подходила к границе раздела, как показано на рис.1.

Также советским физиком была предложена совершенно оригинальной линзы, позднее получившее наименование «линзы Веселаго». Это устройство представляет собой пластину толщиной d , которая должна быть изготовлена из «левостороннего» вещества с $\varepsilon = -1$ и $\mu = -1$, т.е. из вещества, имеющего коэффициент преломления $n = \sqrt{\varepsilon\mu} = -1$. Геометрия этого устройства изображена на рис. 2.

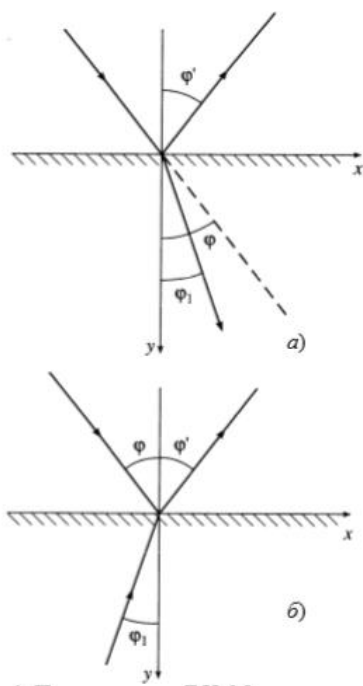


Рис. 1. Схема отражения и преломления падающей плоской волны на границе с обычной средой (а) и с метаматериалом (б)

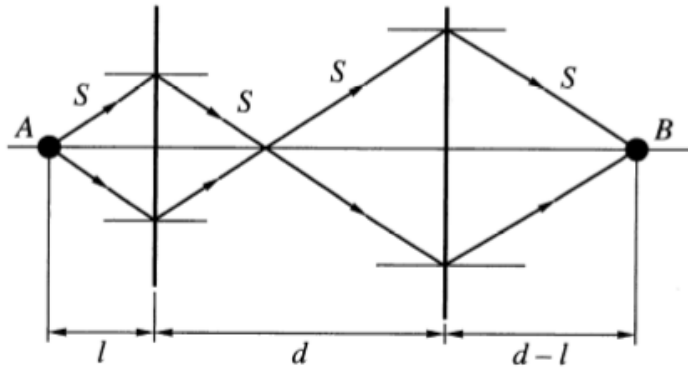


Рис. 2. Ход лучей (S) в линзе Веселаго, A – источник, B – изображение источника, d – толщина пластины, L – расстояние от источника до пластины

Так как преломление отрицательно, изображение источника фокусируется в двух точках, одной – внутри слоя левого вещества, другой – вне его на расстоянии $d-l$ от правого края пластины. Таким образом, В.Г. Веселаго показал, что плоский слой вещества с $\epsilon = -1$, $\mu = -1$ служит устройством типа линзы, переносящим изображение предмета из одной области пространства в другую. При этом у такой линзы отсутствует фокальная плоскость, но она создает объемное действительное изображение предмета. При этом в связи с тем,

что любой луч между объектом и изображением проходит равные пути в обычной и левой средах, набег фазы по любым траекториям между объектом и изображением равен нулю.

Разработка новых электромагнитных материалов, начинающаяся с конструирования элементарной ячейки с заранее заданными свойствами, которые могут и не встречаться в природе – это новая технология, открывающая широкие перспективы.

Метаматериалы помогают решить одну из проблем электромагнитной совместимости (ЭМС) – техногенные электромагнитные помехи. С их помощью возможно создание радиопоглощающих материалов с хорошим поглощением, благодаря достаточно высоким диэлектрическим и магнитным потерям, которые необходимы для достижения наивысшего пространственного подавления помех. Также стоит отметить, что в условиях компактного размещения радиосредств на объектах, использование специальных экранов в большинстве случаев не предоставляется возможным из-за существенных ограничений по массогабаритным характеристикам систем. Поэтому особый интерес в данном случае представляет использование современных инновационных материалов, например, метаматериалов, позволяющих улучшить показатели ЭМС.

Для конструирования радиопоглощающих материалов используются композиты, наполненные различными включениями, некоторые схематически представлены на рис. 3. Композиты различаются концентрацией и формой включений.

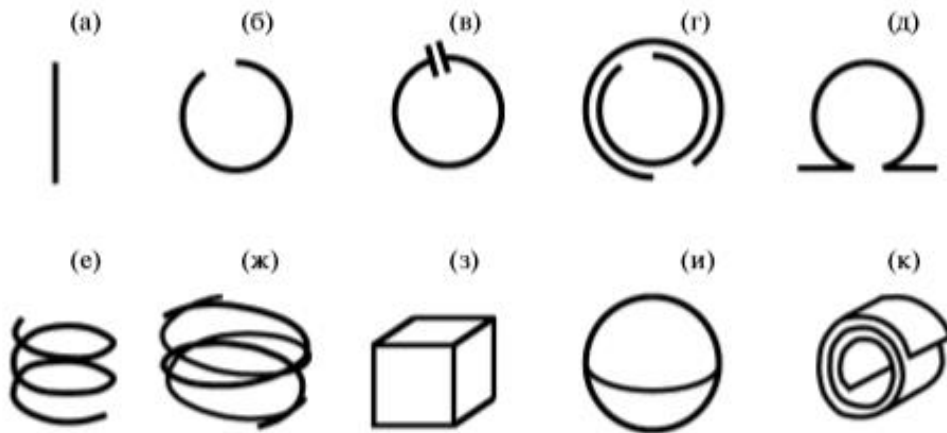


Рис. 3. Включения, применяемые при изготовлении метаматериалов: а – проволока, б – разрезанное кольцо, в – на" грузженное кольцо, г – двойное разрезанное кольцо, д – Ω -включение, е – спираль, ж – бифилярная спираль, з – сегнетоэлектрический куб, и – сегнетоэлектрический шар, к – рулет.

Благодаря достаточно высоким диэлектрическим и магнитным потерям, присущим метаматериалам можно создавать искусственные композитные материалы с хорошим поглощением электромагнитной энергии (радиопоглощающие материалы, РПМ). Именно в области с отрицательными значениями ϵ и μ РПМ может иметь совершенно удивительные свойства. Например, с применением метаматериала можно построить такую пассивную систему, которая обеспечивает полное гашение (компенсацию) поля всенаправленного источника повсюду в целом полупространстве (например, в верхнем полупространстве $y > y_0$, рис. 4).

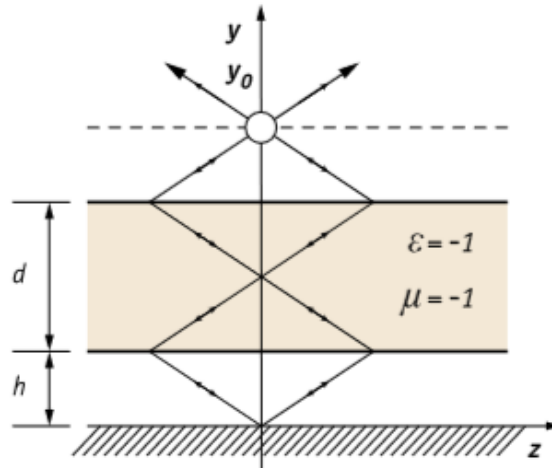


Рис. 4. Лучевая схема эффекта поглощения энергии всенаправленного источника в полупространстве

Разместив между источником (т. y_0 , рис. 4) и проводящей плоскостью пластину из метаматериала (линзу Веселаго), можно поместить изображение источника непосредственно на поверхность плоскости. Вычислив набег фаз лучей с учетом того, что фазовая скорость волны в пластине отрицательна, а при отражении от металла фаза поля изменяется на противоположную, что в области $y > y_0$ происходит взаимная компенсация первичного и вторичного полей. Более того, проведенные научными коллективами исследования электродинамических свойств метаматериалов показали, что и в случае реального метаматериала с потерями (например, при $\epsilon = \mu = -1 - i0.1$ и толщине слоя $\lambda/12$) основная доля энергии (порядка 99%), переносится в область $y < y_0$ и там поглощается. Но если потери малы, то в этой области создаются высокие концентрации электромагнитной энергии, и поэтому с помощью метаматериалов можно создать открытые резонаторы нового типа, без типичных ограничений на геометрическую толщину системы.

На основе подобных структур можно создавать и РПМ с особыми свойствами, например, с широким угловым диапазоном работы.

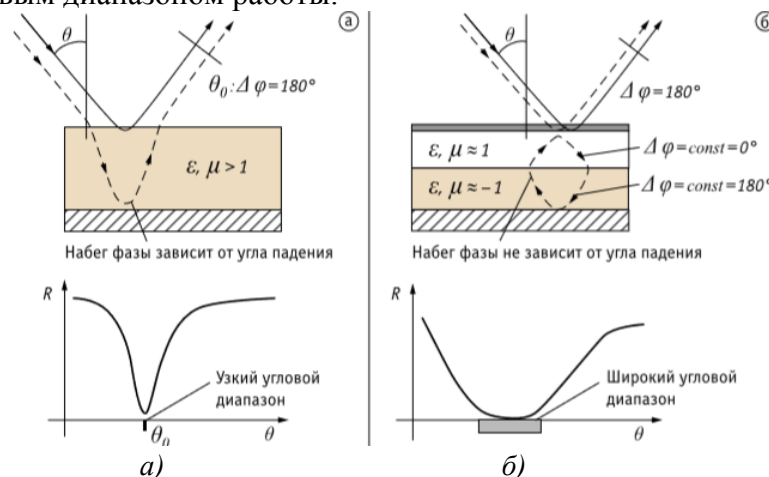


Рис. 5. Схематическое описание функционирования обычного радиопоглощающего интерференционного покрытия (а) и покрытия, основанного на метаматериале (б).

Рассмотрим рис. 5а, который качественно объясняет работу обычного интерференционного материала с $\varepsilon > 1$ и $\mu > 1$. Толщина материала должна быть выбрана таким образом, чтобы волна, отражённая от внешней поверхности материала (сплошная линия), была противофазна волне, прошедшей через слой и отражённой от металла. При этом амплитуды волн должны быть близки друг к другу для обеспечения минимума коэффициента отражения. Набег фазы зависит, в частности, от толщины материала. Будем считать частоту падающей волны постоянной величиной. Если угол падения волны изменяется, то при использовании обычного материала набег фазы зависит от этого угла, что приводит к узкому угловому диапазону работы материала.

Рассмотрим теперь диаграмму, показанную на рис. 5б. Метаматериал состоит из тонкой полупрозрачной магнитной плёнки и двух слоёв одинаковой толщины с $\varepsilon \approx \mu \approx 1$ и $\varepsilon \approx \mu \approx -1$. В этом случае суммарный набег фазы в слое не зависит от угла падения волны вследствие взаимной фазовой компенсации, вызванной отрицательной фазовой скоростью обратной волны в слое метаматериала. Соответственно, коэффициент отражения слабо зависит от угла падения волны до тех пор, пока сохраняются требуемые амплитудные соотношения волн. Кроме того, нет принципиальных физических ограничений и на толщину поглотителя такой конструкции.

Полученные на сегодняшний день результаты показывают, что РПМ на основе метаматериалов могут иметь ряд преимуществ по сравнению с обычными материалами, включая малый вес, значительную конструктивную гибкость. В частности, можно создать искусственные композитные материалы с хорошим поглощением благодаря достаточно высоким диэлектрическим и магнитным потерям; кроме того, материалы могут обеспечить низкое отражение, если выбрать эффективные ε и μ таким образом, чтобы входной импеданс материала был близок к импедансу свободного пространства. Показано, что при использовании метаматериалов можно получить некоторые специфические особенности материалов, а именно, широкий угловой рабочий диапазон при малой электрической толщине поглощающего материала. Последнее обстоятельство становится возможным благодаря реализации требуемых фазовых соотношений для взаимной компенсации волн, отраженных от поверхностей раздела слоев. Важно, что фазовые соотношения в поглощающем материале обеспечены свойствами метаматериала, в котором распространяется обратная волна, а не большими толщинами согласующих слоев поглощающего материала традиционного типа.

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В ТРАНСФОРМАТОРЕ

*Бушмаков Лев Алексеевич, Гурский Виктор Владимирович,
Фомин Дмитрий Викторович,*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: трансформатор, нормированные потери, передача мощности.

Основными характеристиками трансформатора являются прежде всего напряжение обмоток и передаваемая трансформатором мощность. Передача мощности от одной обмотки к другой происходит электромагнитным путем, при этом часть мощности, поступающей к трансформатору из питающей электрической сети, теряется в трансформаторе. Потерянную часть мощности называют потерями.

При передаче мощности через трансформатор напряжение на вторичных обмотках изменяется при изменении нагрузки за счет падения напряжения в трансформаторе, которое определяется сопротивлением короткого замыкания. Потери мощности в трансформаторе и напряжение короткого замыкания также являются важными характеристиками. Они определяют экономичность работы трансформатора и режим работы электрической сети.

Потери мощности в трансформаторе являются одной из основных характеристик экономичности конструкции трансформатора. Полные нормированные потери состоят из потерь холостого хода (ХХ) и потерь короткого замыкания (КЗ). При холостом ходе (нагрузка не присоединена), когда ток протекает только по обмотке, присоединенной к источнику питания, а в других обмотках тока нет, мощность, потребляемая от сети, расходуется на создание магнитного потока холостого хода, т.е. на намагничивание магнитопровода, состоящего из листов трансформаторной стали. Поскольку переменный ток изменяет свое направление, то направление магнитного потока также меняется. Это значит, что сталь намагничивается и размагничивается попеременно. При изменении тока от максимума до нуля сталь размагничивается, магнитная индукция уменьшается, но с некоторым запаздыванием, т.е. размагничивание задерживается (при достижении нулевого значения тока индукция не равна нулю точка N). Задерживание в перемагничивании является следствием сопротивления стали переориентировке элементарных магнитов.

Кривая намагничивания при перемене направления тока образует так называемую петлю гистерезиса, которая различна для каждого сорта стали и зависит от максимальной магнитной индукции B_{\max} . Площадь, охватываемая петлей, соответствует мощности, затрачиваемой на намагничивание. Так как при перемагничивании сталь нагревается, электрическая энергия, подводимая к трансформатору, преобразуется в тепловую и рассеивается в окружающее пространство, т.е. безвозвратно теряется. В этом физически и заключаются потери мощности на перемагничивание.

Кроме потерь на гистерезис при протекании магнитного потока по магнитопроводу возникают потери на вихревые токи. Как известно, магнитный поток индуцирует электродвижущую силу (ЭДС), создающую ток не только в обмотке, находящейся на стержне магнитопровода, но и в самом его металле. Вихревые токи протекают по замкнутому контуру (вихревое движение) в месте стали в направлении, перпендикулярном направлению магнитного потока. Для уменьшения вихревых токов магнитопровод собирают из отдельных изолированных листов стали. При этом чем тоньше лист, тем меньше элементарная ЭДС, меньше созданный ею вихревой ток, т.е. меньше потери мощности от вихревых токов. Эти потери тоже нагревают магнитопровод. Для уменьшения вихревых токов, потерь и нагревов увеличивают электрическое сопротивление стали путем введения в металл присадок.

В любом трансформаторе расход материалов должен быть оптимальным. При заданной индукции в магнитопроводе его габарит определяет мощность трансформатора. Поэтому стараются, чтобы в сечении стержня магнитопровода было как можно больше стали, т.е. при

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

выбранном наружном размере коэффициент заполнения k_z должен быть наибольшим. Это достигается применением наиболее тонкого слоя изоляции между листами стали.

В настоящее время применяется сталь с тонким жаростойким покрытием, наносимым в процессе изготовления стали и дающим возможность получить $k_z = 0,950,96$.

При изготовлении трансформатора вследствие различных технологических операций со сталью ее качество в готовой конструкции несколько ухудшается и потери в конструкции получаются примерно на 2550 % больше, чем в исходной стали до ее обработки (при применении рулонной стали и прессовки магнитопровода без шпилек).

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Васильченко Артём Александрович, Писарев Андрей Максимович,
Ходарин Александр Вячеславович*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: энергосбережение, энергия, наноантенны, водород, тепло.

Учёные активно ведут поиски новых решений, которые позволят уменьшить энергопотребление и увеличить энергосбережение. В данных направлениях науки действительно наблюдается положительная тенденция: из новостей можно узнать о том, что учёные смогли найти новый способ уменьшить энергопотребление или повысить эффективность каких-либо процессов. В наше время эта тема особенно актуальна, ведь ресурсы нашей планеты не безграничны и необходимо со всей серьёзностью отнестись к данной проблеме. Рассмотрим какие технологии помогут нам эффективно и рационально использовать энергию, которая нас окружает.

Известно, что отапливаемые здания теряют около 20% тепловой энергии через оконные поверхности. Чем больше размеры окон, тем больший процент составляют данные потери. Это особенно актуально для огромных помещений офисного типа, торговых центров, выставочных залов и т. д. Благодаря группе исследователей был найден способ, позволяющий значительно уменьшить данные потери даже при сильном морозе. Также сами окна становятся частью отопительной системы. Данная технология основана на использовании плазменных наноантенн, накладываемых поверх стекла. Эти антенны представляют собой чрезвычайно тонкий слой никель-алюминиевого оксида, который преобразует энергию солнечного света в тепловую энергию. При этом эти наноантенны вовсе не препятствуют прохождению солнечного света сквозь стекло, которое остаётся полностью прозрачным и не изменяет световой спектр. Команда, разработавшая этот проект, считает, что применение наноантенн не должно ограничиваться окнами, их успешно можно наносить на любые поверхности зданий, что позволит использовать плазмоны не как дополнительное отопление, а как основную систему.

Другая технология основывается на использовании водородного топлива, которое может стать отличной заменой нефтегазовым ресурсам. Однако при использовании водорода в качестве топлива возникает существенная проблема: выделяются значительные объёмы углекислого газа, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду, т.к. углекислый газ является одной из основных причин глобального потепления. Учёным удалось осуществить данный процесс без выделения углекислоты. Они добились этого благодаря электролизу воды, во время которого вода раскладывается на водород и кислород, а углекислый газ при этом не выделяется. Учёными была предложена идея использовать плавучие электролизёры, которые будут дрейфовать по поверхности океанов и морей, работая при этом автономно. С помощью этого способа можно получить высококачественный водород с чистотой 99%, что является преимуществом по сравнению с другими способами получения водорода. Такие плавающие установки позволят получать энергию в промышленных масштабах, не занимая значительные территории на суше. Данный способ получения энергии позволит снизить затраты на производство во многих сферах.

Ещё одна технология энергосбережения найдёт широкое применение среди рядовых потребителей. Главный принцип технологии основан на том, что тепловая энергия, возникающая внутри дома или квартиры, не рассеивается в окружающее пространство, а максимально используется для различных нужд в самом доме. Эта технология получила название «пассивный дом». Предполагается использование тепла, выделяемого различными электроприборами, людьми и альтернативными источниками энергии. Такие дома должны быть оборудованы многослойной изоляцией, защищающей от теплопотерь и выполненной из современных материалов, которые позволят сохранять тепло как можно дольше. Также в доме должна быть реализована система, использующая солнечную энергию, основанную на современных

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

солнечных панелях с высоким КПД. Температура в доме будет чётко регулироваться в зависимости от времени суток, температуры окружающей среды, а также присутствия в доме людей. Планировка такого дома тоже должна быть хорошо продумана: так, например очень важно расположение окон, т.к. они должны быть направлены на юг в дневное время суток для того, чтобы дом получал тепло от солнечного света. Несмотря на то, что строительство таких домов обойдётся дороже приблизительно на 10% от общей стоимости жилья, экономия начнётся с первого же дня эксплуатации. Если принять во внимание постоянный рост цен на энергоресурсы, то такие вложения являются очень разумными и целесообразными.

Таким образом, энергосберегающие технологии являются очень важным направлением для исследований. Поиск новых путей получения энергии, а также усовершенствование уже известных способов позволят не только сократить затраты на выработку энергии, но и снизить влияние на окружающую среду.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Визгалов Максим Николаевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: энергоэффективность, электроэнергия, энергоресурсы, энергоёмкость, возобновляемые источники энергии, энергосбережение.

Мировая энергетика сегодня переживает этап серьёзных преобразований. Это вызвано тем, что увеличивается количество потребителей электрической энергии, расстояния между источниками и потребителями, растут требования к показателям качества электроэнергии, особое внимание стало уделяться даже самым незначительным нарушениям, ошибкам персонала и повреждениям. Именно поэтому вопрос о повышении энергоэффективности с каждым годом становится более острым. Так что же такое энергоэффективность для электрической системы?

Энергоэффективность – это эффективное (рациональное) использование энергии, или «пятый вид топлива» - использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в зданиях либо при технологических процессах на производстве [1].

Увеличение численности населения, экономическое развитие, а также рост количества домашних электроприборов – все это неуклонно требует дополнительных мощностей. Тенденция мирового потребления электроэнергии за период 2000-2017 годы представлена на рисунке 1.

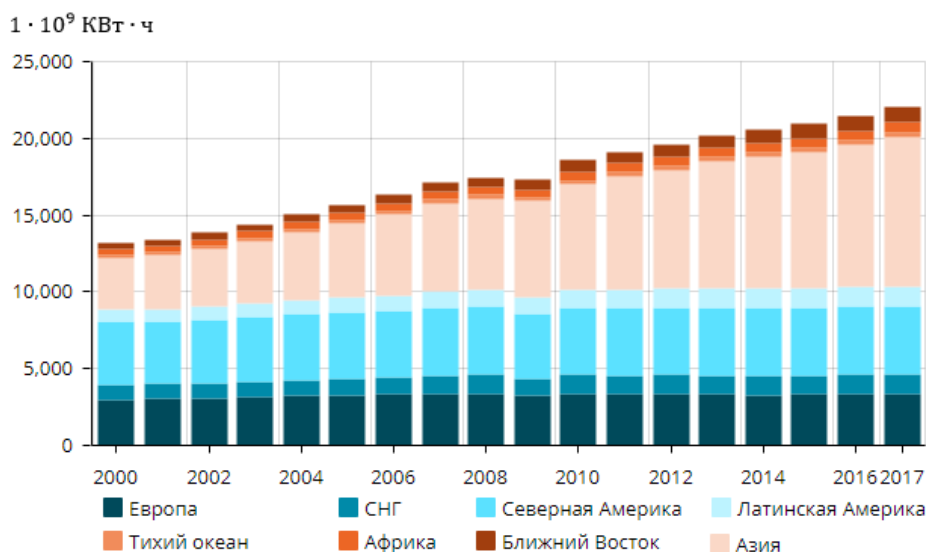


Рис. 1. Тенденция мирового потребления электроэнергии за период 2000-2017 годы [2].

Для удовлетворения растущих потребностей в электроэнергии есть два пути:

1. Строить новые электростанции.
2. Расходовать электроэнергию эффективно.

По первому варианту необходимы первичные ресурсы: традиционные и (или) возобновляемые.

Анализ мировых запасов ресурсов для энергетики даёт неутешительный результат. Достоверные запасы угля на 2014 год оцениваются в 860 млрд.т., причем более половины из них приходится на каменный уголь и остальное — на менее калорийный бурый, а обеспеченность планеты углем составляет 400 лет. На запасы нефти приходится около 236 млрд.т, а ресурсообеспеченность нефтью оценивается в 55 лет. При этом с начала 1990-х гг обеспеченность нефтью и газом возросла на 60–65%, а объем добычи возрос всего на 25%, что го-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ворит об опережающем развитии геологоразведочных работ. Запасы природного газа в мире растут большими темпами и сегодня они оцениваются в 187 трлн. м³, причем все больше благодаря месторождениям на труднодоступных территориях. В результате добыча газа, также, как и нефтедобыча, активно перемещается на шельфовые зоны морей и океанов, где сейчас добывается 28% всего газа. Ресурсообеспеченность газом оценивается в 70 лет [3].

Кроме того, увеличение количества электростанций, оказывает непосредственное воздействие на окружающую среду. Каждый отдельный тип электростанции оказывает различное воздействие. Как видно на рисунке 2, наибольшее воздействие оказывают традиционные энергоресурсы, тепловые электростанции (ТЭС). В ходе их функционирования атмосфера загрязняется небольшими элементами золы, поскольку преимущественная часть ТЭС применяет в качестве топлива измельченный уголь, помимо этого значительно растет концентрация CO₂, что впоследствии может привести к парниковому эффекту[4]. Именно поэтому большинство развитых стран, обеспокоенных текущим положением атмосферы, изменили свою энергетическую политику в пользу возобновляемых источников питания и парогазовых электрических установок (ПГУ). Например, за последние 9 лет в США вводятся генерирующие мощности ТЭС, работающих только на газе и ВИЭ [5].

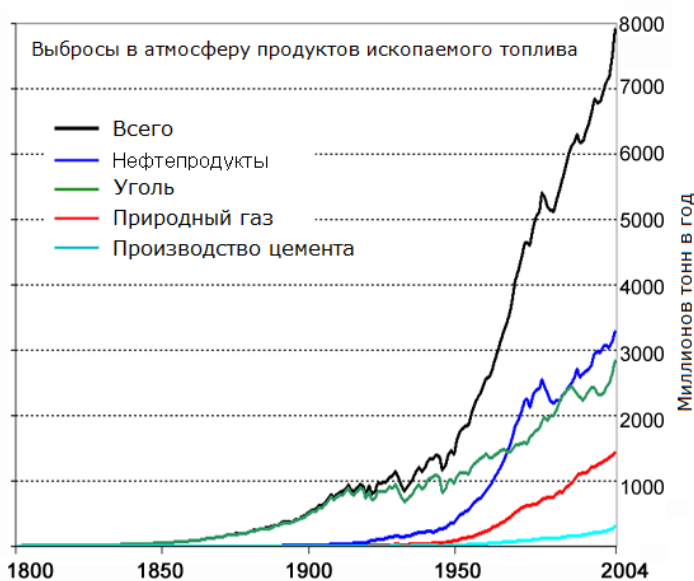


Рис. 2. Эмиссия углерода в атмосферу за период 1800—2004 гг [6].

В России структура генерирующих мощностей приведена на рисунке 3, что подтверждает также преобладание ТЭС.

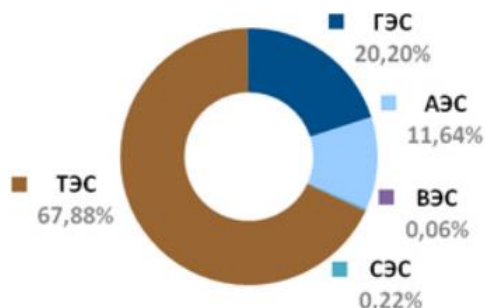


Рис. 3. Структура установленной мощности электростанций России, % (на 1.01.2018 года) [7].

Дальний Восток в этом вопросе не является исключением – преобладают тепловые электростанции на угле.

Поэтому по первому варианту напрашивается вывод: нельзя наращивать энергетический потенциал дальнейшим увеличением генерирующих мощностей тепловыми электростанциями, развивать необходимо возобновляемую энергетику.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Страны, в которых активно занимаются возобновляемой энергетикой: США, Германия, Китай. Установленные мощности солнечных и ветровых электростанций этих стран представлены в таблице 1.

Таблица 1. Установленные мощности солнечных и ветровых электростанций стран-лидеров на 2017 год [8] [9].

Страны	Мощность СЭС, ГВт	Мощность ВЭС, ГВт
Китай	52	188,2
США	12,5	89
Германия	2,2	56,1

В Российской Федерации возобновляемая энергетика всего 0,28 % от суммарной генерирующей мощности, составляющей на начало 2017 г. (по данным СО ЕЭС России) 236,3 ГВт.

Если говорить о втором варианте, то речь идёт об энергосбережении и энергоэффективности.

Оценка энергоэффективности определяется по ее показателям. Как правило, показатели энергоэффективности являются удельными величинами, представленными в виде отношения [10]:

$$\text{ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ} = \frac{\text{ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ}}{\text{ДАННЫЕ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ}}$$

Основные показатели энергоэффективности:

1. Экономичность потребления энергоресурсов (КПД электростанций и электроприемников)
2. Энергетическая эффективность передачи и хранения (потери в ЛЭП) [11].

Энергоемкость продукции страны часто используется в качестве показателя энергоэффективности этой страны. Энергоемкость продукции в России на сегодняшний день в 2,5 раза выше среднемирового показателя, в 2,8 раза выше среднего показателя по странам ОЭСР и в 3,5 раза выше энергоемкости ВВП Японии, поэтому дефицит энергоресурсов – это одна из реальностей будущего нашей страны. Причинами такого положения, кроме суровых климатических условий и огромной территории, являются сформировавшаяся в течение длительного периода времени структура промышленного производства и нарастающая технологическое отставание энергоемких отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, а также недооценка стоимости энергоресурсов, не стимулирующая энергосбережение.

В России огромные ресурсы в области энергосбережения, но успешное развитие в этом направлении возможно лишь при заинтересованности и сознательном активном участии максимального числа потребителей энергоресурсов, а также руководства. Только постоянная качественная информационная поддержка способна решить задачи по снижению потребления энергоресурсов. Разумеется, для того, чтобы начать движение вперед необходимо развитие научного и технического потенциалов и вложение огромных денежных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1.[Электронный ресурс] – URL: http://economic-definition.com/Technology/Energoeffektivnost_Energy_Efficiency_eto.html
- 2.[Электронный ресурс] – URL: <https://yearbook.enerdata.ru/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
- 3.[Электронный ресурс] – URL: <http://www.mirec.ru/2014-02/prirodnye-resursy-mirovoj-ekonomiki>
- 4.[Электронный ресурс] – URL: <https://madenergy.ru/stati/vliyanie-energetiki-na-ekologiyu-i-zhiznedeyatelnost-lyudej.html>

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

5. Княгинин В. Н. Энергетический форсайт (видение будущего энергетики) - Фонд ЦСР «Северо-Запад», 2010, - 32 с.

6. [Электронный ресурс] – URL:

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D1%8B%D0%B9_%D0%B3%D0%B0%D0%B7_%D0%B2_%D0%B0%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5_%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B8#/media/File:Global_Carbon_Emission_by_Type_to_Y2004_ru.png

7. [Электронный ресурс] – URL: <http://so-ups.ru/index.php?id=ees>

8. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.windpower.by/news/884.html>

9. [Электронный ресурс] – URL: <http://renen.ru/the-top-ten-countries-in-the-development-of-solar-energy-in-2017/>

10. Показатели энергоэффективности: основы статистики – International Energy Agency, 2014, - 408 с.

11. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kp.ru/guide/ienergoberezhenie-i-povyshenie-ienergeticheskoi-ieffektivnosti.html>

**САМОНЕСУЩИЕ ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА.
ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.**

Власенко Никита Павлович, Гаврильев Роман Юрьевич, Малахов Дмитрий Романович
Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель

Ключевые слова: СИП, воздушные силовые сети, технология монтажа СИП.

Самонесущий изолированный провод (СИП) – представляет собой провода, целью которых является передача и распределения электрической энергии в воздушных силовых и осветительных сетях напряжением от 0,6/1 кВ или до 35 кВ. (рис. 1)

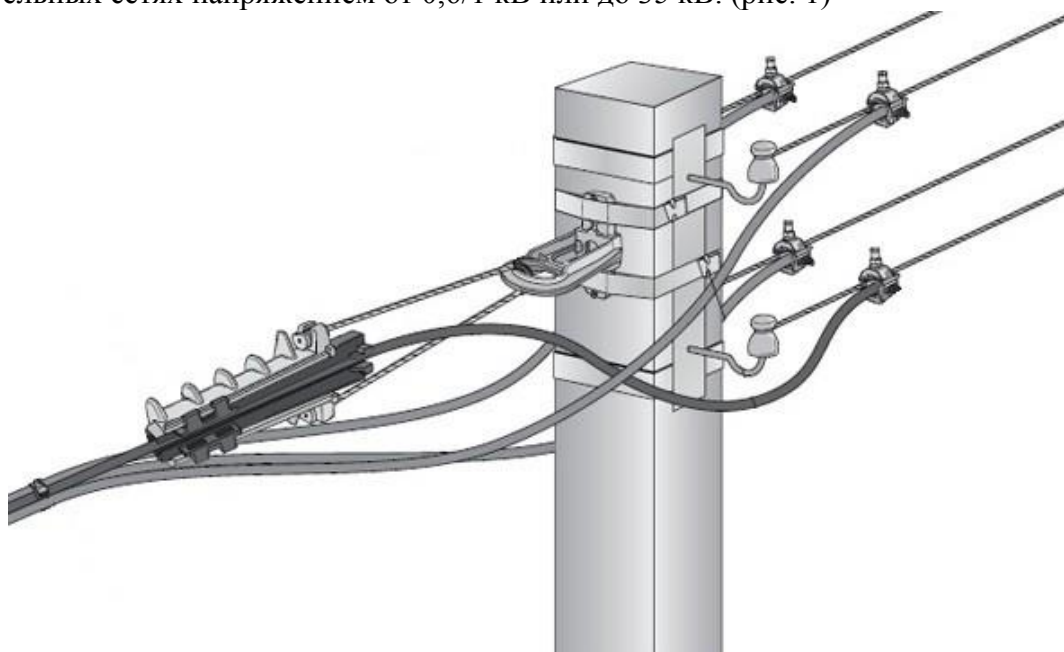


Рис. 1. Самонесущий изолированный провод.

Технология монтажа провода СИП вручную, без применения специальных раскаточных механизмов.

Технология раскатки вручную применяется на ограниченных участках линии длиной до 100 м, с пролетами не более 50 м. Эта ситуация очень часто встречается в населенных пунктах.

Последовательность работ при раскатке (монтаже) провода СИП вручную:

- 1) Установка барабана с проводом СИП;
- 2) Соединение СИП и каната лидера;
- 3) Раскатывание каната-лидера и провода СИП по роликам;
- 4) Натяжение и закрепление в анкерном пролете провода СИП;
- 5) Крепление провода СИП в поддерживающих зажимах.

Рассмотрим подробнее каждый этап.

Установка барабана, соединение СИП и каната лидера.

Сначала барабан с проводом устанавливается с одной стороны линии, поблизости от анкерной опоры. Расстояние должно быть не менее высоты опоры. На конце провода закреп-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ляется канат-лидер, с помощью монтажного чулка. На первой опоре закрепляется раскаточный ролик с ременным креплением (рис. 2).

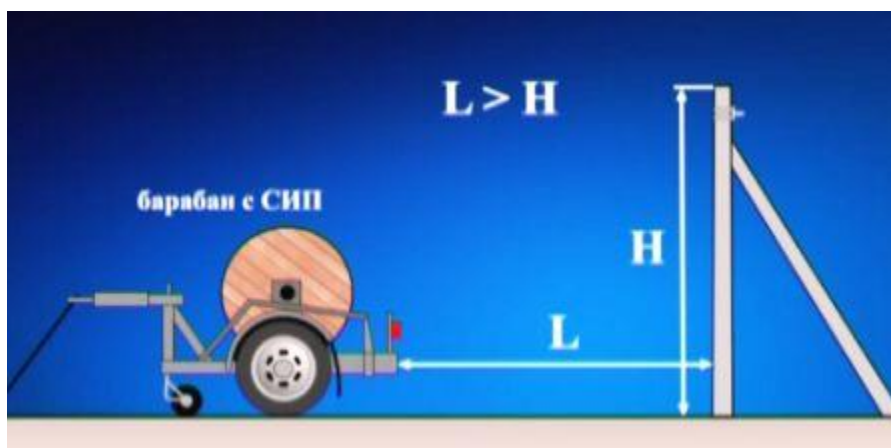


Рис. 2. Установка барабана с СИП.

Раскатывание каната- лидера и провода по роликам

На остальные опоры промежуточным поддерживающим кронштейном подвешиваются раскаточные ролики с крюком. Одновременно с монтажом роликов через них пропускается канат-лидер и затем под контролем одного члена бригады протягивается пучок СИП. Раскатку производят без рывков со скоростью не более 5 км в час. Во время раскатки провод не должен касаться земли, металлических и бетонных конструкций (рис. 3).



Рис. 3. Раскатывание каната – лидера и провода по роликам.

Натяжение и закрепление в анкерном пролете провода.

На конечной опоре участка нулевая жила крепится с помощью анкерного зажима к анкерному кронштейну. При этом необходимо оставить свободный конец жгута длиной достаточной для последующего электрического соединения проводов. На первой опоре крепится лебедка с динамометром и тендером "лягушкой" (рис. 4). По монтажным таблицам определяется усилие натяжения несущей нулевой жилы. Визуально по стрелам провеса оценивается качество натяжки СИП в анкерном пролете. К анкерному кронштейну крепится анкерный зажим в котором нулевая жила фиксируется. Жгут СИП связывается стяжными хомутами. Затем лебедка снимается, снимается раскаточный ролик и обрезаются концы проводов необходимой длины. В установленный на промежуточной опоре поддерживающий зажим с раскаточного ролика перекладывается СИП.



Рис. 4. Крепление на опоре лебедки с динамометром и тендером.

Крепление провода СИП в поддерживающих зажимах.

Для соединения участков с самонесущими изолированными проводами в общую линию применяются герметичные соединительные изолированные зажимы. Они обеспечивают необходимую механическую прочность и надежный электрический контакт. Для соединения СИП с помощью соединительного зажима с конца провода снимается изоляция, оголенная часть провода зачищается и на нее надевается герметичный зажим. В гидравлический ручной пресс вставляется шестигранная матрица, пресс закрывается с обхватом зажима и качание рукоятки приводится в действие. Процесс опрессовки проводится до смыкания половинок матрицы. Аналогично в зажиме закрепляется и другой провод.

На сегодняшний день использование самонесущих изолированных проводов в строительстве и реконструкции воздушных линий электропередачи является одним из ключевых требований. СИП - это скрученные в жгут изолированные провода по одному на каждую из трех фаз и один несущий нейтральный провод. В России используют самонесущие изолированные провода вот уже более 10 лет в основном на сети 0,4 кВ. За это время использования данного типа проводов можно выделить их преимущества и недостатки по сравнению с неизолированным проводом марки АС.

Приведем основные достоинства СИП:

1. Высокая надежность в обеспечении электрической энергии.
2. Низкие затраты на эксплуатацию.
3. Надежность и непрерывность подачи электроэнергии потребителю.
4. Более низкие энергопотери в линии в связи с уменьшением в 3 раза реактивного сопротивления.
5. Высокая защита от внешних природных воздействий.
6. Возможность подключать новых потребителей без остановки подачи энергии остальным, тем самым сокращая время ремонта и монтажа.
7. Повышенная защита от незаконных подключений к линии.
8. Усовершенствование общего городского ландшафта и резкое сокращение инцидентов связанных с поражением током.
9. Значительная экономия на опорах в связи с возможностью прокладки СИП вместе с проводами различного класса напряжения.
10. Высокая пожарная безопасность из-за невозможности возникновения коротких замыканий при схлестывании фазных проводников.
11. Экологичность.

К основным минусам СИП можем отнести:

1. Более высокие цены изолированных проводов по отношению к неизолированным.
2. Недостаточная готовность отечественных энергосистем к переходу на изолированные ВЛ.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

3. Значительный вес одного метра кабеля. Опоры необходимо ставить чаще чем при применении оголенного провода.

Таким образом мы делаем вывод, что преимуществ применения СИП гораздо больше чем недостатков, но с этими преимуществами мы можем видеть увеличение их стоимости.

Но перед инженерами была поставлена задача - разработать новый тип воздушных линий электропередач. В результате работы появилась система с использованием проводов с защитным покрытием. После внедрения новых технологий заметно понизилась аварийность линий. Такие линии с защищенными проводами в процессе эксплуатации становятся практически необслуживаемыми и, как следствие, повысилась безопасность распределительных сетей. Интересна петербургская разработка с использованием длинноискровых промежутков. Система достаточно новая и пока серийно не производится. Но ее будущий потенциал многообещающий. Идея очень проста: заставить пробой протекать по некой поверхности, растягивая разряд на такую большую длину, которая не позволит ему переродиться в полноценную дугу. Конструктивно такая защита может выполняться различными способами.

Один из них - петля, изготовленная из длинного отрезка изолированной жилы определенной конструкции с высоким уровнем изоляции и установленная на траверсе. Концы жилы закреплены на траверсе и соединены с ней. Средней частью петля приближается к СИП и в этом месте поверхность защищенного провода выведен потенциал. Разряд растягивается по поверхности петли от СИП до траверсы, причем его длина разряда так велика, что он не перерождается в дугу. Результат - при грозовых перенапряжениях линия не отключается, и абонент всегда получает электроэнергию.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЖИДКОСТНОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СВАРОЧНЫХ ВЫБРОСОВ

Волегов Дмитрий Анатольевич, Еременко Михаил Андреевич

Инженерная школа; кафедра сварочного производства

Научный руководитель: Стаценко Владимир Николаевич, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: сварочная аэрозоль, газовая составляющая сварочного выброса, твердая составляющая сварочного аэрозоля, жидкостный нейтрализатор.

Отличительной особенностью условий труда сварщиков по сравнению с другими профессиями является наличие ряда характерных опасных и вредных производственных факторов, являющихся неотъемлемым следствием сварочного процесса. Среди них наибольшую угрозу для здоровья сварщиков представляет сварочные выбросы (СВ), которые имеют газовую, а также твердую (аэрозоль) составляющие, от которых до настоящего времени сварщик защищен очень слабо. Об этом свидетельствуют результаты медицинских обследований, доказывающие, что среди профессиональных заболеваний сварщиков России и других государств СНГ примерно 80 % составляют бронхолегочные, вызванные воздействием СВ. Это – пневмокониоз, который выявился у сварщиков, проработавших в сварочных цехах более 15 лет, и хронический бронхит, возникающий уже через 5 лет работы в профессии сварщика. При выполнении сварочных работ в недоступных для вентилирования закрытых пространствах период развития пневмокониоза сокращается до 5 лет. Кроме того имеются данные, свидетельствующие о том, что воздействие СВ на органы дыхания может повышать риск развития онкологических заболеваний (рак).

Средний стаж работы по специальности у сварщиков, получивших инвалидность по профзаболеванию, согласно данным клиники Института медицины труда составляет около 18 лет, в том числе у сварщиков, занятых ручной дуговой сваркой, – 21 год, у работающих на полуавтоматах – 14 лет [1, 2].

Газовая составляющая сварочного выброса (ГССВ) представляет собой смесь газов, образующихся при термической диссоциации (распад молекул на несколько более простых частиц) газошлакообразующих компонентов этих материалов (CO , CO_2 , HF и др.) или же за счет фотохимического действия ультрафиолетового излучения дугового разряда (плазмы) на молекулы газов воздуха (NO , NO_2 , O_3)

Процессы, протекающие под воздействием высоких температур и инфракрасного излучения, приводят к интенсивному испарению компонентов покрытия электрода, флюсов, которые окисляются и конденсируются за пределами сварочной дуги. Кроме того, происходят термохимические превращения фторидов и кремнефторидов, восстановление углекислого газа, неполное окисление органических связующих обмазок и пластификаторов с образованием HF , SiF_4 , CO . При сварке или резке окрашенных либо загрязнённых деталей или конструкций в газовую фазу могут выделяться хлороводород (HCl), хлор (Cl_2), фосген ($COCl_2$), оксиды серы (SO_2 и SO_3) и другие токсичные соединения [3]. Таким образом, состав газовой фазы сварочного выброса определяется главным образом компонентами сварочных материалов, свариваемым металлом, разновидностями процесса сварки, а её количество – разновидностями и режимом процесса сварки [4, 5, 6].

Сварочные аэрозоли (СА) представляют собой сложные газоаэрозольные смеси химических веществ, выделяющихся при дуговых, плазменных и других высокотемпературных газопламенных способах сварки, наплавки, резки и напыления металлов.

Дисперсная фаза или же твердая составляющая СВ (ТССВ) состоит из мельчайших частиц перенасыщенных паров металлов и других веществ, входящих в состав сварочных, присадочных, напыляемых материалов и основного металла, которые конденсируются за пределами зоны высокотемпературного нагрева.

Химический состав СА зависит от состава сварочных, присадочных, напыляемых материалов (электроды, проволоки, ленты, флюсы, порошки и др.), состава основного (свариваемого)

мого, направляемого либо разрезаемого) металла, режимов сварки, наплавки, резки, напыления, состава защитных газов и газовых смесей. По данным современных физико-химических исследований (рентгеноструктурного, спектрального и др. методов анализа) ТССА представляет собой сложную смесь металлов, простых и сложных оксидов металлов и шпинелей, фторидов, силикатов.

Частицы ТССВ - полидисперсны, имеют размеры от тысячных долей мкм до 0,4-0,6 мкм и более, неоднородное морфологическое строение (многослойны, многоядерны) [1].

Для фильтрации воздуха от сварочных выбросов предлагается разработка установки жидкостной нейтрализации газовых выбросов и аэрозолей (рис.1). Она представляет собой закрытый корпус 1, в котором вертикально установлены пластины 2. Количество пластин зависит от необходимой пропускной способности фильтра. В верхней части пластин установлены пленкообразующие устройства 3, с помощью которых жидкость растекается по обеим сторонам пластин в виде пленки. Загрязненный газ поступает в корпус 1 снизу через входной патрубок 6 и движется вверх между пластинами 2. Благодаря большой площади контакта пленка жидкости как абсорбент интенсивно поглощает газообразные и твердые загрязняющие вещества и стекая вниз по пластинам, удаляется из корпуса фильтра. Очищенный газ удаляется из корпуса через патрубок 4. Жидкость после очистки может подаваться на пленкообразующие устройства для повторного использования.

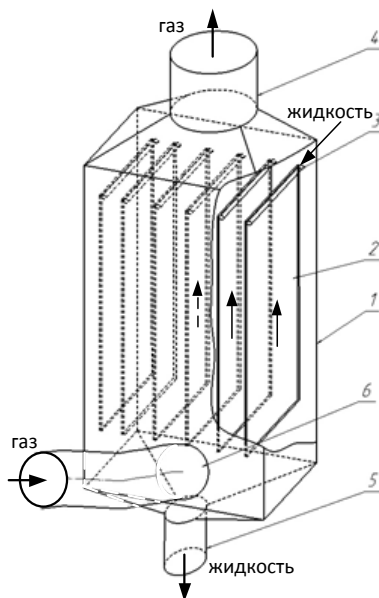


Рис. 1. Жидкостный нейтрализатор газовых выбросов:

1 – корпус; 2 – пластина; 3 – распылитель воды; 4 – выход чистого воздуха; 5 – слив грязной воды; 6 – патрубок для подачи загрязненного воздуха

Достоинствами мокрых фильтров по сравнению с сухими является простота конструкции, проще транспортировка уловленного продукта, высокая степень очистки.

Для изучения рабочих процессов, происходящих в фильтре данной конструкции, спроектирован и изготовлен экспериментальный стенд (рис.2), основным элементом которого является латунная пластина 1 длиной 600 мм и шириной 60 мм. Пластина жестко закреплена в пластмассовом корпусе 2 со съемной крышкой 4, патрубками входа 3 загрязненного воздуха и патрубком 7 выхода очищенного воздуха. Подача воды осуществляется через пленкообразующее устройство 6, ее слив производится через патрубок 8. Воздушный зазор для прохода воздуха вдоль рабочей пластины составляет 15 мм. Вода в виде пленки движется вниз по поверхности рабочей пластины, очищаемый воздух движется вверх противотоком, при их контакте происходят процессы абсорбции газов в пленку жидкости и осаждение твердых частиц на поверхности пленки.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Вода на образование пленки поступает из расходной емкости на пленкообразователи, ее расход измеряется объемным способом с помощью мерной емкости и времени истечения. Воздух на стенд направляется от лабораторного компрессора, расход воздуха определяется с помощью пневмометрической трубки и жидкостного микроманометра. Скорость потока воздуха регулируется с помощью крана, установленного на выходе из лабораторного стенда.

Основной задачей исследования является определение зависимости изменения концентрации газовых и аэрозольных загрязнений от длины рабочей пластины. В качестве газовых загрязнений используются окислы углерода CO , CO_2 , аэрозольные загрязнения моделируются сажистыми частицами.

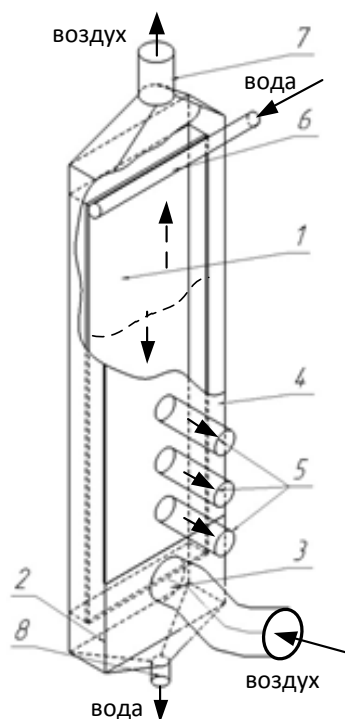


Рис. 2. Схема лабораторного стенда: 1 – пластина; 2 – корпус; 3 – патрубок для подачи загрязненного воздуха; 4 – крышка; 5 – пробоотборные трубки; 6 – трубка для подачи воды; 7 – выход чистого воздуха; 8 – слив грязной воды.

При проведении исследований на вход лабораторного компрессора подается определенное количество загрязняющего газа или аэрозолей.

Отборы проб на газовый анализ производятся через трубки 5 в камеры, в которых концентрация газов определяется с помощью прибора интерферометра ИШ10, газоопределителей типа ГХ-М и аспиратора АМ-5.

Отборы проб на концентрацию твердых аэрозолей производится с помощью фильтров типа АФА-ХП-20 (фильтр Петрянова). Фильтрующий материал ФП представляет собой равномерный слой ультратонких волокон из полимеров на подложке. Для закрепления фильтра используются аллонжи, они представляют собой воронку, в широкой части которой размещается и крепится фильтр. Несколько аллонжей с фильтрами устанавливаются на крышке 1 аналогично размещению пробоотборных трубок 5 (рис.2).

Концентрация аэрозолей определяется весовым анализом полученных проб на фильтрах и расходу газа через них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гришагин В.М. Сварочный аэрозоль: образование, исследования, локализация, применение -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. С. 3.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

2. Горбань Л. Н., Лубянова И. П. Интенсификация процессов дуговой сварки и проблемы сохранения здоровья сварщиков // Сварочное производство. 1991. - № 3. С. 33-34.
3. Эннан А.А. Физико-химические основы улавливания, нейтрализации и утилизации сварочных аэрозолей. // Сборник трудов 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочной производстве». – Одесса, 2002. – С. 10–37.
4. Походня, И.К., Явдошин, И.Р., Пальцевич, А.П., Швачко, В.И., Котельчук А.С. Металлургия дуговой сварки. Взаимодействие металла с газами/ И.К. Походня, И.Р. Явдошин, А.П. Пальцевич, В.И. Швачко, А.С. Котельчук. – Киев: Наукова думка, 2004. – 445 с.
5. Горбань Л.Н. Аэрозоли как вредный производственный фактор (к вопросу об адекватности применяемых способов и средств защиты сварщиков уровню их профессионального риска) // Сборник трудов 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочной производстве». – Одесса, 2002. – С. 57–63.
6. Левченко О.Г. Современные способы и средства защиты сварщиков и окружающей среды от сварочных аэрозолей. // Сборник трудов 1-й Международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочной производстве». – Одесса, 2002. – С. 99–113.

**ПРАВИЛА СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Волженцев Павел Васильевич, Добровольский Денис Иванович,
Зверев Степан Владимирович*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: электрические помехи, прокладка кабелей, помехи электрических линий, кабельные линии.

Уровень электрических помех в измерительных устройствах зависит от условий прокладки друг с другом измерительных цепей разных приборов, а также цепей с другими цепями систем автоматизации и силовыми электропроводами автоматизируемого объекта.

Большое влияние в укладке кабелей и проводов различных устройств и функциональных возможностей вызывают помехи измерительных линий устройств, которые могут быть образованы под влиянием внешних электромагнитных сил. Помехи, вызванные индуктивными соединения на одном кабеле мало влияют на работу электроаппаратов. Но их влияние становится значительным, когда рассматриваются кабели или другие линии тока, прокладываемые в одной кабельной магистрали. Помехи, связанный с проводимостью изоляции кабелей и проводов пренебрежимо малы. Они влияют не только на приборы цепей измерения, но также и на цепи управления, сигнализации и так далее. Например, в цепях управления с переменным током есть кабельные линии, которые содержат цепи с общим возвращающим проводом, так, что возможно появление ложных цепей и вероятно ложное срабатывание реле и других приборов. Поэтому при проектировании и монтаже электропроводки систем автоматизации, важным фактором является принятие решения по монтажу электрических цепей различного назначения. Это зависит от стабильной работы оборудования автоматизации и затрат, связанных с монтажом кабельной проводки.

Требования к прокладке проводов и кабелей различного назначения.

Требования к прокладке проводов и кабелей различного назначения в данный момент практически не существуют, нормативные документы по прокладке электрических цепей, в которых рассматривается воздействие электрических полей на работу различных аппаратов систем автоматизации технологических процессов. Длительная работа разнообразных технологических установок помогает сделать выводы о требованиях к выполнению прокладки кабелей систем автоматизации с тем, чтобы учесть их при создании аппаратов автоматики подобных технологических процессов.

От недостатка нормативных документов или сведений об использовании необходимо прибегать к рекомендациям заводов производителей аппаратов.

При совместной прокладке кабелей электропроводок необходимо соблюдать следующие требования:

а) при двухстороннем расположении кабельных конструкций (полок) кабели электропроводок систем автоматизации должны размещаться по возможности на противоположной стороне от силовых кабелей;

б) кабели электропроводок систем автоматизации допускается прокладывать рядом (на одних полках) с силовыми кабелями напряжением до 1000 В, если это допустимо по условиям совместной прокладки;

в) при одностороннем расположении кабельных конструкций кабели систем автоматизации должны размещаться под силовыми кабелями, при этом между ними следует устанавливать горизонтальные разделительные асбестоцементные перегородки с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч;

г) кабели электропроводок систем автоматизации с взаиморезервируемыми цепями питания, управления и тому подобное, рекомендуется прокладывать на разных полках, разделенных асбестоцементными перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

д) вертикальное расстояние в свету между горизонтальными конструкциями, на которых проложены кабели систем автоматизации, должно быть не менее 100 мм; расстояние между кабелями, проложенными на одной полке, не нормируется.

Способы выполнения совместной прокладки электропроводок систем автоматизации.

При проектировании электропроводок с применением многожильных кабелей цепи датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п., рассредоточенных по автоматизированному объекту, объединяют в соединительных коробках, а от соединительных коробок до щитового помещения прокладывают магистральный кабель (или кабели) с большим числом жил.

Если и производственных помещениях предусмотрены местные щиты, то объединение цепей датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п. производят на этих щитах. В месте ввода магистральных кабелей в щитовое помещение устанавливаются шкафы сборок зажимов, на которых выполняются все необходимые соединения (перемычки). Если шкафов сборок зажимов несколько, то сборки зажимов могут устанавливаться в отдельных помещениях, примыкающих к щитовому помещению.

При применении магистральных многожильных кабелей можно добиться снижения расхода кабельной продукции; сокращения сроков выполнения монтажа за счет реализации возможности прокладки магистральных кабелей независимо от завершения монтажа, технологического оборудования и готовности щитового помещения: улучшения технологии выполнения монтажных кабельных работ; сокращения сроков выполнения монтажных работ в диспетчерских помещениях, значительно уменьшить число перемычек между панелями за счет выполнения необходимых соединений в шкафах сборок зажимов и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), редакция 2018 года. Раздел 2, глава 2.1.
2. Соколов, Б.А. Монтаж электрических установок / Б.А. Соколов, Н.Б. Соколова – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 592 с.
3. Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника: Учеб. Пособие для нач. проф. образования /Ю.Д. Сибикин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 366 с.

ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.

Гевелюк Игорь Витальевич, Ерёмкин Дмитрий Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Лю Геннадий Петрович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: цифровая подстанция, микропроцессорное оборудование, релейная защита и автоматика, диагностика, мониторинг, кибератака, программное обеспечение.

В настоящее время в энергетике существует большое количество различных мнений и подходов к тому, что же понимается под термином «цифровая подстанция». Внедрение цифровых технологий в энергетику началось более 20 лет назад с приходом первых микропроцессорных блоков релейной защиты и автоматики, которые имели возможность интеграции в системы автоматического управления по цифровым каналам связи. С того времени технологии не стоят на месте, произошло существенное развитие аппаратных и программных средств систем управления для применения на электрических подстанциях. Был принят международный стандарт МЭК-61850, регламентирующий представление данных о подстанции как объекте автоматизации, а также протоколы цифрового обмена данными между микропроцессорными интеллектуальными электронными устройствами, данный стандарт позволил упорядочить разрозненные решения различных производителей микропроцессорных устройств, применяемых на подстанциях. Все это создает условия для создания подстанции нового поколения – цифровой подстанции. Цифровая подстанция представляет собой объект, где процессы, связанные с управлением, мониторингом и диагностикой осуществляются в цифровой форме.

С целью понять всю целесообразность и эффективность внедрения прогрессирующего цифрового оборудования и замены им классического аналогового, необходимо провести анализ существующих достоинств и недостатков проектируемых подстанций нового поколения.

Рассматривая достоинства цифровых подстанций, прежде всего, следует отметить, что большая их часть сводится к увеличению экономических показателей эффективности: уменьшению закупочной и проектной стоимости оборудования, уменьшению занимаемых площадей, увеличению ресурса используемого оборудования, что в свою очередь приводит к снижению сроков окупаемости проекта. При модернизации устаревшего аналогового оборудования, либо создании новой цифровой подстанции, дорогостоящие медные сигнальные провода типа «точка-точка» (point-to-point) могут быть заменены несколькими оптоволоконными коммуникационными шинами. Данное технологическое решение позволяет свести к минимуму влияние внешних электромагнитных помех на передаваемый сигнал, увеличить скорость, а также объемы передаваемых данных при сохранении требуемой надежности. Наряду с применением оптического измерительного оборудования (оптических трансформаторов тока и напряжения) и оптоволоконна, повышается точность измерений, что положительно сказывается на селективной и надежной работе релейной защиты и автоматики (РЗА). С уменьшением количества сигнальных соединений и снижением вероятности непреднамеренного размыкания вторичных цепей оптических трансформаторов тока во время ввода или вывода их из эксплуатации, безопасность обслуживающего персонала возрастает. Также немаловажную роль в обеспечении безопасности как самого персонала, так и оборудования, установленного на подстанции, играет повышенная скорость срабатывания высоковольтных выключателей и заземляющих аппаратов. Это достигается за счет применения микропроцессорных модулей управления и диагностики и оптоволоконных линий связи. К слову, использование модульной структуры построения цифровых подстанций позволяет сократить площадь реализации объекта, за счет универсальности и компактности модулей и панелей. Теперь одна микропроцессорная панель, содержащая в себе несколько различных модулей, способна решать задачи, ранее выполняемые физически отдельным оборудованием. Например, в подстанциях с воздушной изоляцией трансформатор тока может быть заменен оптиче-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ским датчиком (оптоволоконным токовым датчиком) и полностью встроены в выключатель вместе с функциями разъединения и заземления. В случае подстанции с воздушным изолированным распределительным устройством площадь основания может быть уменьшена на 50% по сравнению с обычным решением. Повышенная производительность может быть достигнута с помощью новых систем управления, мониторинга и диагностики оборудования подстанции. Эта функция существенно повышает эффективность сервисных операций. Мониторинг и диагностика - это стратегическая функция для коммунальных предприятий, которая еще больше сокращает время отключения и повышает надежность.

Тем не менее, имея ряд достойных преимуществ, цифровое оборудование и подстанции в целом не лишены недостатков. Программное обеспечение (ПО), которое является сердцем обработки полученных данных при мониторинге и диагностике, а также, непосредственно, при управлении объектами подстанции, зачастую подвержено воздействию несанкционированного доступа в систему и влиянию кибератак. Даже несмотря на свою высокую технологичность и современность, цифровая подстанция и ее телекоммуникационные протоколы защищены не так, как хотелось бы разработчикам программного обеспечения. При подобном воздействии вредоносного ПО на систему управления подстанцией, отключение питания у потребителей будет являться малой частью экономического ущерба. Более серьезные последствия могут быть выражены в повреждении и выходе из строя электротехнического оборудования подстанции, вследствие некорректной работы релейной защиты и автоматики. Помимо этого, при вредоносной атаке систем подстанции, существует вариант лавинообразного воздействия - каскадно будет отключено электропитание нескольких подстанций, что приведет к колоссальному экономическому ущербу и дестабилизации обесточенного района или области.

На данный момент, на случай кибератак в качестве резервной защиты используются типовые устройства релейной защиты и автоматики.

Сегодня цифровая подстанция является прогрессирующей ступенью развития как мировой, так и отечественной энергетики. Возрастают требования к уровню знаний и квалификации обслуживающего персонала подстанции с внедрением микропроцессорного оборудования. Повышается надежность, точность, безопасность персонала и срок службы элементов цифровой подстанции; сокращается время обработки данных и выявление причин отказов оборудования и средств автоматизации.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ЛИНИИ СВЯЗИ

Григорьев Айсен Данилович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Пастухов Виктор Степанович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: электромагнитные помехи, линии связи, проводные, кабельные беспроводные.

Линия связи – это физическая среда, по которой передаются сигналы контроля и управления. Линия связи состоит в общем случае из физической среды, по которой передаются электрические информационные сигналы, аппаратуры передачи данных и промежуточной аппаратуры (рис.1).



Рис.1. Структура передачи сигналов по линиям связи.

Физическая среда передачи данных может представлять собой кабель, то есть набор проводов, изоляционных и защитных оболочек и соединительных разъемов, а также земную атмосферу или космическое пространство, через которые распространяются электромагнитные волны.

В зависимости от среды передачи данных линии связи разделяются на следующие:

1) Проводные (воздушные) линии связи — это провода без изолирующих и экранирующих оплётков, проложенные между столбами и висящие в воздухе. Они проводят телефонные и телеграфные сигналы. Скоростные свойства и помехозащищённость низкие. При отсутствии других каналов связи по ним передаются и компьютерные данные. Сегодня проводные линии связи быстро вытесняются кабельными;

2) Кабельные — состоят из проводников, заключённых в несколько слоёв изоляции. Кроме того, кабель может быть оснащен разъемами, позволяющими быстро выполнять присоединение к нему различного оборудования. В компьютерных сетях применяются три основных типа кабеля: кабели на основе скрученных пар медных проводов, коаксиальные кабели с медной жилой, а также волоконно-оптические кабели.

В компьютерных сетях используют три основных типа кабеля:

а) Витая пара (скрученные пары медных проводников) существует в экранированном варианте, когда пара медных проводов обертывается в изоляционный экран, и неэкранированном, когда изоляционная обертка отсутствует. Скручивание проводов снижает влияние внешних помех на полезные сигналы, передаваемые по кабелю;

б) Коаксиальный кабель имеет несимметричную конструкцию и состоит из внутренней медной жилы и оплетки, отделенной от жилы слоем изоляции. Существует несколько типов коаксиального кабеля, отличающихся характеристиками и областями применения - для локальных сетей, для глобальных сетей, для кабельного телевидения и т. п.;

в) Оптоволокно. Волоконно-оптический кабель состоит из тонких (5-60 микрон) волокон, по которым распространяются световые сигналы. Это наиболее качественный тип кабеля - он обеспечивает передачу данных с очень высокой скоростью (до 10 Гбит/с и выше) и к тому же лучше других типов передающей среды обеспечивает защиту данных от внешних помех.

3) Беспроводные каналы земной и спутниковой связи — образуются с помощью передатчика и приёмника радиоволн. Может использоваться для организации сетей в пределах больших помещений типа ангаров или павильонов, там, где использование обычных линий связи затруднено или нецелесообразно. Существует большое количество различных типов радиоканалов, отличающихся как используемым частотным диапазоном, так и дальностью канала. Диапазоны коротких, средних и длинных волн (КВ, СВ и ДВ), называемые также диапазонами амплитудной модуляции (Amplitude Modulation, АМ) по типу используемого в них метода модуляции сигнала, обеспечивают дальнюю связь, но при невысокой скорости передачи данных. Более скоростными являются каналы, работающие на диапазонах ультракоротких волн (УКВ), для которых характерна частотная модуляция (Frequency Modulation, FM), а также диапазонах сверхвысоких частот (СВЧ или microwaves). В диапазоне СВЧ (свыше 4 ГГц) сигналы уже не отражаются ионосферой Земли, и для устойчивой связи требуется наличие прямой видимости между передатчиком и приемником. Поэтому такие частоты используют либо спутниковые каналы, либо радиорелейные каналы, где это условие выполняется.

Электромагнитные помехи в проводных каналах связи.

Помехи в проводной связи, внешние электромагнитные воздействия на проводные (воздушные, кабельные) линии, а также электрические процессы в них, вызывающие искажение передаваемой информации. В зависимости от вида информации помехи проявляются: в виде ошибок при передаче телеграмм и передаче данных; в виде шорохов, тресков, в плохой разборчивости речи абонентов и слышимости разговоров, ведущихся по соседним каналам, при телефонной связи; в недостаточной чёткости штрихов и появлении ненужных штрихов при передаче фототелеграмм и газетных полос; в искажении команд в системах телемеханики и телесигнализации и т.д.

Действие помех зависит от множества причин и, как правило, носит случайный характер. Поэтому проблема помехоустойчивости в проводной связи решается с помощью методов теории вероятностей и математической статистики.

Помехи можно разделить на 2 группы: аддитивные и неаддитивные.

К аддитивным относят помехи, которые складываются с сигналом линейно. Они содержат 3 различных по своим статистическим свойствам составляющих: флуктуационные, гармонические и импульсные помехи. Искажения сигнала, вносимые каждой составляющей, определяются многими факторами, например соотношением мощностей или амплитуд сигнала и помех, методом передачи и приёма, составом частотных спектров сигнала и помех.

Наиболее характерны флуктуационные помехи, которые вызываются тепловыми шумами электронных ламп и полупроводниковых приборов, влиянием соседних каналов связи (в многоканальной аппаратуре) и т.п.

Гармонические помехи в каналах связи, использующих воздушные линии появляются достаточно часто — это главным образом излучение длинноволновых радиовещательных станций.

Импульсные помехи не приводят к существенному снижению качества телефонной связи, но служат основной причиной ошибок при передаче цифровой и др. видов дискретной информации. Источники импульсных помех — недоброкачественные электрические контакты, переключения в аппаратуре проводной связи, грозовые разряды, близлежащие радиостанции, электрифицированные железные дороги, линии электропередачи и т.д.

К неаддитивным относят помехам, вызывающие паразитную модуляцию сигнала. Они возникают из-за нелинейной зависимости характеристик канала связи от параметров сигнала и от времени и существенно влияют на передачу сигналов в основном в каналах проводной связи большой протяжённости.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Электромагнитные помехи в кабельных каналах связи.

Экранировка кабелей защищает сигналы в жилах от внешних источников электромагнитных помех, а также уменьшает излучение самого кабеля, которое может оказывать влияние на оборудование и проводку рядом с кабелем. При отсутствии средств подавления, помехи влияют на стабильность системы управления, приводят к возникновению ошибок передачи сигналов, могут даже приводить к включению и отключению приборов. Частоты электромагнитных помех варьируются от самых низких радиочастот и постоянных составляющих и далее по всему радиодиапазону. Помехи могут как распространяться по кабелю, так и излучаться им. Помехи в кабеле обычно имеют место в диапазоне частот до 30 МГц, в то время как излучательные — выше 30 МГц.

Далее рассмотрим виды электромагнитных помех, их характер и способы их предотвращения в кабельных линиях связи:

Емкостные помехи обычно доставляют меньше всего проблем и легче всего подавляются. Тем не менее, они могут приводить к искажению высокочастотных сигналов в проводниках с большим выходным сопротивлением.

Характеристики: высокочастотные флуктуации напряжения, не связанные с изменением тока. Их можно заметить на осциллографе с обыкновенным заземлением. С точки зрения математических формул эти помехи можно отделить от излучательных помех. Способы подавления: использовать кабели с заземленной экранировкой.

Индуктивные (магнитные) помехи возникают в результате воздействия сильного магнитного поля, действующего по принципу генератора. Это может привести к возникновению тока в проводнике с относительно низким импедансом и нарушить процесс передачи сигнала. Электромагнитные помехи данного типа и вызванные ими реакции в системе могут оказаться достаточно мощными для включения или отключения приборов.

Характеризуется тем, что в индуктивных (магнитных) помехах отсутствует постоянная составляющая, частоты могут варьироваться от самых низких до самых высоких в пределах измерения (> 500 МГц). С математической точки зрения индукционные помехи описываются так же, как и емкостные.

Способом подавления является витая пара с заземленной экранирующей оплеткой. Экранировка такого типа подавляет помехи от источников и приемников, снижая как излучение, так и поглощение индуктивных помех благодаря непосредственной близости проводников к заземленной оплетке. Индуктивные помехи пойдут по пути наименьшего индуктивного сопротивления, так что оплетка поглотит их до того, как они смогут достигнуть кабелей.

Внутренние помехи — помехи, возникающие при непосредственном подключении источника шума к системе, например, когда источник питания создает импульсные помехи на линии переменного тока.

Внутренние помехи могут иметь ненулевую постоянную составляющую. Сдвиг постоянной составляющей — один из признаков типа соединения. Помехи могут оказаться низкочастотным (например, шум 50 Гц) и не будут описываться законами импеданса (кроме ограничения по мощности).

От внутренних помех нужно избавляться при помощи изоляции, фильтрации или других методов согласования импедансов. Экранировка неэффективна при подавлении, но, по крайней мере, поможет не допустить выход помехи за пределы системы. Сильные внутренние импульсные помехи в неэкранированной системе могут стать индуктивными.

Излучательные помехи — наиболее сложный тип помех, имеющий ряд важных для понимания специфических ограничений, связанных с частотами.

При подавлении экранировки фольгой недостаточно. Экранировка оплеткой может быть эффективной, хотя ее применение в случае излучательных помех сопряжено с дополнительными требованиями. Во-первых, экран не должен прерываться внутри экранируемых цепей. Обязательна полная экранировка со всех направлений. В случае очень

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

высоких частот небольшие отверстия или дорожки, которые обычно допустимы, могут давать существенный вклад в импеданс. Даже безобидное отверстие, через которое проходит кабель, может стать местом проникновения излучательных помех. Тот, кто знаком со стерео-радиоприемниками, знает правильный способ экранировки и может указать контуры и конденсаторы, подверженные влиянию излучательных помех.

Электромагнитные помехи в беспроводных каналах связи.

Перечислим некоторые общие закономерности распространения электромагнитных волн, связанные с частотой излучения.

- чем выше несущая частота, тем выше возможная скорость передачи информации.

- чем выше частота, тем хуже проникает сигнал через препятствия. Низкочастотные радиоволны АМ-диапазонов легко проникают в дома, позволяя обходиться комнатной антенной. Более высокочастотный сигнал телевидения требует, как правило, внешней антенны. И наконец, инфракрасный и видимый свет не проходят через стены, ограничивая передачу прямой видимостью (Line Of Sight, LOS).

- чем выше частота, тем быстрее убывает энергия сигнала с расстоянием от источника.

- при распространении электромагнитных волн в свободном пространстве (без отражений) затухание мощности сигнала пропорционально произведению квадрата расстояния от источника сигнала на квадрат частоты сигнала.

- низкие частоты (до 2 МГц) распространяются вдоль поверхности земли. Именно поэтому сигналы АМ-радио могут передаваться на расстояния в сотни километров.

- сигналы частот от 2 до 30 МГц отражаются ионосферой земли, поэтому они могут распространяться даже на более значительные расстояния в несколько тысяч километров (при достаточной мощности передатчика).

- сигналы в диапазоне выше 30 МГц распространяются только по прямой, то есть являются сигналами прямой видимости. При частоте свыше 4 ГГц их подстерегает неприятность — они начинают поглощаться водой, а это означает, что не только дождь, но и туман может стать причиной резкого ухудшения качества передачи микроволновых систем.

Потребность в скоростной передаче информации является преобладающей, поэтому все современные системы беспроводной передачи информации работают в высокочастотных диапазонах, начиная с 800 МГц, несмотря на преимущества, которые сулят низкочастотные диапазоны благодаря распространению сигнала вдоль поверхности земли или отражения от ионосферы.

Для успешного использования микроволнового диапазона необходимо также учитывать дополнительные проблемы, связанные с поведением сигналов, распространяющихся в режиме прямой видимости и встречающихся на своем пути препятствия.

Когда сигнал встречается с препятствием, которое частично прозрачно для данной длины волны и в то же время размеры которого намного превышают длину волны, то часть энергии сигнала отражается от такого препятствия.

Волны микроволнового диапазона имеют длину несколько сантиметров, поэтому они частично отражаются от стен домов при передаче сигналов в городе. Если сигнал встречает непроницаемое для него препятствие (например, металлическую пластину) также намного большего размера, чем длина волны, то происходит дифракция — сигнал как бы огибает препятствие, так что такой сигнал можно получить, даже не находясь в зоне прямой видимости. И наконец, при встрече с препятствием, размеры которого соизмеримы с длиной волны, сигнал рассеивается, распространяясь под различными углами.

В результате подобных явлений приемник может получить несколько копий одного и того же сигнала. Такой эффект называется многолучевым распространением сигнала.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Результат многолучевого распространения сигнала часто оказывается отрицательным, поскольку один из сигналов может прийти с обратной фазой и подавить основной сигнал.

Так как время распространения сигнала вдоль различных путей будет в общем случае различным, то может также наблюдаться межсимвольная интерференция — ситуация, когда в результате задержки сигналы, кодирующие соседние биты данных, доходят до приемника одновременно.

Искажения из-за многолучевого распространения приводят к ослаблению сигнала, этот эффект называется многолучевым замиранием. В городах многолучевое замирание приводит к тому, что ослабление сигнала становится пропорциональным не квадрату расстояния, а его кубу или даже четвертой степени!

Обретение мобильности приводит к высокому уровню помех в беспроводных линиях связи. Если интенсивность битовых ошибок (BER) в проводных линиях связи равна 10^{-9} – 10^{-10} , то в беспроводных линиях связи она достигает величины 10^{-3} !

Проблема высокого уровня помех беспроводных каналов решается различными способами. Важную роль играют специальные методы кодирования, распределяющие энергию сигнала в широком диапазоне частот. Кроме того, передатчики сигнала (и приемники, если это возможно) стараются разместить на высоких башнях, чтобы избежать многократных отражений. Еще одним приемом является применение протоколов с установлением соединений и повторными передачами кадров уже на канальном уровне стека протоколов. Эти протоколы позволяют быстрее корректировать ошибки, так как работают с меньшими значениями тайм-аутов, чем корректирующие протоколы транспортного уровня.

**ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИКИ
ЛИКВИДАЦИИ АСИНХРОННОГО РЕЖИМА И ЕЁ ЗНАЧИМОСТЬ
В ПОДДЕРЖАНИИ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Дубинский Константин Александрович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Иванов Константин Михайлович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: электроэнергетические системы, линии электропередач, асинхронный режим, АР, АЛАР, РСХ.

Расширение и модернизация электроэнергетических систем (ЭЭС), их объединение в более мощные энергетические объединения, строительство электростанций большой мощности, а также сооружение протяжённых, нагруженных линий электропередач (ЛЭП), повлекло за собой появление целого списка требований необходимых для дальнейшего повышения автоматизации управления различными режимами работы ЭЭС. Данные требования следуют, преимущественно, из-за потребности максимального использования пропускной способности ЛЭП при поддержании, как высокой надёжности работы ЭЭС в целом, так и отдельных её элементов.

С учетом выше сказанного, очевидно, что появилась потребность постоянного контроля за режимом ЛЭП, нагрузка на которых при ненормальных режимах работы может неожиданно и мгновенно увеличиться, своевременного определения моментов для отключения ЛЭП, которые сопровождаются набросами мощности и, как следствие, перегрузками параллельно работающих линий и другого электрооборудования, выявления моментов разрыва электропередач, которые могут стать причиной повышения значений частоты и напряжения, параметров режима, а также выявления моментов нарушения устойчивости и характера возникшего при этом асинхронного режима (АР), вследствие, возмущающих воздействий, возникших из-за изменения этих самых параметров по разным причинам.

Тяжёлые последствия АР:

- значительные снижения напряжения опасны, как для потребителей, так и для устойчивой работы генерирующего оборудования электростанций;
- двухмашинный АР чаще всего может развиваться в многомашинный, т.е. режим, характеризующийся наличием трех и более групп несинхронно вращающихся генераторов, что ведёт к делению ЭЭС на множество отдельных несинхронно работающих частей;
- токи АР могут превышать токи короткого замыкания и, следовательно, оказать сильное термическое и динамическое действие на электрооборудование, тем самым повредив его или выведя из строя.

При возмущении режима, ведущего к нарушению нормального режима работы ЭЭС, требуется быстро производить операции, направленные на предотвращение повреждения оборудования и развитие локальных нарушений режима в масштабную системную аварию. Поэтому предотвращение, локализация и ликвидация нарушений нормального режима работы полностью взваливается на специальные автоматические устройства – автоматику ликвидации асинхронного режима (АЛАР).

АЛАР предназначена для выявления и ликвидации двухмашинного асинхронного режима путем формирования управляющих воздействий (УВ) на ресинхронизацию (РСХ) и (или) деление системы (ДС) [4].

АЛАР представляет собой устройства, расположенные вблизи потенциально опасных сечений ЭЭС, совокупность элементов ЭЭС, отключение которых приводит к разделению её на изолированные части, и настроенные на те или иные измеряемые параметры режима ЭЭС [2].

При двухчастотном АР любая ЭЭС может быть представлена в виде эквивалентной электропередачи, схема замещения которой относительно контролируемого сечения (узел 0)

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

представлена на рисунке 1. Здесь \underline{E}_1 , \underline{E}_2 и \underline{Z}_1 , \underline{Z}_2 – эквивалентные ЭДС и сопротивления асинхронно идущих частей системы, причём $\underline{Z}_\Sigma = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2$ – эквивалентное сопротивление передачи [5].

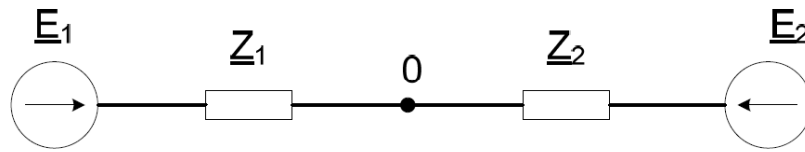


Рис. 1. Схема замещения электропередачи

РСХ – процесс восстановления синхронизма в процессе АР. АР может быть устойчивым и неустойчивым. При неустойчивом АР РСХ происходит без специальных мер, т.е. результирующей устойчивости ЭЭС достаточно, чтобы части системы втянулись в синхронизм без каких-либо отключений. В результате воздействия регуляторов частоты вращения турбин скольжение не остается неизменным, а колеблется от максимального S_{\max} до минимального S_{\min} значения относительно их среднего значения $S_{\text{ср}}$.

РСХ происходит в момент равенства частот, когда кривая скольжения достигает или пересекает ось времени, так как в этот момент скольжение равно нулю, и, следовательно, частота вращения векторов ЭДС генераторов ω_1 становится равной частоте вращения векторов ЭДС системы ω_2 , а угол δ электропередачи становится постоянным (рис. 2).

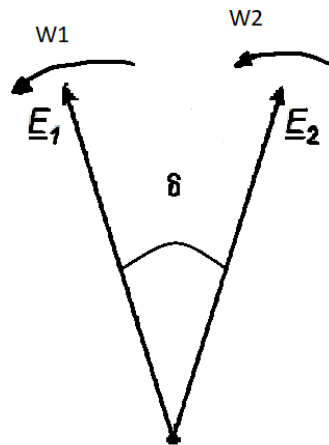


Рис. 2. Векторная диаграмма векторов вращения ЭДС генератора \underline{E}_1 и ЭДС \underline{E}_2 системы.

В ряде случаев возникают условия, при которых РСХ либо невозможна, либо может произойти после весьма большой разгрузки. При недопустимости АР или малой эффективности РСХ необходимо быстро выполнить деление ЭЭС, причем правильнее всего по сечению, поскольку именно такое деление немедленно прекращает двухчастотный АР, не требуя дальнейшей РСХ в разделившихся частях ЭЭС.

Пример такого случая приведен на рисунке 3. Электростанция ЭС связана с энергосистемой С ЛЭП Л1 напряжением 330-500 кВ которая обладает большую пропускную способность, кроме того, связь электростанции с энергосистемой осуществляется через распределительную сеть 110 кВ, пропускная способность которой рассчитана только на питание подключенных к ней потребителей [6].

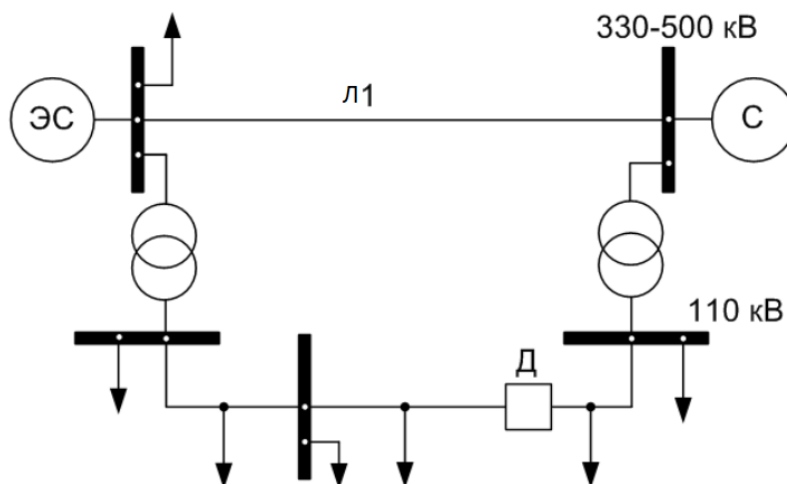


Рис. 3. Схема ЭЭС, в которой применяется автоматическое превентивное деление до возникновения АР.

При отключении линии Л1 неизбежно возникает АР, так как большая мощность, передававшаяся по Л1, не может быть передана по слабой распределительной сети.

РСХ и устойчивая параллельная работа электростанции ЭС по сети 110 кВ практически невозможна, так как из-за большого сопротивления распределительной сети синхронизм будет нарушаться даже при колебаниях нагрузки.

При таких условиях еще до возникновения и развития АР должно производиться опережающее автоматическое деление сети 110 кВ, например, в точке Д с выделением большей части нагрузки этой сети на электростанцию ЭС.

Но необходимо понимать, что успешность деления ЭЭС зависит от корректного определения: где и когда делить. Результат деления во многом зависит от времени его осуществления. Наиболее эффективно деление практически сразу (доли секунды) после возникновения триггерного события, приведшего к возмущению режима.

Определение момента деления в реальном времени представляет сложную задачу из-за непредсказуемости и обилия возможных аварийных возмущений в крупной ЭЭС, ввиду ее сложности и разветвленности. Для решения задачи могут быть использованы активно развивающиеся методы оценки динамической надёжности.

Определение сечения деления (где) также является сложной задачей. В крупной ЭЭС всегда существует множество вариантов деления – сечений. Однако, подойдут не все сечения, поскольку результат поиска должен обеспечить выполнение ряда требований. Неправильно выбранное сечение деления может привести к снижению эффекта от его проведения и даже к развитию аварии [7].

Таким образом, АЛАР, являясь главным эшелонem защиты ЭЭС, и, предназначенная для предотвращения каскадного развития аварий в ЭЭС, должна обладать следующими функциями:

- предотвращение нарушения устойчивости;
- ликвидация АР;
- ограничение снижения или повышения частоты;
- ограничение снижения или повышения напряжения;
- предотвращение недопустимых перегрузок оборудования.

Способность АЛАР выполнять свои функции в полной мере является одним из показателей надёжности и живучести ЭЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.И. Федотов, В.М. Лопухов, В.А. Соколов, Д.А. Зайцев. Автоматика ликвидации асинхронного режима на блоках с турбогенераторами средней мощности - «Проблемы энергетики», 2007, -6 с.
2. СТО 59012820.29.240008-2008. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования. Стандарт ОАО «СО ЕЭС». – М., 2008. – 62 с.
3. И.В. Пантелеева, Н.А. Калиберда. Новые принципы автоматики ликвидации асинхронного режима энергосистемы – «Системы обработки информации», 2010, выпуск 9».
4. В.С. Пастухов, К.М. Иванов. Алгоритм автоматики ликвидации асинхронного режима. Программное обеспечение. Файлы и алгоритмы МКПА, 2005, - 17 с.
5. К.М. Иванов. Повышение эффективности автоматики ликвидации асинхронного режима в электроэнергетической системе, 2009, - 169 с.
6. [Электронный ресурс] – URL: <http://elektro-rezhim.ru/avtomatika-likvidacii-asinxronnogo-rezhima/>
7. С.О. Смирнов, М.И. Успенский. Причины возникновения и меры противодействия авариям в электроэнергетических системах – «Технические науки», 2011, - 10 с.
8. Г.П. Шумилова, Н.Э. Готман, Т.Б. Старцева. Оценивание границы динамической надежности электроэнергетической системы // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2010. №1. С.80–86.
9. Я.Е. Гоник, Автоматика ликвидации асинхронного режима / Я.Е. Гоник, Е.С. Иглицкий. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 122 с.: ил.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕДУЩИХ ЭКОНОМИК МИРА

Дычек Сергей Александрович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: энергоэффективность, потери электроэнергии, энергоемкость, топливно-энергетический комплекс, энергосбережение.

Электросетевое хозяйство в нашей стране стремительно стареет. Уровень износа оборудования составляет почти 70%, при этом более 50% потерь электроэнергии при транспортировке приходится на провода. Кроме того, довольно большой проблемой является низкая прочность проводов, что приводит к обрывам на линии электропередач и снижению качества поставки электроэнергии. Основное направление улучшения ситуации — это проведение глубокой модернизации сетевого хозяйства с ориентацией на энергоэффективность. Возможно, опыт других стран поможет нашей стране решить эти проблемы.

На сегодняшний день повышение энергетической эффективности стало главным приоритетом не только российской, но и международной экономической политики.

Международный опыт снижения потерь электрической энергии в электросетях говорит о том, что в разных странах существуют похожие друг на друга подходы к решению этой проблемы. Очевидно, что на коммерческие потери (или, как их называют в зарубежных публикациях, нетехнические) существенно влияет уровень развития экономики в стране в целом и уровень благосостояния населения в частности.

Энергоэффективность является комплексом организационных, экономических и технологических мер, направленных на повышение рационального использования энергоресурсов в производственной, бытовой и научно-технической сферах [1].

Для населения — это значительное сокращение коммунальных расходов, для страны — экономия ресурсов, повышение производительности промышленности и конкурентоспособности, для экологии — ограничение выброса парниковых газов в атмосферу, для энергетических компаний — снижение издержек на топливо и необоснованных трат на строительство.

В отличие от экономии энергии (сбережение, сохранение энергии), главным образом направленной на уменьшение энергопотребления, энергоэффективность представляет собой полезное расходование энергии. Для оценки энергоэффективности технологического процесса или в целом для продукции используется показатель энергетической эффективности, который оценивает потребление или потери энергетических ресурсов.

Начиная с 1970х гг. многие страны мира внедряли политику и программы по повышению энергоэффективности. Сейчас на промышленный сектор приходится около 40% годового мирового потребления первичных энергетических ресурсов и примерно такая же доля мировых выбросов углекислого газа. Был принят стандарт ISO 50001, который регулирует в том числе энергоэффективность.

Американский совет по энергоэффективной экономике (American Council for an Energy Efficient Economy, сокр. ACEEE) выпустил ежегодный отчет и подготовил рейтинг, в котором 25 ведущих экономик мира оценивались с точки зрения энергоэффективности. Первое место разделили Италия и Германия, наша страна оказалась в конце списка [2]. На рисунке 1 представлен рейтинг стран.

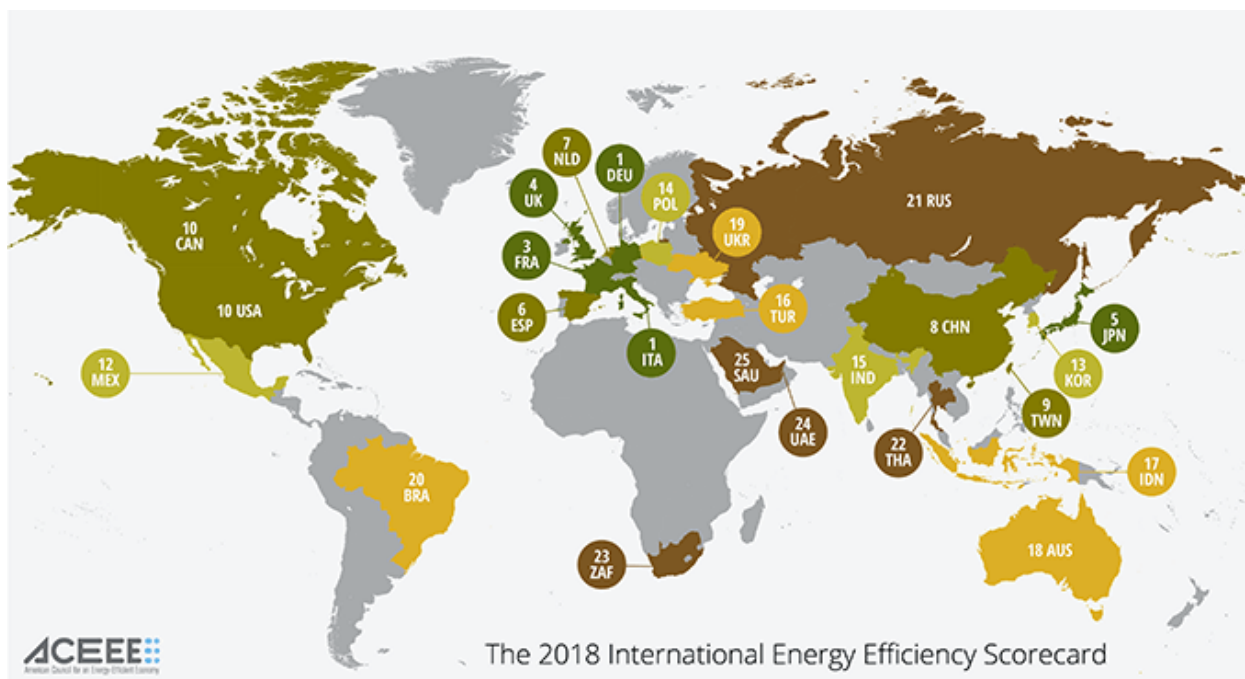


Рис. 1. Рейтинг энергоэффективности ведущих стран.

Авторы проводили исследования стран по 36-и параметрам, которые характеризуют общую тенденцию политики энергосбережения, а также усилия по внедрению энергоэффективных технологий в строительстве, промышленности и на транспорте. Впервые в список ведущих экономик вошли такие страны, как Объединенные Арабские Эмираты и Украина.

Несмотря на высокое положение в списке, США сложно назвать энергоэффективной страной. В Соединенных штатах отсутствует как таковая государственная программа энергосбережения. Обозначенная еще при Джордже Буше цель, известная под лаконичным названием 15/15, предполагающая снижение к 2015 г. темпов роста потребления энергоресурсов на 15%, удивляет своей незначительностью. С другой стороны, с 1997 г. в США действует национальная программа «Миллион солнечных крыш», предусматривающая установку солнечных энергосистем. Возможным объяснением ситуации представляется то, что цены на энергоресурсы примерно соответствуют российским, но средние доходы граждан выше, и энергоэффективное поведение не стало массовым явлением.

В Соединенных штатах нет как такового министерства атомной энергетики. Эти функции, включающие кроме того и все военные аспекты, сосредоточены в Министерстве энергетики. В США нет и Министерства науки, соответственно, вопросы организации энергетических НИОКР также относятся к Минэнерго и, в значительной степени, осуществляются через национальные лаборатории, работники которых являются госслужащими.

Однако большое количество решений и проектов, разработанных в США, очень интересны и полезны для нас. Стоит отметить, что общая мощность ветряных электрических станций за последние 10 лет увеличилась более чем в 4 раза, достигнув 21 тыс. МВт. Только в 2008 г. в этот сектор было инвестировано более 5 млрд. долларов и сейчас одновременно строится 87 ветропарков.

На сегодняшний день масштаб экономического потенциала стран АТР не подкреплён в полной мере доказанными запасами первичных топливно-энергетических ресурсов и в первую очередь – жидкого и газообразного углеводородного топлива. В 2011 г. в мировых залежах нефти доля региона составила всего 3% , газа – 6% . В то же время для угля аналогичный показатель является относительно высоким – 23%, что и определяет его главенствующее положение в экономике региона.

Со второго десятилетия расходная часть регионального энергобаланса по большей части была представлена углеводородными энергоносителями (90%, из них на долю угля при-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ходилось 51%, нефти – 29%, газа – 10%), а атомная энергия, энергия воды и возобновляемые источники энергии носили вспомогательный характер (3%, 5%, 1% соответственно).

Важно отметить, что представленные данные не отражают частной специфики отдельных экономик или групп стран и являются общими для всего региона. Так например, обобщенный анализ соответствующих показателей для 5 государств Юго-Восточной Азии (Индонезии, Малайзии, Сингапура, Таиланда и Вьетнама) говорит о более сбалансированной структуре среднестатистического энергобаланса.

Страны Западной Европы – передовые державы по внедрению энергосберегающих технологий – являются примером для других государств, которые стремятся к экономии и рациональному использованию энергетических ресурсов.

В начале 2006 г. в действие вступила директива «Энергетические характеристики зданий», положения которой нашли свое отражение в национальном законодательстве стран – членов ЕС. Согласно данной директиве, общая энергоэффективность здания – это количество энергии, потребляемое им, помимо прочего, на горячее водоснабжение, отопление, кондиционирование воздуха, вентиляцию и освещение. Так как здания становятся энергосистемами, необходимо наладить взаимодействие различных отраслей.

В Германии положения директивы ЕС введены в существующий национальный закон EnEv, относящийся к энергосбережению.

Стоит отметить, что внедрение энергосбережения в Германии финансирует не государство, а банки и крупные корпорации. Капитал DENA – Немецкое Энергетическое Агентство – общество с ограниченной ответственностью – создано в 2000 г. в Берлине и является федеральной структурой.

Основными федеральными программами в области энергосбережения и энергоэффективности на сегодняшний день в Германии являются следующие [4]:

1. "Energieeffizienz – Made in Germany" (предусматривает конкретные меры, направленные на энергоэффективность и энергосбережение в промышленности, транспорте и строительстве).

2. "Energie-und Klimaprogramm 2007" (пакет из 14 законов, направленный на сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов, в целях выполнения взятых на себя Германией обязательств).

3. "Roadmap Energiepolitik 2020" (содержит анализ состояния энергетической отрасли Германии на 2009 г. и конкретные меры по достижению взятых страной обязательств).

4. "Energiekonzept der Bundesregierung 2010" (принятая в 2010 г. энергетическая концепция определяет основные приоритеты федеральных властей в области энергосбережения и энергоэффективности, утверждает планы страны по увеличению доли возобновляемых источников энергии в совокупном энергопотреблении к 2030 г. до 50%, а к 2050 г. – до 80–85%).

Однако в Германии имеется ряд проблем, связанных с хищениями электроэнергии [5]. Начиная с 2003 г. энергетическая компания Вewag усилила борьбу с ними. Из 2000 сообщений о предполагаемых хищениях было подтверждено более 1500 случаев. В Швейцарии, входящей в тройку стран с высочайшим уровнем жизни, также имеют место быть подобные случаи.

Борьба с хищениями электроэнергии является одним из способов повышения энергоэффективности как отдельно взятого региона, так и всей страны.

Успешный опыт Дании по повышению энергоэффективности активно используется многими странами Европы, а также США и Китаем. При этом в соответствующей директиве стран Европейского союза такие направления датской энергетической стратегии, как повышение эффективности использования энергии, внедрение энергосберегающей техники, технологий, материалов; масштабное использование новых и возобновляемых источников энергии признаны общеприменимыми для стратегий модернизации топливно-энергетического комплекса всех стран ЕС.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Сегодня в мире все больше стран уделяют внимание разработке и производству альтернативного топлива. Одним из видов альтернативного топлива являются так называемые топливные пеллеты. Их получают из древесных отходов и отходов сельского хозяйства: опилки, кора, солома, щепа, лузга и т.п. Преимуществом такого топлива является большая теплопроводность по сравнению с дровами или щепой, что увеличивает КПД котельных. Кроме того, это экологически чистое топливо, мало подверженное самовоспламенению.

Россия занимает третье место в мире по совокупному объему энергопотребления (после США и Китая) и её экономика отличается высоким уровнем энергоёмкости продукции [3]. Энергоёмкость продукции, в свою очередь, характеризуется расходом энергии на ее производство. Это очень значащий показатель энергоэффективности.

По объёмам энергетического потребления в нашей стране первое место занимает обрабатывающая промышленность, на втором месте — жилищный сектор, 24% для каждого.

В России приняты несколько законов (например, ФЗ РФ об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности) для решения имеющихся в стране проблем.

Решение проблем энергоэффективности и энергосбережения возможно за счет:

- увеличения пропускной способности электрических сетей;
- снижения потерь электрической энергии при передаче;
- обеспечения бесперебойности энергоснабжения в сложных природных условиях,

а также повышения надежности и долговечности линии электропередач.

Особое внимание следует обратить на последний пункт. Как было указано выше, довольно большой проблемой является низкая механическая прочность проводов. Для отечественных электросетей это особенно важно, поскольку известно, в каком плачевном состоянии они находятся. С начала 1990х гг. потери электрической энергии при передаче в сетях выросли на 50%, а эффективность капиталовложений снизилась в более чем в 2 раза. По мере роста стоимости энергетических ресурсов энергосбережение признано стратегической задачей, связанной с поддержанием технического состояния электросетей на современном уровне. Среди способов повышения пропускной способности электросетей использование современных проводов – это довольно эффективный и при этом не самый дорогой путь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Концепция энергетической стратегии России на период до 2030 года (проект). Прил. к журналу “Энергетическая политика”. – М.: ГУ ИЭС, 2007.
2. Направления политики промышленной энергоэффективности. Energy bulletin. №4, март-апрель, 2009г.
3. Электроэнергетика России 2030: Целевое видение / Под общ. ред. Б.Ф. Вайнзихера. – М.: Альпина Бизнес Бук, 2008.
4. In Berlin 1700 Stromdiebe überführt // Berliner Morgenpost. 15.08.2003.
5. Unrechtmassige Entziehung von Energie // Bulletin Electrosuisse, 5-2014.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В СЕТЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Жабин Вячеслав Дмитриевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Туркин Дмитрий Геннадьевич, доцент

Ключевые слова: энергетическая система, приморские электрические сети, потери электроэнергии, транспорт электроэнергии.

Современный электросетевой комплекс РФ сформировался в сложных экономических, политических, технических и природно-климатических условиях нашей страны. Энергетическая система (ЭС) Приморского края работает в составе Объединенной энергетической системы (ОЭС) Востока, в состав которой кроме энергосистемы Приморского края входят энергосистема Амурской области, энергосистемы Хабаровского края и Еврейской автономной области и ЮжноЯкутского энергорайона энергосистемы Республики Саха (Якутия). Структурная схема электроэнергетики Приморского края представлена на рисунке 1.

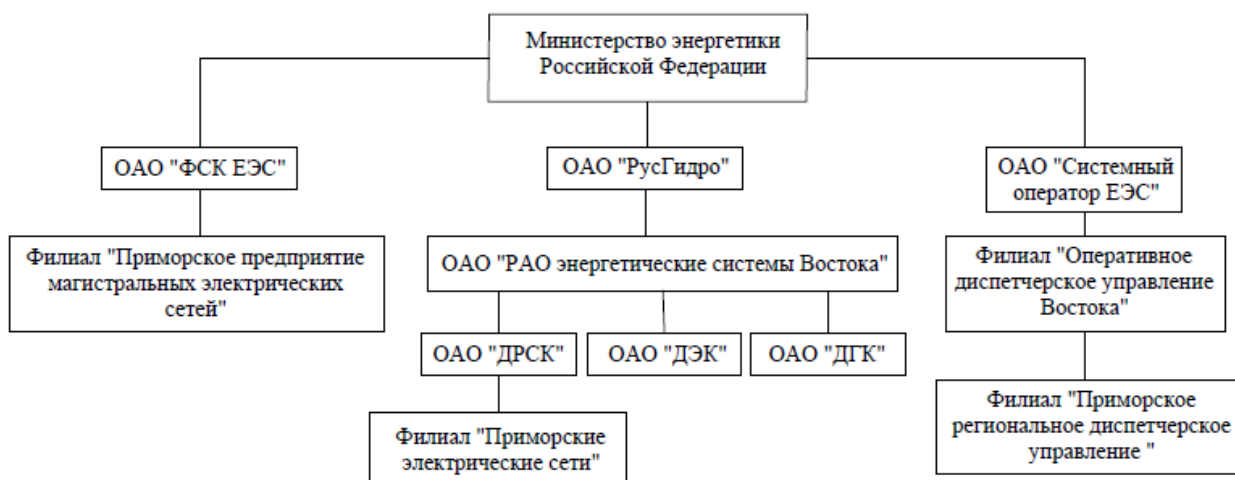


Рис. 1. Структурная схема электроэнергетики Приморского края.

Таблица 1. Основные характеристики ОЭС Востока и ЭС Приморского края за 2016 год [3]

Показатель	ОЭС Востока	ЭС Приморского края	Доля ЭС в ОЭС Востока, %
Электропотребление, млн кВтч	33 177,3	13 109	39,51
Максимум электрической нагрузки, МВт	5 388	2 251	41,78
Установленная мощность электростанций, МВт	9 186,5	2 616,8	28,48
Выработка электроэнергии, млн кВтч	36 801	9 950	27,04

ЭС Приморского края является крупнейшей в ОЭС Востока. На ее долю приходится 39,51 % потребления электроэнергии и 27,04 % вырабатываемой электрической энергии.

Анализ структуры электропотребления за 2016 годы показывает, что основными потребителями электроэнергии являются: транспорт и связь, обрабатывающие производства, предприятия электроэнергетики (40,2%). Доля потребления населением составила 28,2 %, потерь в электрических сетях — 12,3 %, доля остальных производств (строительство, сельское хозяйство и др.) не превысила 4,0 % от суммарного электропотребления края [3].

В процессе энергоснабжения потребителей неизбежно возникают потери электроэнергии. Их величина определяет эффективность работы энергосетей и в значительной мере оказывает влияние на тарифы. Учитывая постоянно возрастающую стоимость энергоресурсов, учет потерь электроэнергии и их минимизация представляют собой одну из основных задач для ресурсоснабжающих организаций и потребителей.

Распределительные электрические сети напряжением 35-110 кВ в основном являются

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

объектами АО «ДРСК» и обслуживаются его филиалом «Приморские электрические сети». На примере филиала данной сетевой компании произведем анализ электрических потерь. Таблица 2. Объем потерь в электрических сетях АО «ДРСК» за 2017г [2].

Расчетный период	Приморские ЭС		
	Количество	Стоимость б/НДС	Стоимость с НДС
	МВт*ч	тыс. руб	тыс. руб
1 квартал	232 557,036	448 597,52	529 345,07
2 квартал	99 232,119	194 682,58	227 725,44
3 квартал	75 657,508	139 300, 89	164 375,05
4 квартал	260 822,104	531 586, 52	627 590,69
Итого:	668 268,767	1 314 437,51	1 551 036,26

Анализируя данные, представленные в таблице №2 делаем вывод, что основная доля электрических потерь приходится на холодное время года.

Потери электроэнергии условно разделяют на технологические и коммерческие. Технологические потери возникают в связи с тем, что в процессе передачи электроэнергии определенная ее часть преобразуется в тепловую энергию. Также имеет место расход электроэнергии на обеспечение функционирования оборудования подстанций. Полностью устранить технологические потери невозможно. Их снижение достигается за счет совершенствования технологических процессов и модернизации энергетического оборудования. При этом необходимо отметить, что эти потери при передаче электроэнергии не относятся к прямым убыткам снабжающих предприятий. Они включаются в тарифы на электроэнергию.

Более сложно дело обстоит с коммерческими потерями. Они возникают в результате оборота электроэнергии как товара. При этом основная их часть связана с безучетным потреблением, что не позволяет предъявить оплату кому-либо из потребителей. Расчет потерь электроэнергии этого типа осуществляется путем вычитания технологических потерь из фактических потерь. При этом они никак не возмещаются и относятся на убыток энергопоставщика либо на законопослушных потребителей.

Своевременное и качественное выполнение запланированных мероприятий, направленных на снижение потерь электроэнергии позволит значительно снизить расход электрической энергии при ее транспортировке.

В соответствии с этим, для организации работ по снижению уровня фактических потерь в сетях ОАО «ДРСК» и дальнейшего сокращения издержек Общества была разработана Программа Энергосбережения ОАО «ДРСК», которая включает в себя следующие мероприятия:

- отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на подстанциях с 2-мя и более трансформаторами. Данное мероприятие необходимо по 2м причинам. Во-первых, при малых нагрузках силового трансформатора его КПД резко снижается. Пиковое значение коэффициента полезного действия достигается в случае загрузки трансформатора порядка 60%. Соответственно, при увеличении нагрузки недогруженного трансформатора, увеличивается его КПД. Во-вторых, данное мероприятие позволяет избавиться от условно постоянных потерь трансформатора, подвергнутого отключению;
- отключение трансформаторов на подстанциях с сезонной нагрузкой; замена перегруженных трансформаторов на более мощные; замена недогруженных трансформаторов (или демонтаж). Следствия данных мероприятия изложены в абзаце выше;
- замена проводов на большое сечение на перегруженных ЛЭП. Нагрев ВЛ пропорционален сопротивлению проводника и квадрату тока, протекающему по данному проводнику. При увеличении сечения ВЛ ее удельное сопротивление уменьшается, соответственно пропускная способность увеличивается, потери на нагрев уменьшаются.

От себя хотелось бы добавить, что на низкозагруженных ВЛ в некоторых случаях целесообразно производить замену проводов на меньшее сечение. Данное мероприятие позволит уменьшить условно постоянные потери, возникающие в проводниках (в данном случае - потери в изоляции).

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

В заключении стоит отметить, что развитие экономики края сопровождается ростом потребления электроэнергии и борьба со высоким уровнем потерь приобретает немаловажное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Годовой отчет АО «ДРСК». Официальный сайт АО «ДРСК» - режим доступа: <http://drsk.ru/source/content/2017/07/2877.pdf>

2. Объем потерь в электрических сетях АО «ДРСК» за 2017 год. Официальный сайт АО «ДРСК» - режим доступа: <http://www.drsk.ru/source/content/2018/02/3574.pdf>

3. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2017 году. Официальный сайт системного оператора единой энергетической системы России – режим доступа: https://so-eps.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2018/ups_rep_2017.pdf

4. Схема и программа развития электроэнергетики Приморского края на 2018-2022 годы. Официальный сайт Администрации Приморского края – режим доступа: <https://www.primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/energy/structure/%D0%B0%D0%B9%D1%82%2030%20%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0%2055-%D1%80%D0%B3.rar>

ЗАПАДНАЯ КОНЦЕПЦИЯ «УМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

Задувайло Никита Сергеевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: Smart Grid, энергетическая система, интеллектуальная сеть, современные технологии, научный прогресс, надежность, энергоэффективность, экономичность.

Начало развития будущих мировых энергосистем можно отнести ко второй половине XIX века. В это время были основаны такие компании, как General Electric, Westinghouse, Siemens, которые по сей день являются «двигателями» мировой энергетики. Постоянно растущий спрос на электроэнергию, государственное регулирование при растущих частных инвестициях, способствовали возникновению в отрасли крупных компаний, многие из которых превратились в межотраслевые концерны. Энергосистемы запада развивались, как совокупность региональных энергоструктур.

В 20 веке были созданы гомогенные энергосистемы и их объединения. Производство электроэнергии концентрировалось в местах расположения энергетических ресурсов и потребителей электрической энергии.

Коренные изменения в развитии электроэнергетических технологий начались с того момента, как в 90-е годы в США начались серьезные перебои с электроснабжением крупных городов. Тогда многие мегаполисы остались без электрического снабжения на 10 часов.

После обследования состояния электроэнергетической системы власти США пришли к выводу, что принципиальная схема управления энергосетями в целом мало изменилась с момента ее создания в начале XX века. После этого бывший президент США поручил правительству осуществить «бурное» развитие в области энергетики. Правительство посчитало, что система Smart Grid может стать ключевым фактором повышения надежности и энергоэффективности, как самой энергетики, так и американской экономики.

Наиболее крупными «новаторами» в этой сфере стали США, Канада и страны Евросоюза. Во многих странах, таких как Китай, Великобритания, Австралия было принято решение о разработке и дальнейшей реализации аналогичных программ и проектов. Масштабы, темпы роста и интенсивность развития данной деятельности в разных странах неодинаковы, во многом они определяются разнородностью элементов энергетической системы, взаимодействием с потребителем, а также методами объединения в единую энергосистему малых источников энергии.

В последние годы большинство индустриальных развитых стран, а также многие развивающиеся страны «двигаются» к созданию проектов и программ в направлении Smart Grid.

Одним из основных инициаторов работ по созданию и применению Smart Grid в большинстве стран выступает государство. Именно государство должно «брать на себя» задачи инвестирования и привлечение компаний-инвесторов. Несмотря на интерес государства в стране также должен наблюдаться значительный интерес со стороны крупных компаний, занимающихся разработкой оборудования, а также интерес предприятий, работающих в сфере информационных технологий, напрямую связанных с исследованием и разработкой проектов в различных областях, связанных со Smart Grid.

С точки зрения технологии, предпосылкой развития Smart Grid, безусловно, явились достижения в областях информатики и компьютерных технологий, а также возможности локальных и глобальных коммуникационных сетей, в том числе Интернета.

В современном мире технологии Smart Grid находятся на этапе становления. Они постоянно продолжают свое развитие и усовершенствование, ведь каждая страна, и каждый регион имеют свои особенности.

В настоящее время многие государства планируют и уже внедряют системы Smart Grid, а также строят распределенные энергосистемы вместо классических централизованных си-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

стем, благодаря чему даже самые обычные электросчетчики и домашние бытовые приборы становятся частью сети.

Одними из наиболее «заинтересованных» стран, в которых создаются масштабные программы и проекты, направленные на разработку и усовершенствование систем Smart Grid являются США, Канада, Китай, Южная Корея, Япония и страны Евросоюза. Также принято решение о реализации подобных проектов в таких государствах, как Индия, Мексика и Бразилия.

Каждое из перечисленных государств, используя технологии Smart Grid, ставит перед собой определенные задачи. Большинство стран ЕС ставят перед собой задачу оснащения к 2020 году не менее 80% потребителей "интеллектуальными" измерительными системами. Китай желает улучшить свою энергосистему при помощи современных систем учета энерго-ресурсов уже к 2020 году. В период после 2020 года США, Китай, Япония, Бразилия, а также часть стран ЕС планируют полностью отказаться от своих счетчиков и перейти на 100%-е оснащение смарт-счетчиками.

Для того чтобы странам «плавно» перейти к внедрению «умных» счетчиков и систем, необходимо сделать ряд подготовительных шагов.

В частности:

- Франция: в сентябре 2010 г. выпускается директива по интеллектуальным счетчикам, в которой «сказано», что к 2016 году должна быть произведена установка 95% интеллектуальных счетчиков;
- Германия: закон от января 2010 г. В этом законе все новые здания, реконструируемые сооружения должны «иметь» Smart-счетчики;
- Великобритания: в период с 2012 по 2020 гг. должно быть произведено внедрение интеллектуальных счетчиков;
- Испания: Королевский декрет 1110/2007 и Приказ министра 2860/2007 обязывают к 31 декабря 2018 г. произвести замену всех электромагнитных счетчиков электроэнергетики на интеллектуальные.

Сам термин «Smart grid» (умная сеть) стал известен с 2003 года из статьи Майкла Бурра "Спрос надёжности будет управлять инвестициями ". В своей статье он впервые дает несколько функциональных и технологических определений умной сети, а также перечисляет некоторые ее преимущества. В каждом определении он обращает свое внимание на применение цифровой обработки данных и связи к электрической сети, что делает такую передачу информации и данных ключевыми технологиями умных сетей. Ключевыми технологиями он считает возможности интеграции цифровых технологий и интеграции новой сети информационными потоками, необходимыми для осуществления контроля над процессами и системами при работе с умными сетями. На данный момент в электроэнергетике можно выделить три основные задачи: улучшение инфраструктуры (хороших достижений добились в Китае); использование цифровых технологий без которых сложно представить умную сеть и внедрение бизнес проектов, делающих умные сети окупаемыми. Большая часть работ осуществляется по модернизации электрических сетей, установки нового качественного энергетического оборудования, а также распределение и автоматизация подстанций, которые теперь будут подключены к общей системе умных сетей.

Формально термин Smart Grid был впервые оформлен в 2007 году в США в законодательном акте об энергетической независимости и безопасности. Этим термином была названа система, способная обеспечить модернизацию технологий национальной энергетической системы с последующим обеспечением защиты, контроля и оптимизации потребления электрической энергии всеми элементами и участниками сети.

На 2012 год Smart Grid находился на этапе перехода от разработки проектирования данной системы до создания общепринятых единых международных стандартов, а также реализации, как отдельных проектов, так и поэтапных промышленных проектов с дальнейшим вовлечением Smart Grid в свою сеть. Данные разработки велись только в наиболее развитых индустриальных странах

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Говоря о Smart Grid как о «интеллектуальных» сетях электроснабжения мы понимаем, что это высокосовременные модернизированные сети электроснабжения, которые используют средства коммуникации сети, а также технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющей автоматически повышать эффективность, надёжность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии.

Появление и развитие концепции Smart Grid является понятным и естественным этапом эволюции электроэнергетической системы, к которому должны стремиться большинство стран мира, так как внедрение такой концепции позволит уменьшить проблемы с потребностями и качеством электроэнергии, а также позволит увеличить внедрение и рост информационных технологий и технологического прогресса.

Анализ передовых мировых практик, проведенный J'son & Partners Consulting, показал, что развитие современных технологий учета энергоресурсов помогает вывести на новый уровень качество, анализ, а также обработку данных о энергопотреблении потребителей, благодаря этому значительно повысится эффективность управления активами энергетических ресурсов, а также поспособствует активному участию потребителей электроэнергии в процессы собственного регулирования энергопотребления.

Благодаря активному развитию современных технологий учета энергоресурсов и энергопотребления произойдет повышение общей энергоэффективности всей экономики.

Преимущества Smart Grid (с точки зрения энергоэффективности):

- SG - это автоматизированная саморегулирующаяся и самовосстанавливающаяся энергетическая система;
- SG является «умной» системой, способной осуществлять мониторинг и предоставлять информацию о всех участниках сети, а также получаемую экономическую выгоду, эффективность данной работы и число потерь электрической энергии;
- SG обеспечивает незаметное для потребителя переключение на другой источник питания при отказе основного, что обеспечивает большую надежность сети;
- SG является экономически выгодной, так как повышает "производительность" сети в целом за счет уменьшения потерь в проводах и оптимального распределения нагрузки, устанавливая для крупных потребителей маршруты меньшей протяженности.

С точки зрения Министерства энергетики США, интеллектуальным сетям (Smart Grid) присущи следующие особенности и преимущества [2]:

- способность к самовосстановлению после сбоев в подаче электроэнергии;
- возможность активного участия в работе сети потребителей;
- устойчивость сети к постороннему вмешательству;
- обеспечение требуемого качества передаваемой электроэнергии;
- появление новых высокотехнологичных продуктов и рынков;
- повышение эффективности работы энергосистемы в целом;
- более быстрое восстановление электроснабжения после нарушения питания;
- снижение затрат на эксплуатацию и управление коммунальными сетями;
- снижение тарифов на электроэнергию.

По мнению Европейской Комиссии, занимающейся вопросами развития технологической платформы в области энергетики, Smart Grid обладает следующими достоинствами функционирования [3]:

1. **Гибкость.** Сеть должна подстраиваться под нужды потребителей электроэнергии.
2. **Доступность.** Сеть должна быть доступна для новых пользователей, причём в качестве новых подключений к глобальной сети могут выступать пользовательские генерирующие источники.
3. **Надёжность.** Обеспечение бесперебойной поставки потребителям качественной электрической энергии.
4. **Экономичность.** Эффективное управление и регулирование функционированием сети.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Итак, как мы видим Smart Grid «играет» важную роль в технологическом, экономическом и экологическом развитии, как энергетики, так и всего общества. Помимо уменьшения влияния на окружающую среду, уменьшения энергетического дефицита за счёт использования возобновляемых источников энергии, повышения качества и надёжности работы энергосистемы в концепциях Smart Grid прослеживается ещё одно достоинство - это рост технического и экономического прогресса. Реализация и применение данной концепции будут способствовать развитию инновационных технологий, более интенсивному применению электрической энергии во всех сферах деятельности, развитию рыночных отношений с крупными производителями электрического оборудования, а также возможность продажи электроэнергии. Благодаря реализации концепции Smart Grid человечество вступит в новую эру существования, в которой будут наблюдаться улучшение жизни населения и экономический подъём экономики страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Электроэнергетика России 2030: Целевое видение / Под общ. ред. Б.Ф. Вайнзихера. – М.: Альпина Бизнес Бук, 2008.
2. <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm> (интернет-ресурс).
3. European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
4. Дорофеев В.В., Макаров А.А. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт, 2009, № 4 (15).
5. Концепция энергетической стратегии России на период до 2030 года (проект). Прил. к журналу “Энергетическая политика”. – М.: ГУ ИЭС, 2007.
6. Ледин С.С., Игнатичев А.В. Развитие промышленных стандартов внутри- и межсистемного обмена данными интеллектуальных энергетических систем // Автоматизация и ИТ в энергетике, 2010, № 10
7. Ледин С. Концепция «электроэнергия — товар» как катализатор развития Smart Grid // Автоматизация в промышленности. № 4, 04.2012
8. <https://gisee.ru/articles/energy-solutions/24547/> (интернет ресурс)

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ МУЛЬТИГРАДИЕНТНЫЙ

*Ивандюк Данил Алексеевич, Колбасин Никита Константинович,
Пастухов Алексей Валерьевич*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: перенапряжения, воздушные линии, ограничители перенапряжения.

Эффективная защита от перенапряжений оборудования различных классов номинального напряжения остаётся необходимостью для большого числа электрооборудования. В большинстве случаев для решения этой важной задачи применяются нелинейные ограничители перенапряжений типовой конструкции (рис.1). Но иногда применение типовых ограничителей перенапряжения из-за различных причин оказывается невозможным, в то время как задача защиты оборудования от перенапряжений всё ещё остается актуальной. Среди мест, в которых требуется применение специальных ограничителей перенапряжения, могут быть названы:

- подстанции и воздушные линии электропередач, которые расположены на высоте более 1 километра над уровнем моря;
- закрытые распределительные устройства, такие как элегазовые, к которым предъявляются жесткие требования к уменьшению габаритов оборудования и, в, защитных аппаратов типа ОПН.



Рис. 1. Внешний вид типового ОПН 110 кВ.

Недавно началась разработка и внедрение специализированных ограничителей перенапряжения для работы в указанных выше 2 условиях. В то же время стало понятно, что решить подобную задачу эффективно и экономически оправдано невозможно без принципиально нового подхода.

Самой серьезной проблемой, требующей решения при создании и эксплуатации ограничителей перенапряжения, стало создание равномерного распределения напряжения вдоль линии варисторов. Причиной неравномерного распределения напряжения вдоль колонки варисторов стала резкая неравномерность электрического поля, в котором помещён ограничитель перенапряжения. Неравномерное поле (рис.2) создается высоковольтным электродом в виде провода, подходящего к ограничителю перенапряжения, и заземленной опорной кон-

струкцией в виде бетонной сваи совместно с поверхностью земли. Неравномерное электрическое поле является причиной того, что потери активной мощности оказываются различными для варисторов, которые расположены в разных частях колонки, что приводит к их неравномерному нагреву. Чаще всего, воздействие на единичные варисторы повышенного напряжения и их перегрев происходит в верхней части колонки, что приводит к их преждевременному старению, и может стать причиной поломки ограничителя перенапряжения.

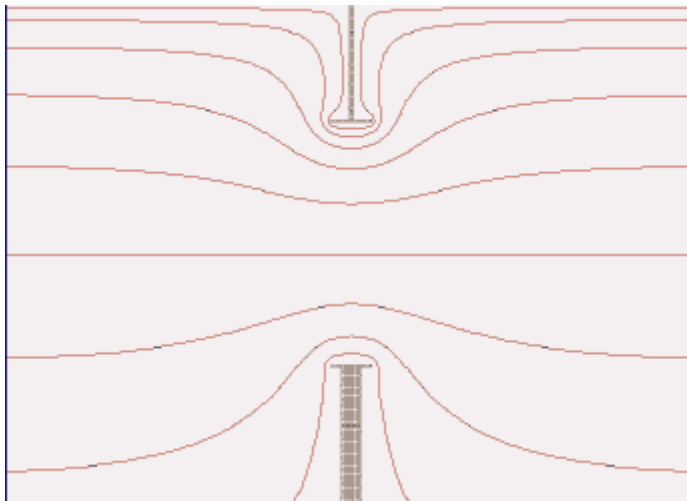


Рис. 2. Эквипотенциальные поверхности поля.

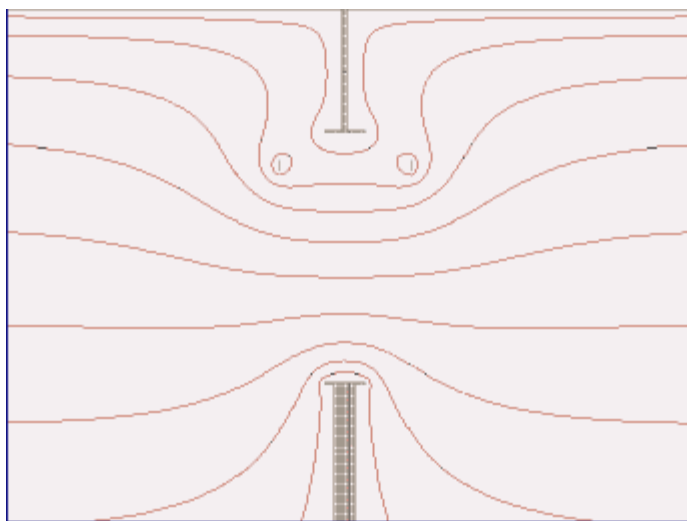


Рис. 3. Эквипотенциальные поверхности поля в случае установки экрана.

Для выравнивания распределения напряжения вдоль колонки варисторов в настоящее время используют тороидальные экраны (рис.1,3). Установка экранов является традиционным способом выравнивания распределения напряжения вдоль ограничителя перенапряжения и направлена на устранение причины возникающей неравномерности, т.е. основана на перераспределении величин емкостей варисторов на землю и на провод.

Наличие экранов заметно снижает расстояние от верхнего фланца ограничителя перенапряжения до заземленных конструкций. Снижения отмеченного габарита допустимо на высоте до 1000 метров над уровнем моря, но недопустимо на более возвышенных территориях, для которых характерно пониженное давление, а значит – снижение разрядных характеристик изоляции и увеличение риска перекрытия ограничителя перенапряжения (с экраном) по поверхности. А в компактизированных закрытых распределительных устройствах в большинстве случаев применение экранов типовой конструкции и вовсе невозможно.

Для решения данной проблемы был создан, испытан и внедрен защитный аппарат нового поколения, который получил название «ограничитель перенапряжений мультигради-

ентный» (МОПН), в котором использовали альтернативный способ облегчения условий работы варисторов в условиях неравномерного распределения напряжения.

При сборке ограничителя перенапряжения традиционной конструкции производитель контролирует сумму напряжения на единичных варисторах колонки так, чтобы она обеспечила требуемые характеристики по напряжению целого ограничителя перенапряжения. Вместе с этим, вольтамперные характеристики единичных варисторов отличаются при одной и той же высоте варистора и токе в нем остающееся на варисторе напряжение может варьироваться в диапазоне от 5 до 25%. Для создания мультиградиентного ограничителя перенапряжений изготавливаются варисторы с заданными различиями вольтамперных характеристик, градиента растекания тока, с контролем тангенса угла диэлектрических потерь, что позволяет выстроить ВАХ собранного аппарата в соответствии с заданной программой, исходя из конкретных условий установки.

Конструкция МОПН позволяет эффективно решать задачу выравнивания распределения температуры параллельно колонки варисторов. Конструкция, которая была реализована в МОПН, может быть использована в качестве единственного средства повышения эксплуатационных качеств ограничителя перенапряжений, так и использовать его совместно с традиционными способами (установка экранов). В качестве иллюстрации на рис.4 даны результаты измерений теплового поля (так называемые термограммы), полученные с помощью тепловизора. Слева на рис.4 показан типовой ОПН 110 кВ с экраном, а справа – мультиградиентный ограничитель перенапряжений МОПН. Ярко белый цвет ограничителя перенапряжения с экраном на левом рисунке говорит о локальном перегреве варисторов в средней части аппарата, тогда как на правом рисунке для МОПН без экрана перегрева нет.

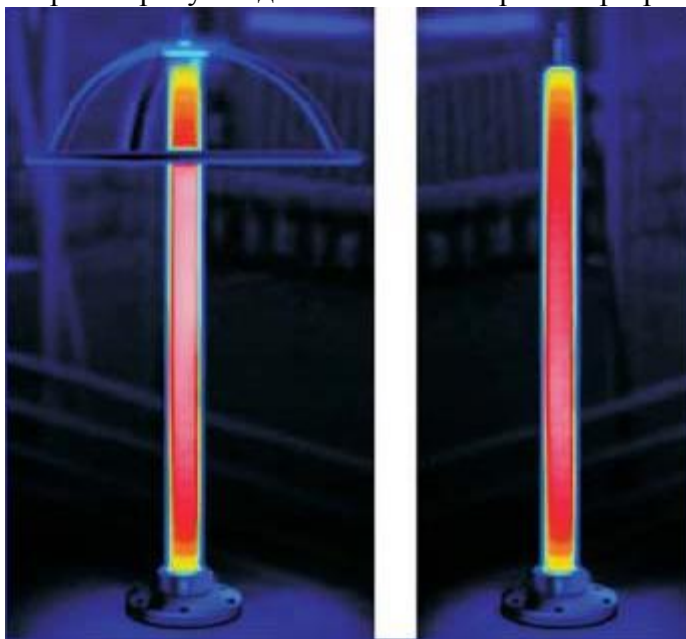


Рис. 4. Термограммы полученные с помощью тепловизора.

Распределение потерь активной мощности варисторов по высоте колонки для аппарата 110 кВ приведено на рисунке 5. По горизонтальной оси откладывается номер варистора в колонке (считая от верхнего фланца), а по вертикальной оси – потери активной мощности в милливаттах. Для МОПН потери мощности в разных варисторах почти одинаковы, что является его главным преимуществом.

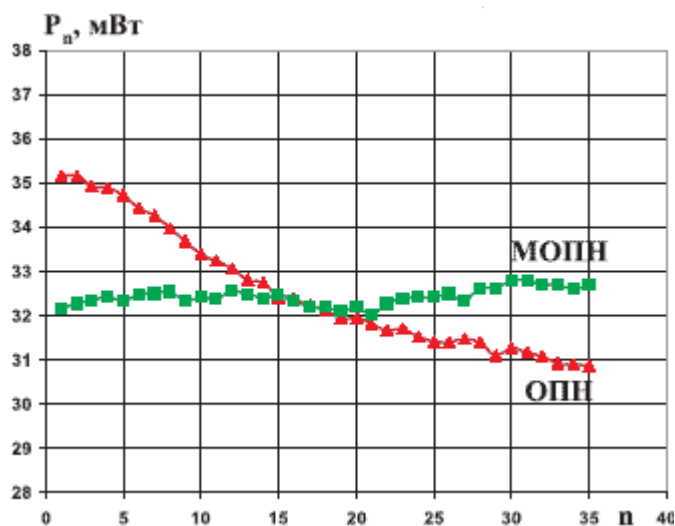


Рис. 5. Распределение активных потерь мощности в варисторах.

МОПН, разрабатываемый как защитный аппарат для особо тяжелых условий работы может быть эффективно использован в обычных условиях с существенным увеличением надежности. В качестве основных преимуществ МОПН, которые были доказаны исследованиями можно назвать следующие:

1. Уникальная способность перераспределения тепла за счет программируемого выстраивания свойств полупроводниковых материалов;
2. Повышенная устойчивость при квазистационарных перенапряжениях;
3. Расширенные возможности адаптации защитного аппарата к конкретным местам установки;
4. Уменьшения массогабаритных характеристик защитного аппарата, благодаря, уменьшению экрана, вплоть до полного отказа от него.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ТОЧНОГО РАСЧЕТА ПРОВЕСА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Искоростинский Андрей Викторович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Кислюков Виктор Анатольевич, доцент

Ключевые слова: воздушная линия, энергетическая система, надежность, экономичность, проектирование, тяжение, климатические условия.

Задачей инженера при проектировании воздушных линий является экономическая целесообразность расчётов механической прочности проводов, опор на воздействие сил давления ветра, веса гололедных образований, возникающих при экстремальных природных условиях, учёт экологического влияния и технико-эстетического восприятия в условиях населенных пунктов, исторических ландшафтов и т.п. Электроэнергетика является основой любых процессов во всех отраслях народного хозяйства, главным условием повышения уровня жизни людей. Проектирование, сооружение и эксплуатация конструкций воздушных линий, в первую очередь опор и проводов, оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели и надежность работы электроэнергетических систем.

Начало развития будущих мировых энергосистем можно отнести ко второй половине XIX века, когда выдающийся немецкий ученый электротехник Михаил Осипович Доливо-Добровольский, известный как один из создателей техники трехфазного тока, продемонстрировал передачу электрической мощности порядка 220 кВт на расстояние 170 км. КПД линии электропередач составил 77,4%, что вызвало сенсацию среди ученых и инженеров того времени. В СССР большое развитие электроэнергетика получила после введения плана ГО-ЭЛРО, который был выполнен к 1931 году, а к 1935 был перевыполнен в 3 раза. Великая Отечественная Война вызвала перерыв в развитии энергетики, по окончании войны электрификация СССР возобновилась, и к 1950 году достигла уровня выработки 90 млрд кВт·ч.

В этой связи остро встал вопрос о самой передаче энергии на большие расстояния. Главным требованием при сооружении электрических сетей являются их высокие технико-экономические показатели, к которым в первую очередь относятся надежность работы, затраты на постройку линий и т.д. Техничко-экономические показатели любой линии электропередач, кроме потерь мощности и электроэнергии, напрямую зависят от её конструкции, поэтому вопрос расчета и проектирования механической части линии актуален и в наше время.

Процесс проектирования воздушной линии электропередач — это целый комплекс мероприятий, который включает в себя не только процесс расчета самой линии, а также множество изыскательских работ на месте будущего строительства линии. В частности, в СССР и России сложность обусловлена большой протяженностью территорий, сложным рельефом, различными климатическими условиями, пересечением с различными объектами, такими как: водные преграды, глубокие овраги и ущелья, железнодорожные пути, иные искусственные объекты.

Немаловажной частью линии электропередач являются опоры, которые обеспечивают натяжение, поддержание проводов от поверхности земли и друг от друга. К ним применяются особые требования, ведь несоответствие конструкции линии нагрузкам, действующим на неё, и условиям работы приводят к авариям: схлестыванию проводов, поломкам опор, обрыву проводов и т.д. Большое влияние оказывают технико-экономические показатели конструкций опор. Опоры должны обеспечивать бесперебойную работу, соответствовать климатическим условиям данного региона и, в то же время, их стоимость не должна быть очень высокой. [1]

Основной тип опор, которые применяются на воздушных линиях, принято классифицировать по их назначению, а не по конструктивному исполнению. Выделяют следующие основные типы:

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- анкерные опоры – в нормальном режиме работы воспринимают усилия от разности тяжения проводов вдоль ВЛ (на опору действуют вертикальные силы веса проводов, изоляторов, гололеда и самой опоры, и горизонтальные силы от давления ветра на провода и опору). Ввиду более сложной конструкции и веса анкерные опоры ограничивают пределы разрушений в случае непредвиденных аварий, например, падение промежуточных опор, поэтому аварийные режимы работ принимаются более тяжелыми по сравнению с другими типами опор.

- промежуточные опоры – являются наиболее распространенными на линиях электропередач и составляют порядка 80% всех опор в равнинной местности. На данный момент конструкция промежуточных опор относительно легкая и достаточно дешевая, при этом обеспечивающая надежную работу электрической сети. В нормальном режиме работы на опору действуют те же силы что и на анкерные опоры, в аварийном режиме конструкция должна обеспечивать достаточную жесткость чтобы выдержать продольную силу от неуравновешенного тяжения по проводу после его обрыва в одном из пролетов.

- концевые опоры – устанавливаются в начале и конце линии, и должны быть рассчитаны на одностороннее тяжение проводов в нормальном режиме

- угловые опоры – устанавливают в точках поворота линии. При малых углах поворота (до 15-30°), используют угловые промежуточные опоры, т.к. нагрузки невелики. Если угол поворота больше, применяют анкерные опоры.

Работа проводов и тросов электрических воздушных линий, проходящих в равнинных и горных местностях, вблизи морей, подвергающихся действию сильных ветров, гололедов, значительным и резким колебаниям температуры, протекает в тяжелых условиях. Одна часть указанных причин создает на провода внешние механические нагрузки, достигающие больших величин, и вызывает значительные напряжения их материалов. Другая часть этих причин вследствие химического воздействия реагентов, находящихся в воздухе (например, сернистые газы, морская соль), разрушающе действуют на материалы проводов и тросов.

Неправильный учет внешних нагрузок, неправильный выбор материала или неправильный расчет проводов влекут тяжелые последствия. Происходят аварии, часто сопровождаемые перерывами подачи электроэнергии потребителям.

Учитывая вышесказанное, материал проводов воздушных линий должен соответствовать следующим требованиям:

1. Материал проводов должен обладать высокой электрической проводимостью. Это требование определяется электрическими характеристиками сетей, в которых потери мощности, электроэнергии и напряжения не должны выходить за определенные пределы. Из металлов, которые могут быть использованы для изготовления проводов, хорошо зарекомендовали себя медь и алюминий, имея $0,0178 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ и $0,0283 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ соответственно. Таким образом, для достижения одинаковой проводимости, алюминиевые провода должны иметь сечения в 1,6 раз больше, чем медные. Но при объемной массе меди в $8,9 \text{ кг/дм}^2$ и алюминия $2,7 \text{ кг/дм}^2$ масса алюминиевых проводов составляет около 50% массы медных проводов той же проводимости. Это соотношение является одним из главных факторов экономичности применения алюминиевых проводов.

2. Провода должны обладать достаточной механической прочностью, особенно важны выполнения этого требования при пересечении линии электропередач таких объектов как: железные дороги, населенные пункты и т.д. При этом предел усталости материала, из которого выполнены провода, должен быть по возможности высоким.

3. Материал проводов должен хорошо противостоять влиянию атмосферных воздействий и химических реагентов, находящихся в воздухе. Стойкость в отношении атмосферных воздействий предъявляется к проводам всех воздушных линий. Стойкость к воздействию химических реагентов необходимо учитывать только в специальных случаях, например, провода, проходящие вблизи морей или пересекающие акватории заливов, рядом с химическими заводами, газы и уносы с которых могут привести к разрушению проводов.

4. Материал проводов должен обеспечивать экономическую целесообразность конструкции линии. [3]

Согласно ПУЭ для расчета нагрузок на провода и опоры, следует принимать наиболее неблагоприятные сочетания климатических условий, наблюдаемые не реже 1 раза в 10 лет для линий 110-330 кВ и 1 раза в 15 лет для линий 500 кВ. Опыт эксплуатации показал, что данный способ обеспечивает достаточную надежность линий. [2]

На провод, находящийся в подвешенном состоянии, действуют две силы: горизонтальная и вертикальная.

Вертикальные силы обусловлены собственным весом провода, а также количеством гололедно-изморозевых отложений. Образование гололедных явлений происходит не только на отключенных, но и на слабо загруженных линиях, температура которых ниже 0 °С. При этом в горных местностях количество отложений может достигать до 15-50 кг на 1 м длины провода, что создает значительную нагрузку на опоры, изоляторы и арматуру. Образования изморози при ветре, перпендикулярном к линии, предопределяет несимметричное, одностороннее отложение. Принято рассчитывать, что гололед покрывает провод равномерным слоем вдоль всей линии.

Ветер характеризует горизонтальную нагрузку на провода воздушных линий. Давление ветра на провода и опоры определяется по наибольшей расчетной скорости, предполагая, что он направлен горизонтально и перпендикулярно к трассе линии. Практическое наблюдение показало, что на длине всего пролета одновременно не бывает наибольшей скорости ветра. Кроме того, вследствие турбулентности воздушного потока, горизонтальное направление струй воздуха сохраняется только на части пролета и углы встречи воздушного потока с проводом на большей части пролета меньше 90°. В связи с необходимостью учета данных явлений был введен коэффициент неравномерности распределения ветра по пролету. Испытания показали, что коэффициент неравномерности зависит от ряда причин, таких как: скорости ветра, длина пролета, рельефа местности, высотных построек и т.д. Большое количество факторов и отсутствие достаточно простых методов расчета проводов с учетом динамического действия нагрузки от ветра, вынуждают принимать ветер как статическую нагрузку, учитывая коэффициент неравномерности. [3]

Изменение температуры воздуха окружающей среды в течение суток или года оказывает влияние на длину самого провода и зависит от следующих причин:

- напряженности солнечной радиации, зависящей с одной стороны от напряженности деятельности солнца, а с другой – от удаленности солнца;
- угла падения солнечных лучей, который зависит от географической широты;
- прозрачности атмосферы;
- вторжения холодных и теплых масс воздуха.

Первые две причины влияют на температуру строго закономерно и поддаются предварительному расчету, другие причины являются случайными и не поддаются предварительному расчету.

При протекании по проводу электрического тока, провод нагревается. Согласно основному закону теплового расширения, при нагревании или охлаждении провода будет изменяться его длина и, соответственно, стрела провеса и напряжения металла. Количество теплоты, выделяемой проводом, определяют по закону Джоуля-Ленца. При превышении температуры провода над температурой окружающей среды, он начинает отдавать теплоту в окружающую среду. В результате одновременного нагревания и охлаждения провода наступает тепловое равновесие, которому соответствует вполне определенное превышение максимальной установившейся конечной температуры провода над температурой окружающей среды.

Таким образом, расчет провеса воздушной линии является сложной математической задачей. Сам расчет включает в себя множество факторов, часть которых нельзя достоверно выразить формулами, т.к. они связаны с постоянными изменениями окружающей среды. Однако большой потенциал электронно-вычислительной техники позволяет упростить задачу инженера, исключить большую часть ошибок, связанных с неточностью расчета, обуслов-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ленных человеческим фактором. Приборы мониторинга окружающей среды позволяют уменьшить нелинейные коэффициенты. Точные измерительные приборы позволяют оператору контролировать загрузку линии, не давая ей выйти за пределы, нормированными документацией, позволяя сохранить её механическую прочность, повышая срок её службы. Применение новых технологий и материалов позволяет конструировать высокотехнологичные линии электропередач, которые будут обеспечивать электроэнергией любых потребителей, вне зависимости от внешних факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Крюков К. П., Новгородцев Б. П.3 Конструкции и механический расчет линий электропередачи. — 2-е изд., перераб. и доп.— Л.: Энергия, Ленингр.отд-ние, 1979, 312 с., ил.
2. Линии электропередачи-2004 (-2006, -2008, -2010, -2012). Проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: Сборники докладов российских научно-практических конференций с международным участием / Под ред. Лаврова Ю. А. — Новосибирск. [ISBN 5-93889-031-5](#), [ISBN 5-93889-041-8](#), [ISBN 5-93889-076-3](#), [ISBN 978-5-93889-144-9](#), [ISBN 978-5-93889-194-4](#)
3. Механический расчет проводов и тросов линий электропередачи. (Бошнякович А.Д.), Энергия, 1971.
4. Основы механической части воздушных линий электропередачи. (Глазунов А.А.), Госэнергоиздат, 1956.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ (Издание седьмое). Приказ Минэнерго России от 20.05.2003 № 187.
6. Петров В.С., Дубровская Т.И. Механический расчет проводов и тросов воздушных линий как основа расчета надежности конструкций // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, No6 (2015)
7. <http://electricalschool.info/main/v1/761-vidy-i-tipy-opor-vozdushnykh-linij.html> (интернет ресурс)

**ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ
ОТ ГРОВОНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПУЭ
В ЧАСТИ РАССТАНОВКИ ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ**

Ким Константин Сергеевич, Кротов Павел Дмитриевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель

Ключевые слова: ПУЭ, стандарт, перенапряжения, защита изоляций, молниеотводы.

Разработка нормативных документов является делом, требующим большой кропотливой работы. К сожалению, в современных условиях, разработчики нормативных документов не всегда достаточно ответственно относятся к подготовке новых и уточнению действующих нормативных документов, что, отражается на качестве выпускаемых бумаг. Многие из нормативных документов обязательны к исполнению. Например, такой статус для энергетиков имеют правила устройства электроустановок ПУЭ.

Предположим, что проектировщик, обязанный соблюдать требования ПУЭ, защитил оборудование распределительного устройства от грозовых перенапряжений, но через несколько лет эксплуатации дорогостоящее оборудование во время грозы было повреждено. Очевидно, что никаких рекламаций проектировщику выставить невозможно, поскольку он действовал в соответствии с обязательными нормами, а разработчикам ПУЭ, как и ко всем разработчикам нормативных документов, претензий не предъявить. Поэтому в энергетике обязательными должны быть требования к обеспечению безопасности персонала, требования к экологической безопасности. Все остальные требования должны иметь статус «рекомендаций», но отнюдь не законов. Если перейти к такой системе, то появляется реальное ответственное лицо – проектировщик или главный инженер, принявшие то или иное ошибочное решение. Ранее эта система имела смысл, так как «все было общее», и нормы логичнее было иметь общие. Теперь же в условиях частной собственности в современной России, правильнее будет позволить каждому делать в своей сети все, что он считает нужным, за исключением вопросов безопасности и экологии, которые должны регулироваться и контролироваться государством.

Постепенно многие крупные организации стали переходить на систему отраслевых стандартов, т.е. каждый для себя разрабатывает свои нормы. Однако до сих пор не ясно, как эти нормы будут соотноситься с общероссийскими, пока еще обязательными к исполнению. Например, в ФСК в настоящее время предпринимаются попытки создать стандарт на защиту изоляции сетей от перенапряжений, который в рамках ФСК будет иметь статус обязательного к применению документа. Задача выпуска такого стандарта очень важная и ответственная, так как перенапряжения объективно являются причиной многих повреждений изоляции оборудования, приводят к значительному экономическому ущербу. К сожалению, разработчики стандартов, зачастую занимаются переписыванием тех самых, не всегда удачных и содержащих ошибочные утверждения, нормативных документов, которые пока еще являются обязательными для всех. Так, при подготовке новой, седьмой редакции ПУЭ, разработчики внесли, в дополнение к имеющимся в шестой редакции сомнительным требованиям, целый ряд заведомо ошибочных утверждений, касающихся выбора числа и мест установки защитных аппаратов на ПС. И, соответственно, в проект стандарта на защиту изоляции оборудования сетей ФСК от перенапряжений попали без изменений все те недостатки, которые имели ПУЭ седьмой редакции. Таким образом, прекрасная идея создания современных отраслевых стандартов в значительной степени становится бессмысленной, так как, по сути, представляет собой замену за большие деньги одного титульного листа на другой. Что касается конкретных недостатков ПУЭ в части защиты от перенапряжений, то они известны и необходимость их скорейшего устранения неоднократно подчеркивалась на всевозможных конференциях по перенапряжениям с участием ведущих специалистов отрасли, регулярно проходящих в Санкт-Петербурге, Новосибирске, других городах.

Ниже в сжатой форме перечислены недостатки требований ПУЭ лишь в части защиты изоляции сетей номинального напряжения 35-750 кВ от грозовых перенапряжений. Основным источником опасных грозовых перенапряжений на изоляции распределительных устройств (РУ) являются удары молнии в присоединенные воздушные линии. Процессы, которые происходят при таких ударах, настолько сложны, что при упрощенном моделировании процессов корректно оценить уровни грозовых перенапряжений нельзя. Вместе с тем, даже при подробном моделировании вряд ли удастся указать на конкретное значение погрешности, с которой определены уровни перенапряжений или защищенность оборудования. Поэтому расчеты грозовых перенапряжений надо проводить при подробном моделировании процессов, а к результатам относиться лишь как к более или менее корректным оценкам реального положения дел.

У создателей ПУЭ, учитывая, что большинство положений этого документа разработано многие годы назад, возможность осуществить детальные расчеты отсутствовала, и проводились они, с позиции современных знаний, на весьма упрощенных моделях. Например, при разработке ПУЭ не учитывались обратные перекрытия на присоединенных к РУ воздушных линиях, которые, между прочим, для сетей 35-220 кВ являются основным (!) источником грозовых волн, образующихся на линиях и набегающих на распределительные устройства. Лишь для сетей 330/750 кВ пренебрежение обратными перекрытиями оправдано. Чтобы как-то сгладить неучет обратных перекрытий, разработчики ПУЭ указали, что сопротивления заземления опор должны быть не более 10-20 Ом. Видимо при этом полагалось, что при таких сопротивлениях обратных перекрытий или нет, или они бывают достаточно редко, т.е. отказ от их учета оправдан. Вместе с тем, если взять воздушную линию класса, скажем, 110 кВ и рассчитать, как часто на ее фазных проводах образуются грозовые волны значительной величины и крутизны фронта, то получится что из 10 таких «опасных» волн лишь одна вызвана ударами молнии в фазные провода, а остальные девять – от обратных перекрытий. Таким образом, львиная доля грозовых волн для сетей 35-220 кВ не учтена, а выполненные по ПУЭ схемы защиты изоляции распределительных устройств имеют значительно худшую защищенность, чем это полагается. По тем же самым причинам, совершенно не одно и то же с точки зрения защищенности оборудования, будет ли у опор на присоединенной ВЛ 35-220 кВ вблизи от входа РУ сопротивление заземления 5, 10, 15, 20 Ом. Тем не менее, все эти значения не превосходят 20 Ом, т.е. по ПУЭ являются равноправными.

Важнейшим фактором, влияющим на защищенность оборудования, является число ударов молнии в земную поверхность, выражаемое числом грозовых часов в году.

Защиту распределительных устройств проектируемой подстанции осуществляется молниеотводами. Определяется наименьшая ширина зоны защиты b_x в середине между молниеотводами. Для этого находят расстояние между молниеотводами, а h_x – высота защищаемого объекта. Рассчитывается радиус действия молниеотводов, позволяющий защищать подстанцию от прямых ударов молнии. (Рис.1)

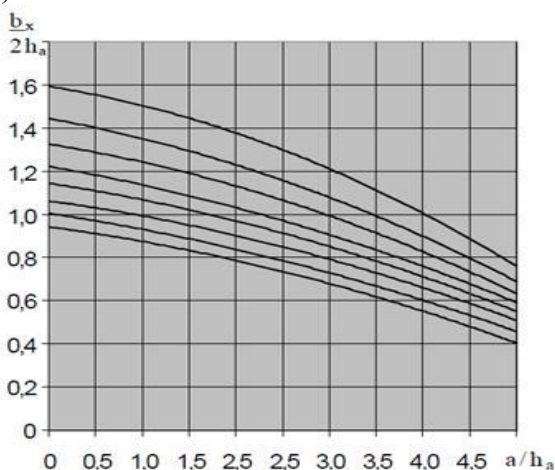


Рис. 1. Значение наименьшей ширины зоны защиты.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Для защиты объектов на проектируемой подстанции от заноса высоких потенциалов присоединяют все металлические коммуникации и оболочки кабелей в месте ввода их в объект к заземлителю защиты от вторичных воздействий молнии. (Рис.2)

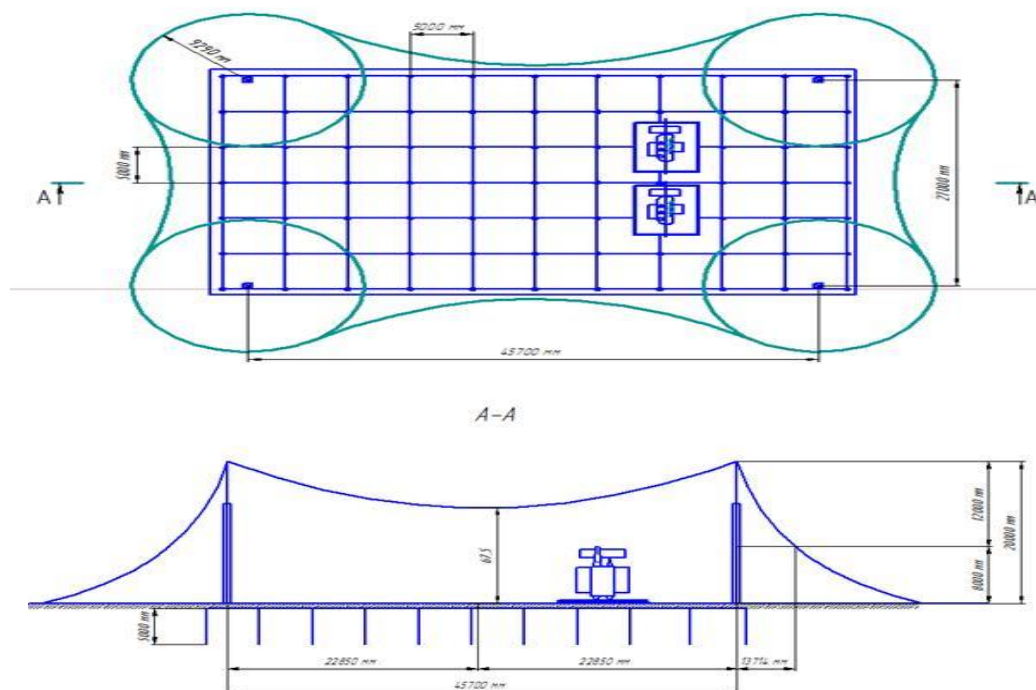


Рис. 2. Молниезащита подстанции.

Согласно ПУЭ помимо снижения сопротивлений заземления опор на присоединенных к РУ 35-750 воздушных линиях и установки на них молниезащитных («грозозащитных») тросов, в распределительных устройствах применяют специальные защитные аппараты – вентильные разрядники (РВ) и ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН). При грозовых перенапряжениях важнейшим является вопрос о максимально допустимом расстоянии от защитных аппаратов до защищаемого оборудования, при котором еще обеспечивается приемлемый уровень надежности. В ПУЭ для различных схем открытых распределительных устройств в зависимости от числа и типа вентильных разрядников даны такие максимальные расстояния до оборудования.

В последней (7-й) редакции ПУЭ впервые помимо вентильных разрядников в качестве защитного аппарата от грозовых перенапряжений на оборудовании ПС рассматривается также и ОПН. В этой редакции ПУЭ допустимые расстояния от оборудования ПС до ОПН предлагается определять в соответствии с защитными характеристиками ОПН на основе требований к расстояниям до вентильных разрядников, приведенных в предыдущих редакциях ПУЭ.

Исследования с применением современных средств вычислительной техники в типовых схемах недвусмысленно свидетельствуют о том, что использование современных ОПН вместо вентильных разрядников не дает права размещать эти ОПН на расстоянии большем, чем в аналогичных случаях ставились вентильные разрядники. Однако ж, в ПУЭ и в проекте отраслевого стандарта ФСК есть формула, в соответствии с которой ОПН можно устанавливать на гораздо большем удалении, нежели это было при защите оборудования при помощи вентильных разрядников. Если мы ставим современные ОПН с характеристиками, лучшими чем у РВ, то это физически может снизить уровни перенапряжений лишь от некоторых грозовых волн – тех, длительность фронта которых гораздо больше времени, необходимого волне для пробега от оборудования до защитного аппарата и обратно. Скорость электромагнитной волны конечна и не зависит от того, какой защитный аппарат (РВ или ОПН) установлен. Так же в ПУЭ сказано, что если к распределительному устройству присоединено очень много воздушных линий (110 кВ - 7 и более; 150 кВ - 6 и более; 220 кВ - 4 и более), то все расстояния (кроме расстояний до силовых трансформаторов) можно не ограничивать вовсе. При этом разработчиками полагалось, что большое число присоединенных воздушных ли-

ний – это большое число путей, по которым грозовая волна может уйти из распределительного устройства восвояси, не натворив в нем бед. Однако следует понимать, что увеличение числа присоединенных линий пропорционально увеличивает число грозовых волн, которые могут в разное время набегать по этим линиям на РУ.

В Правилах устройств электроустановок учли, что волны набегают в «разное время», но не одновременно. А теперь давайте вспомним, сколько мы знаем распределительных устройств 110-220 кВ, от которых ВЛ 110-220 кВ отходят в одном коридоре впритык друг к другу – таких РУ совсем немало. Если молния ударила в такой коридор, то на распределительное устройство грозовая волна будет набегать уже не по одной присоединенной ВЛ (только такой случай учтен в ПУЭ), а сразу по нескольким, что является гораздо более тяжелым случаем. Таким образом, большое число присоединенных ВЛ 110-220 кВ в ряде случаев – это не повод для снижения числа защитных аппаратов в распределительном устройстве, а наоборот – повод для увеличения их числа, т.е. заметного снижения реальных расстояний до оборудования по сравнению с теми, которые указаны в ПУЭ. Например, весной 2007 года, в самом начале грозового сезона, уже произошло повреждение силового трансформатора 220 кВ при грозовых перенапряжениях. К сборным шинам было присоединено 4 линии 220 кВ, т.е. по ПУЭ-7 получается, что в такой схеме проблем с грозовыми перенапряжениями быть не должно. Однако, при ближайшем рассмотрении оказалось, что три из четырех ВЛ 220 кВ шли в одном коридоре, над которым «сверкали молнии». И ведь трансформатор сгорел, а виновных нет, все сделано согласно ПУЭ.

Очевидно, что в настоящее время назрел вопрос об изменении подходов к выбору схем защиты оборудования РУ от перенапряжений. Принимая во внимания все возрастающие требования к надежности электроснабжения, новые схемы защиты оборудования от перенапряжений, построенные с использованием современных защитных аппаратов типа ОПН, должны обеспечивать повышенную защищенность всего оборудования РУ от перенапряжений. Учитывая это, актуальным является поиск недостатков действующих нормативных документов (в частности, ПУЭ-7) так, чтобы они не попали в разрабатываемые сейчас отраслевые стандарты, в частности, на защиту от грозовых перенапряжений. Некоторые предложения по корректировке ПУЭ-7 в части выбора схем защиты изоляции оборудования 35-750 кВ от грозовых перенапряжений даны ниже.

1. Вентильные разрядники сняты с производства и их упоминание должно быть постепенно исключено из нормативных документов на защиту от перенапряжений.

2. Как высокоэффективный способ защиты оборудования от грозовых (и коммутационных) перенапряжений должны быть рекомендованы к использованию схемы, в которых ОПН установлены не только у силовых трансформаторов, а еще и на каждой присоединенной ВЛ 35-750 кВ вблизи от входа в распределительное устройство; при этом установка защитных аппаратов на сборные шины не требуется. Учитывая высокие показатели защищенности оборудования при такой расстановке ОПН, вопрос о максимальных расстояниях между оборудованием и ОПН в определенной мере теряет смысл. Сама установка на «входные цепи» средств защиты от внешних воздействий является не новой и широко применяется даже в обычных бытовых приборах.

3. Если защитные аппараты на входе РУ не установлены, то: – допустимые расстояния от ОПН до оборудования должны быть не более тех, которые указаны в ПУЭ-7 для случая использования вентильных разрядников; – допустимые расстояния до оборудования в ПУЭ-7 указаны при грозовой активности не более 30 грозовых часов в год; в случае, если число грозовых часов в районе расположения более 30 в год, допустимые расстояния должны быть пропорционально снижены; – положение ПУЭ-7, допускающее не ограничивать расстояния до удаленного оборудования при большом числе присоединенных ВЛ 110, 150, 220 кВ, является ошибочным; при большом числе ВЛ в качестве максимально допустимых расстояний от защитных аппаратов до оборудования можно принять те расстояния по ПУЭ, которые были указаны в таблице ПУЭ-7 при «трех и более постоянного включенных ВЛ 110, 150, 220 кВ»; – в случае повышенных (более величины 20 Ом) сопротивлений заземления опор ВЛ 35-220

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

кВ на походах к РУ в дополнение к ОПН, установленным у силовых трансформаторов (автотрансформаторов, шунтирующих реакторов) обязательно устанавливать ОПН 35-20 кВ, размещаемые на каждой ВЛ на входе РУ (или, что менее эффективно, на сборные шины).

4. Анализ грозовых перенапряжений на оборудовании ПС может проводиться одним из следующих способов:

- расчетом перенапряжений и их сравнением с допустимыми для изоляции оборудования уровнями, которые принимаются несколько ниже, чем испытательные напряжения изоляции по ГОСТ 1516.3-96;
- оценкой числа лет безаварийной работы оборудования при грозовых перенапряжениях и ее сравнением с рекомендуемыми значениями, приведенными, например, в [1];
- сравнением расстояний от оборудования до защитных аппаратов с допустимыми по ПУЭ [2] значениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 1516.3-96 «Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ»
2. ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты»

БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

***Кирилов Сергей Алексеевич, Козлов Илья Витальевич,
Скоморохин Евгений Романович***

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники.

Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель

Дальний Восток обладает огромным неиспользованным пока потенциалом ресурсов. Перспектива развития этого района в сфере электроэнергетики определяется различными экологическими и социальными факторами

Мировая энергетика развивается, опираясь на следующие тенденции:

- увеличение потребности в энергии населения, предприятий
- преобладание ископаемых источников энергии
- использование ВИЭ
- развитие технологий в сфере электроэнергетики
- увеличение объемов экспорта энергетических ресурсов

Три типа энергетических технологий диктуют темп развития энергетики Дальнего Востока: генерация энергии из ископаемого топлива и возобновляемых источников энергии, атомная энергетика. Усовершенствование и повышение производства технологий определяется следующими условиями: обеспеченностью ресурсами, техническими ограничениями, экономической целесообразностью, экологическими условиями и т. д.

Генерация электроэнергии из ископаемого топлива

Современные энергетические системы неспособны в короткие сроки переходить на новые технологичные базы в силу высокой степени инерционности. Это основа мирового топливно-энергетического баланса. И поэтому по сей день и в долгосрочной перспективе основными источниками энергии останутся нефть, уголь и газ

Хотелось бы отметить основные тенденции характерные для ТЭК Дальнего Востока, имеющего свои особенности:

- огромный запас энергоресурсов
- большая пространственная территория региона
- устаревшее и изношенное оборудование

В перспективе Дальний Восток будет одним из основных регионов производства энергоресурсов. Доля региона увеличится с 2% до 10% в связи с открытием и началом эксплуатации новых месторождений в регионе. Доля Дальнего Востока в общем объеме добычи в России составит: по углю – 13%, по газу – 10, по нефти – 9%. Рост физических объемов добычи к 2050 г. по сравнению с уровнем 2017 г. составит: по углю и нефти – около 260%, по газу – 330%.

Генерация энергии из возобновляемых источников.

Основное ограничение широкомасштабного использования возобновляемых источников - это большие капиталовложения по сравнению с традиционными источниками энергии. Это вызвано высокой капиталоемкостью оборудования и затратами на преобразование и аккумулирование энергии.

На Дальнем Востоке имеется существенный потенциал по возобновляемым источникам энергии (см. рисунок 1).

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Вид ВИЭ	Вид ресурсов		
	валовый ресурс, млн т у. т./год	технический ресурс, млн т у. т./год	экономический ресурс, млн т у. т./год
Всего, млн т у. т./год	1 149 304,27	4129,5	34,78
Солнечная энергия	813 200	3224,4	0,132
Малая гидроэнергетика	153,6	49,63	27,23
Энергия ветра	335 839	839,6	4,20
Энергия биомассы	103,20	12,60	2,18
Геотермальная энергия	...	0,233	...
Низкопотенциальное тепло	8,47	3,04	1,04

Рис. 1. Оценки потенциала ВИЭ на Дальнем Востоке.

На Дальнем Востоке 9 электростанций использовали возобновляемые источники энергии. Общая мощность таких электростанций 104 060 кВт, это 0,8% от общей установленной мощности на Дальнем Востоке. В 2017 г. доля выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях ДВ составляла 34,5% в структуре генерирующих мощностей электростанций, при этом на них приходилось 36% от общей выработки электроэнергии в регионе. Коэффициент практического применения технического гидропотенциала составляет 7%. В перспективе до 2050 г. произойдет увеличение выработки электроэнергии на ГЭС в 3 раза, при этом доля ГЭС в структуре потребления ПЭР сохранится на уровне 7–8%. В этот период планируется ввод более 10 тыс. МВт мощности, в том числе более 9 тыс. МВт приходится на Южно-Якутский ГЭК.

В данный момент на Камчатке работают две малые гидроэлектростанции мощностью 1710 и 20 400 кВт. В перспективе до 2030 г. на Дальнем Востоке установленная мощность МГЭС составит 62–92 МВт (0,3–0,4% от суммарной установленной мощности). В 2010 г

Атомная энергетика.

Наиболее неопределенная ситуация в перспективе складывается в области атомной энергетики. Многие страны после аварии на японской АЭС Фукусима-1 изменили политику в области мирного атома и решили отложить строительство и ввод в эксплуатацию новых АЭС.

По прогнозам специалистов к 2050 году произойдет постепенный переход на реакторы сначала третьего, затем четвертого поколения. Первые реакторы третьего поколения уже создаются в Китае (американо-японские реакторы AP-1000) и Финляндии (европейские реакторы PWR). Активное строительство реакторов четвертого поколения начнется уже с 2030 года.

Существует необходимость перехода к серийному производству энергоблоков и оборудования. Из-за высокой единичной мощности энергоблоков (1 ГВт) их количество невелико. Но реакторы не стандартизованы полностью, поэтому увеличиваются издержки, снижается надежность, слабо происходит снижение издержек по мере роста мощностей. Главными инновационными технологиями, формирующими конкурентоспособность российской атомной отрасли на мировых рынках, являются технологии ядерной системы производства пара, серийного сооружения АЭС и создания газовой центрифуги. Основой российского инжиниринга ядерного производства пара служит технология водо-водяного энергетического реактора. В дальнейшем усилия будут направлены на модернизацию и усовершенствование существующих проектов АЭС, оформление технологии ВВЭР как базовой и создание единого «держателя» и разработчика инновационной технологии (сейчас она распределена между десятками НИИ и КБ).

На сегодняшний день на Дальнем Востоке в эксплуатации находится одна Билибинская АЭС, которая вырабатывает 0,4% от суммарной электроэнергии на Дальнем Востоке. К 2050 г. объем выработки на АЭС в регионе увеличится до 25-41 млрд кВт.ч. Такой прирост мощности АЭС на Дальнем Востоке будет обеспечен за счет строительства двух (или более) новых АЭС, модернизации Билибинской АЭС (рис.2) и ввода в эксплуатацию плавучих атомных электростанций в г. Вилючинске Камчатского края и на территории Республики Саха вблизи крупных месторождений золота, олова, вольфрама, ртути, свинца, цинка в райо-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

нах поселков Тикси, Юрюнг-Хая, Усть-Куйга электрической мощностью в 12 МВт и п. Черский электрической мощностью в 75 МВт



Рис. 2. Центральный зал Билибинской АЭС.

Также составлен проект и предусмотрено строительство Дальневосточной АЭС (Хабаровская атомная электростанция), которая должна быть расположена на берегу реликтового пресноводного озера Эврон в Солнечном районе Хабаровского края. Планируется, что станция будет обеспечивать в первую очередь промышленные районы Комсомольска-на-Амуре, во вторую- объекты крупнейшего города региона –Хабаровска.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Клешнин Владислав Андреевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

*Научный руководитель: Галдин Олег Евгеньевич, зам. гл. инженера
филиал ПАО «ФСК ЕЭС» «ПМЭС»*

Ключевые слова: компенсация, реактивная мощность, конденсаторные батареи (КБ), синхронные двигатели (СД), синхронные компенсаторы (СК), статические тиристорные компенсаторы (СТК), шунтирующие реакторы (ШР)

Реактивная мощность-мощность, которую источник переменного тока в течение одной четверти периода отдаёт во внешнюю цепь, обладающую реактивным сопротивлением, а в течение другой четверти периода получает её обратно. Характеризует энергию, не потребляемую во внешней цепи, а колеблющуюся между внешней цепью и источником, т.е. ёмкостную и индуктивную энергию, временно накапливаемую, а затем отдаваемую источнику.

Основным потребителем реактивной мощности индуктивного характера на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели *АД* (60-65 % общего её потребления), трансформаторы, включая сварочные (20-25%), вентильные преобразователи, реакторы и прочие *ЭП*.

Реактивной мощностью дополнительно нагружаются питающие и распределительные сети предприятия, соответственно увеличивается общее потребление электроэнергии. Меры по снижению потребления реактивной мощности: естественная компенсация (естественный ($\cos \varphi$) без применения специальных компенсирующих устройств (*КУ*) и искусственная компенсация, называемая чаще просто компенсацией.

Для искусственной компенсации реактивной мощности, называемой иногда «поперечной» компенсацией, применяются специальные компенсирующие устройства, являющиеся источниками реактивной энергии ёмкостного характера.

1. Конденсаторные батареи.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях имеют конденсаторы (*КБ*)-крупные (в отличие от конденсаторов радиотехники) специальные устройства, предназначенные для выработки реактивной ёмкостной мощности. Конденсаторы изготавливают на напряжение 220, 380, 660, 6300 и 10500 Вольт в однофазном и трёхфазном исполнении для внутренней и наружной установки. Они бывают масляные (*КМ*) и соволовые (*КС*). Диэлектрическая проницаемость совола примерно вдвое больше, чем масла. Однако отрицательная допустимая температура составляет - 10⁰С для соволовых конденсаторов, в то время как масляные могут работать при температуре -40⁰С[1]. Широкое применение конденсаторов для компенсации реактивной мощности объясняется их значительными преимуществами по сравнению с другими видами *КУ*: незначительные удельные потери активной мощности до 0,005 кВт/квар, отсутствие вращающихся частей, простота монтажа и эксплуатации, относительно невысокая стоимость, малая масса, отсутствие шума во время работы, возможность установки около отдельных групп *ЭП* и т.д.

Недостатки конденсаторных батарей: пожароопасность, наличие остаточного заряда, повышающего опасность при обслуживании; чувствительность к перенапряжениям и толчкам тока; возможность только ступенчатого, а не плавного регулирования мощности.

Конденсаторы на заводах электротехнической промышленности собираются в батареи (*КБ*) и выпускаются в виде комплектных компенсирующих устройств (*ККУ*). На (рис. 1) изображён общий вид *ККУ* напряжением 380 В и мощностью 300 квар.

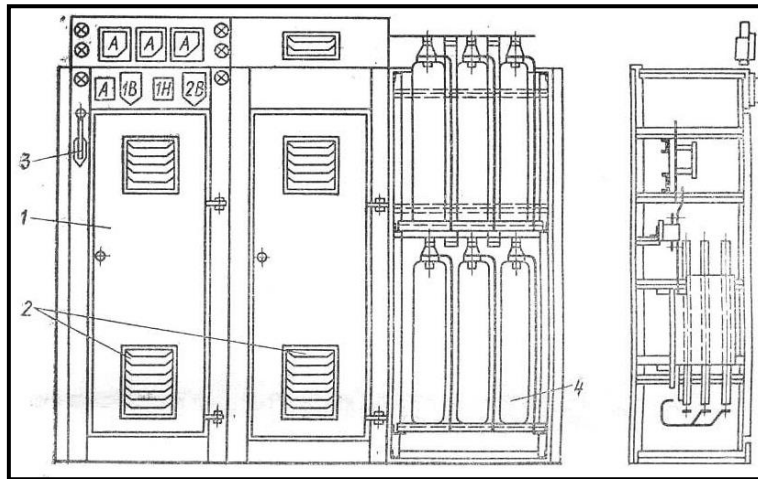


Рис. 1. Конструкция ККУ: 1 – шкаф ввода; 2 – шкаф конденсаторной батареи; 3 – рубильник; 4 – масляный конденсатор.

Удельная стоимость конденсаторов высокого напряжения меньше удельной стоимости конденсаторов низкого напряжения, но конденсаторы низкого напряжения проще и надёжнее в эксплуатации. Комплектные конденсаторные установки имеют встроенное разрядное сопротивление R для снятия остаточного напряжения при отключении ККУ от сети. Иногда в качестве разрядного сопротивления применяют два однофазных трансформатора напряжения TV .

2. Синхронные двигатели.

Из курса «Электрические машины» известно, что при увеличении тока возбуждения выше номинального значения синхронные двигатели (СД) могут вырабатывать реактивную мощность, следовательно, их можно использовать как средство компенсации реактивной мощности.

Главным отличием СД от АД является то, что магнитное поле, необходимое для действия СД, создаётся в основном от отдельного источника постоянного тока (возбудителя). Вследствие этого СД в нормальном режиме (при $\cos \varphi = 1$) почти не потребляет из сети реактивной мощности, необходимой для создания главного магнитного потока, а в режиме перевозбуждения, т.е. при работе с опережающим коэффициентом мощности, может генерировать ёмкостную мощность в сеть [6].

Синхронные двигатели, выпускаемые отечественной промышленностью, рассчитаны на опережающий коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,9$ и при номинальной активной нагрузке $P_{НОМ}$ и напряжении $U_{НОМ}$ могут вырабатывать номинальную реактивную мощность:

$$Q_{НОМ} \approx 0,5P_{НОМ} \quad (1)$$

При недогрузке СД по активной мощности $\beta = P/P_{НОМ} < 1$ возможна перегрузка по реактивной мощности $\alpha = Q/Q_{НОМ} > 1$.

Преимуществом СД, используемым для компенсации реактивной мощности, по сравнению с КБ является возможность плавного регулирования генерируемой реактивной мощности.

Недостатком является то, что активные потери на генерирование реактивной мощности для СД больше, чем для КБ, так как зависят от квадрата генерируемой мощности СД.

Дополнительные активные потери в обмотке СД, кВт, вызываемые генерируемой реактивной мощностью в пределах изменения $\cos \varphi$ от 1 до 0,9 при номинальной активной мощности СД.

Как правило, в системах электроснабжения промышленных предприятий **КБ** компенсируют реактивную мощность базисной (основной) части графиков нагрузок, а **СД** снижают, главным образом, пики нагрузок графика.

3. Синхронные компенсаторы.

Разновидностью **СД** являются синхронные компенсаторы (**СК**), которые представляют собой **СД** облегчённой конструкции без нагрузки на валу. В настоящее время выпускается СК мощностью выше 5000 квар; они имеют ограниченное применение в сетях промышленных предприятий и лишь в ряде случаев используются для улучшения показателей качества напряжения у мощных **ЭП** с резкопеременной ударной нагрузкой (дуговые печи, прокатные станы и т.п.). В сетях с резкопеременной ударной нагрузкой на напряжении 6-10 кВ рекомендуется применение не конденсаторных батарей, а *специальных быстродействующих источников реактивной мощности (ИРМ)*, которые должны устанавливаться вблизи таких **ЭП** [2]. Схема **ИРМ** приведена на (рис. 2). В ней в качестве регулируемой индуктивности используются индуктивности **LR** и нерегулируемые ёмкости.

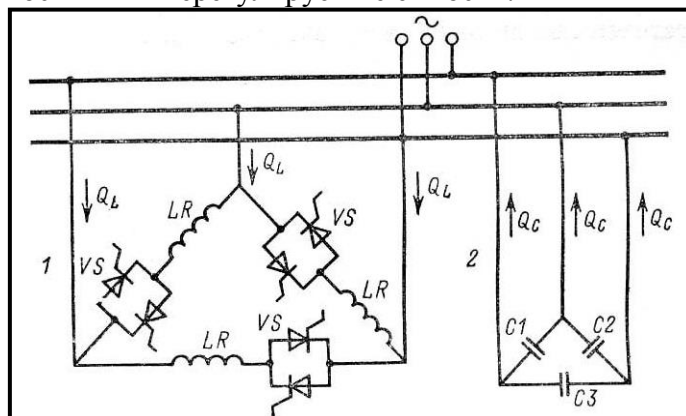


Рис. 2. Принципиальная схема статических быстродействующих ИРМ, применяемых для компенсации реактивной мощности ЭП с ударными нагрузками. **LR** – индуктивный элемент для плавного регулирования колебаний напряжения с помощью тиристорных ключей **VS**; 1- фильтр высших гармоник; 2- **C1**, **C2**, **C3** батареи конденсаторов (нерегулируемая часть) для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности.

Регулирование индуктивности осуществляется тиристорными группами **VS**, управляющие электроды которых подсоединены к схеме управления. Достоинствами статических **ИРМ** является отсутствие вращающихся частей, относительная плавность регулирования реактивной мощности, выдаваемой в сеть, возможность трёх- и четырёхкратной перегрузки по реактивной мощности. К недостаткам относится появление высших гармоник, которые могут возникнуть при глубоком регулировании реактивной мощности [5].

Расчёт и выбор **КУ** производится на основании задания энергосистемы и в соответствии с «Руководящими указаниями по компенсации». Задачи по расчёту и выбору **КУ** решаются совместно с вопросами проектирования всех элементов **СЭС** промышленного предприятия.

Потребляемая мощность **КУ** выбирается с учётом наибольшей входной реактивной мощности Q_{Σ} , квар, которая может быть передана из сетей энергосистемы. В общем виде должно соблюдаться следующее условие:

$$Q_P - Q_K \leq Q_{\Sigma}, \quad (2)$$

где Q_P - расчётная (потребляемая) предприятием реактивная мощность, квар; Q_K - реактивная мощность, которую надо скомпенсировать на предприятии (т.е. мощность **КУ**).

4. Статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности (СТК).

СТК — это электротехнические аппараты, используемые с целью увеличения производительности работы систем передачи и распределения электроэнергии. Вариация модификаций определена сферами использования: для промышленных установок и линий электропередачи.

Структура статических тиристорных компенсаторов реактивной мощности содержит в себе 3 ключевых элемента:

- комплект фильтров высших гармоник. Это постоянно подключенные или коммутируемые выключателями фильтрокомпенсирующие цепи.
- тиристорно-реакторная группа. Она подключается параллельно фильтрующим цепям и коммутируется «треугольником». Угол зажигания тиристоров, допустимо, настроить на отслеживание величины тока нагрузки, либо реактивной мощности в энергосистеме.
- система защиты и управления. Её подключают для быстрой компенсации реактивной мощности нагрузки и поддержания в автоматическом режиме, параметров, установленных заранее, а также для сигнализации об отказах и выполнения функций контроля.

Статические тиристорные компенсаторы могут функционировать на потребление и на выдачу реактивной мощности. В электросетях они работают для повышения пропускной способности и устойчивости, тем самым оптимизируя режимы работы линии, в узлах нагрузки для стабилизации напряжения, в целом для повышения качества электроэнергии и уменьшения.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что, статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности гарантируют осуществление требований по основным показателям качества электроэнергии, осуществляют функцию разгрузки линий электропередачи и сетевых трансформаторов от реактивной мощности. Из этого следует уменьшение тока и как следствие уменьшение активных потерь, что позволяет повысить мощность активной электропередачи без установки нового оборудования

5. Шунтирующие реакторы (ШР).

ШР — это аппарат, имеющий огромную индуктивность и небольшое активное сопротивление. Реактор снижает напряжение сети, потребляя реактивную мощность. Шунтирующий реактор используют с целью увеличения пропускной способности линий сверхвысокого напряжения разгружая их по реактивной мощности, для регулировки напряжения и реактивной мощности. Они построены для сверхвысокого и высокого напряжения, могут подключаться как к шинам ПС, так и к линии.

Трудности использования статических устройств компенсации реактивной мощности стимулирует всё больше применять спецоборудование способное сохранять установленные оператором уровни напряжения в автоматическом режиме. Таким образом появилась на свет концепция использования контролируемого шунтирующего реактора. Данный аппарат предполагает собой переменное индуктивное сопротивление, размеренно регулируемое током подмагничивания компонентов магнитной цепи. Конструкция фазы управляемого шунтирующего реактора включает 2 ферромагнитных стержня, на каждом из них расположены сетевые и обмотки управления [7].

При подаче регулируемого постоянного напряжения на обмотки управления, происходит повышение потока подмагничивания, который в располагающихся рядом стержнях направлен в различные стороны и порождает насыщение стержней управляемого шунтирующего реактора в соответствующие полупериоды тока. Насыщение стержней приводит к появлению и увеличению тока в сетевой обмотке за счёт чего производится плавное изменение уровней напряжения в месте подсоединения управляемого шунтирующего реактора, а, таким образом, и размер потребляемой реактором реактивной мощности.

Всего применяются три вида управляемых шунтирующих реакторов:

- управляемые подмагничиванием постоянным током при помощи специальной обмотки управления;
- управляемые подмагничиванием постоянным током через расщеплённую нейтраль сетевой обмотки;
- трансформаторного типа, в трансформаторе задействованы две обмотки, они выполнены так, что их напряжение КЗ составляет 100%, а во вторичную обмотку включена тиристорная группа. Функционально, выполнена в виде тиристорно-реакторной группы СТК,

которая подключена к сети высокого напряжения без использования дополнительных согласующих трансформаторов.

Таким образом, применение шунтирующих реакторов более результативно в более удалённых участках сети, на протяжённых линиях электропередачи и в регионах с внушительными колебаниями уровней напряжения в течение суток.

В данной статье были рассмотрены устройства компенсации реактивной мощности. Полученные знания пригодятся для дальнейшей работы на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Компенсация реактивной мощности [электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.matic.ru/> (Дата обращения: 01.12.2018)
2. Основы современной энергетики: учебник для вузов : в 2 т. / под общей редакцией чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский дом МЭИ, 2008.
3. Плотников М. П. Компенсация реактивной мощности в районных сетях // Молодой ученый. — 2011. — №12. Т.1. — С. 37-39.
4. Устройства компенсации реактивной мощности [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.enercomserv.ru/?issue_id=14 (Дата обращения: 02.12.2018)
5. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. Повышение качества электроэнергии в электрических сетях. Киев: Наукова думка, 1985. 268 с.
6. Шульга К. С., Астапова Ю. О., Астапов А. Е. Сравнение основных типов компенсирующих устройств // Молодой ученый. — 2016. — №12. — С. 449-453.
7. Шунтирующие реакторы как средства компенсации реактивной мощности. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fidercom.ru/reaktivnaya-moshhnost/shuntiruyushhie-reaktory-kak-sredstva-kompensacii-reaktivnoj-moshhnosti.html> (Дата обращения: 01.12.2018)

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ АВТОМАТИКИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Кожушко Евгений Владимирович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Иванов Константин Михайлович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: автоматика ограничения перегрузки оборудования, противоаварийная автоматика, селективность, адаптивность АОПО.

Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО) - автоматика для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки ЛЭП и оборудования [1].

Данный вид автоматики является одной из подсистем противоаварийной автоматики (ПА) и применяется для сигнализации и предотвращения недопустимой перегрузки линий электропередач. Аппаратная база устройств АОПО воздушных линий (ВЛ) в большинстве случаев позволяет расширить логику действия, например, устанавливать выдержки времени в зависимости от температуры воздуха и токовой нагрузки.

Устройства автоматического ограничения перегрузки линий (АОПЛ) предназначены для противоаварийного управления, включающего в себя: изменение конфигурации электрической сети, отключение части потребителей электрической энергии, категория надёжности которых допускает перерыв электроснабжения, отключение линий электропередачи [2].

Классическое устройство АОПО ВЛ использует замер тока в проводе и информацию о направлении перетока активной мощности. Параметры срабатывания по току изменяются в зависимости от сезонных уставок (зимой уставка повышается и, соответственно, пропускная способность линии увеличивается). Помимо классического вида, выделяют также другие формы АОПО, представленные и проранжированные в порядке их усложнения/усовершенствования в таблице 1.

Таблица 1. Виды автоматики ограничения перегрузки оборудования [3]

Наименование	Преимущества	Недостатки
Устройство АОПО ВЛ с контролем температуры окружающей среды	Позволяет более полно использовать пропускную способность линии по сравнению с классической автоматикой ограничения перегрузки за счет применения ступенчатой или кусочно-линейной функции тока от температуры воздуха	Отсутствие учета скорости и направления ветра и величины солнечного излучения в режиме реального времени для определения параметров срабатывания автоматики
Устройство АОПО ВЛ с косвенным контролем температуры провода	Обладает, в сравнении с вышеперечисленными видами, температурными реагирующими органами, осуществляющими управляющие воздействия (УВ)	Отсутствие информации о скорости и направлении ветра
Устройство АОПО ВЛ с непосредственным контролем температуры провода	Контроль температуры провода с помощью систем мониторинга	Сложность применения

От температуры окружающей среды зависят значения длительно допустимого тока и аварийно допустимого тока, время достижения аварийно допустимой температуры и, соответственно, выбор параметров срабатывания. Поэтому важно правильное размещение датчиков температуры.

Контроль температуры воздуха позволяет более точно оценивать токовую нагрузку провода, в частности:

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- 1) найти длительно допустимый ток линии;
- 2) вычислить аварийно допустимый ток;
- 3) рассчитать значения уставок по току;
- 4) определить необходимую выдержку времени УВ;
- 5) организовать автоматическую смену сезонных уставок.

При использовании указанных датчиков в АОПО рекомендуется применять плавную автоматическую коррекцию тока срабатывания ступеней в зависимости от температуры окружающего воздуха. Устройство АОПО должно контролировать температуру воздуха и при её изменении выполнять пересчёт тока срабатывания [4].

Для УВ с выдержками времени, зависящими от времени достижения аварийно допустимой температуры провода, при наличии технической возможности допускается применять плавную или дискретную автоматическую коррекцию выдержек срабатывания в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Важным параметром автоматики ограничения перегрузки оборудования является селективность. Для её обеспечения АОПО должна выполняться многоступенчатой, иметь несколько уставок по току и несколько выдержек времени.

Уставка по току первой ступени должна соответствовать длительно допустимому току с действием:

- 1) с первой выдержкой времени, обеспечивающей отстройку от действия резервных защит, устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ) защищаемого АОПО и смежных электросетевых элементов, а также цикла автоматического повторного включения (АПВ) – на сигнал на пункты управления объекта присоединения элемента электрической сети, эксплуатирующей организации и/или соответствующего диспетчерского центра;

- 2) с последней выдержкой времени 24 часа (или 20 минут, если ток срабатывания следующей ступени равен аварийно допустимому) на последнее из выбранных в порядке очередности УВ [3].

При выборе выдержки времени ступени необходимо учитывать требование возможно полного использования перегрузочной способности ЛЭП и электросетевого оборудования.

Уставка по току последней ступени должна соответствовать току из диапазона между аварийно допустимым током и максимальным расчётным током, протекающем в послеаварийном режиме, с действием с последней выдержкой времени равной времени достижения аварийно допустимой температуры провода при начальной равной 70°C и максимальном токе.

Для АОПО должны задаваться не менее двух вариантов сезонных уставок. Календарные сроки перестройки уставок автоматики определяются лавного диспетчера соответствующего филиала ОАО «СО ЕЭС» исходя из статистики многолетних суточных температур по региону, согласованным с собственником оборудования, защищаемого АОПО.

Уставки по току выбираются в соответствии с принципами, указанными в предыдущем пункте, с учетом поправочных коэффициентов на температуру окружающей среды, соответствующих:

- 1) для летних уставок – температуре окружающего воздуха $+25^{\circ}\text{C}$;
- 2) для зимних уставок – температуре окружающего воздуха -5°C .

Для энергорайонов, характеризующихся отличными от указанных выше рекомендованных значений температур летнего/зимнего периода, допускается для настройки АОПО использование поправочных коэффициентов для иных летних/зимних температур окружающей среды, согласованных с вышестоящим диспетчерским центром. Для энергорайонов, характеризующихся значительной неравномерностью годового температурного графика по согласованию с вышестоящим диспетчерским центром допускается задание большего количества сезонных вариантов уставок [5].

Адаптивность автоматики ограничения перегрузки оборудования может быть достигнута различными методами и использованием дифференциальных сложных технических средств и математических моделей. Одним из них является способ, основанный на автомати-

ческом вычислении температуры электропередачи при помощи уравнения теплового баланса для учёта перегревов в предшествующем режиме: сформированная база данных о предыдущих состояниях линии позволит формировать сбалансированные управляющие воздействия.

Использование программных продуктов для автоматического определения температуры провода на основе уравнения теплового баланса, равно как и одновременное использование токовых реагирующих органов позволит повысить адаптивность АОПО, применяемых в современных энергосистемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.ГОСТ Р 55105—2012. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем.

2.Коновалов А. И. Совершенствование методики выбора параметров срабатывания автоматики ограничения перегрузки линий // Выпускная квалификация работа, Владивосток, Дальневосточный федеральный университет, 2017.

3.Магадеев Р.Р., Шмелькин А.Д., Шейнкман А.Л. Автоматика ограничения перегрузки линий – элемент интеллектуальных сетей // Электроэнергия. Передача и распределение. 2012. № 2 (11). С. 76–81.

4.Окин А.А. Противоаварийная автоматика энергосистем. М.: Издательство МЭИ, 1995. 212 с.

5.Семёнов В.А. Противоаварийная автоматика в ЕЭС России. М.: НТФ Энергопрогресс, 2004. 104 с.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение
КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ (КРМ) – ПРОБЛЕМА
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПОТРЕБИТЕЛЯ

*Козило Евгений Михайлович, Труфанов Денис Александрович,
 Шевцова Елизавета Борисовна*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
 Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: реактивная мощность, энергосистема, электропотребитель.

Как правило электроустановки потребляют как активную, так и реактивную составляющие полной мощности и электрической энергии. Активная составляющая — это часть мощности, идущая на создание полезной работы и связанная с преобразованием электрической энергии в другие ее виды. Реактивная мощность – это составляющая полной мощности (рис.1), которая не выполняет полезной работы и является причиной дополнительного нагрева проводников, а также требует применения источника энергии повышенной мощности.

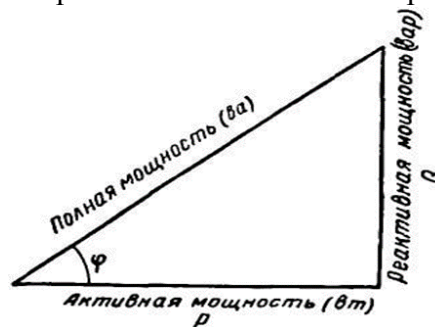


Рис. 1. Треугольник мощностей.

Протекающая по элементам электрической сети, имеющих активное сопротивление, реактивная мощность вызывает в них дополнительные потери энергии и мощности. Помимо этого, перетоки реактивной мощности уменьшают пропускную способность линий электропередач и трансформаторов. В результате, необходимо увеличивать сечение проводов, прокладывать добавочные кабельные линии и заменять трансформаторы на большую номинальную мощность.

В большинстве случаев, электрическая нагрузка в сетях промышленных предприятий (6-10 кВ) складывается из двигательной и осветительной нагрузок. Поэтому в основном применяются силовые трансформаторы и асинхронные двигатели, потребляющие значительную реактивную мощность [1].

В сетях высокого напряжения проблема диаметрально противоположна. При отключении потребителей высокой мощности ёмкостной характер сети может стать причиной перенапряжения, ввиду этого в подобные сети ставятся шунтирующие реакторы индуктивного характера.

Рассмотрим ущерб, который может возникать в системах электроснабжения при увеличении перетоков реактивной мощности Q. Оно связано с возрастанием активных ΔP и реактивных ΔQ потерь мощности (формула 1):

$$\Delta P = \frac{P^2(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)R}{U^2}; \Delta Q = \frac{P^2(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi)X}{U^2}. \quad (1)$$

Это приводит к возрастанию величины полного тока (формула 2):

$$I = \frac{P \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (2)$$

а также вызывает дополнительные потери напряжения (формула 3):

$$\Delta U = \frac{(P \cdot R - Q \cdot X)}{U^2} = \frac{P(R - \operatorname{tg} \varphi \cdot X)}{U^2}. \quad (3)$$

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Источниками реактивной мощности являются:

- синхронные компенсаторы;
- высоковольтные линии электропередачи воздушные и кабельные;
- статические тиристорные компенсаторы;
- силовые статические конденсаторы;
- синхронные двигатели в режиме перевозбуждения;
- компенсационные преобразователи с искусственной коммутацией.

Многие электроприемники при работе потребляют из сети не только активную, но и реактивную мощность. Наиболее распространенный электроприемник, потребляющий при работе реактивную мощность это асинхронный двигатель [2]. Величина коэффициента реактивной мощности асинхронного двигателя меняется в широких пределах в зависимости от числа оборотов, мощности, коэффициента его загрузки КЗ и от подведенного к его зажимам напряжения в соответствии со статической характеристикой.

Индуктивной реактивной нагрузке, которую создает электрический потребитель, можно препятствовать при помощи ёмкостной нагрузки, подсоединяя точно рассчитанный конденсатор, что позволяет уменьшить реактивную мощность, потребляемую от сети. Такой метод называется корректировкой коэффициента мощности или компенсацией реактивной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зорин В. В., Тисленко В. В. Системы электроснабжения общего назначения. - Чернигов: ЧГТУ, 2005 год. -341 с.
2. Компенсация реактивной мощности. Константинов Б. А. Зайцев Г. З. Компенсация реактивной мощности. Л., "Энергия", 1976. 104 с.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Колесникова Наталия Евгеньевна

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный преподаватель: Петросьянц Виктор Владимирович, канд. техн. наук, профессор

Ключевые слова: передача энергии, электротранспорт, зарядка электрооборудования, электромагнитная индукция, радиоволны, СВЧ.

В данной статье сравниваются два метода дистанционного заряда аккумуляторных батарей электромобилей: метод электромагнитной индукции и микроволновое излучение. Проведен сравнительный анализ этих методов заряда по критерию эффективности передачи энергии, представлены графики зависимости и даны рекомендации по использованию этих методов заряда.

Расчет КПД методом электромагнитной индукции

Метод эквивалентных схем часто используется для анализа режима работы резонаторов и связи между ними. По этому методу резонаторы рассматриваются как RLC-схемы и связь между резонаторами зависит от величины взаимной индукции между их катушками. Эквивалентную схему (см. рис. 1) двух магнитных резонаторов, связанных беспроводной системой передачи энергии, можно описать, используя законы Кирхгофа (см. формулу 1).

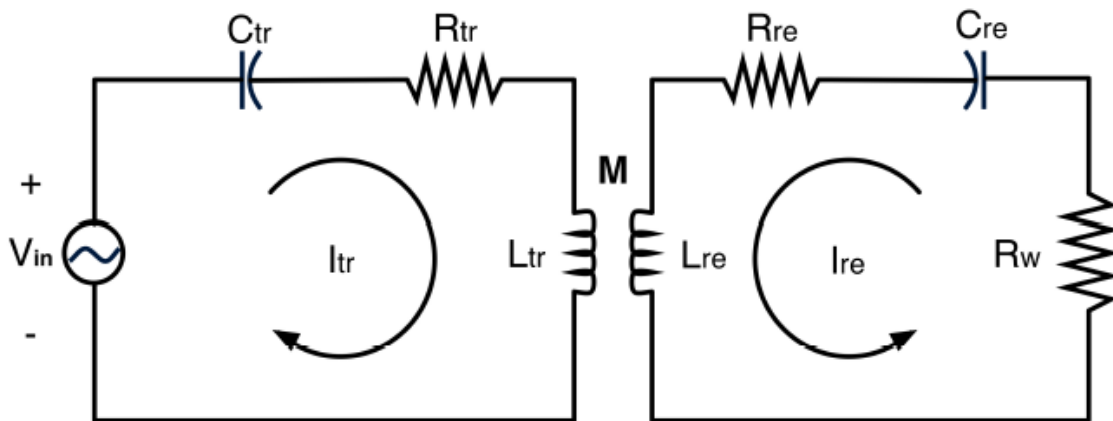


Рис. 1. Эквивалентная схема двух магнитных резонаторов, связанных беспроводной системой передачи энергии.

$$\begin{bmatrix} R_{tr} + jX_{tr} & j\omega M \\ j\omega M & R_{re} + R_{\omega} + jX_{re} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{tr} \\ I_{re} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{in} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

где I_{tr} и I_{re} – токи, протекающий в передатчике и приемнике соответственно, А;
 M – взаимная индукция, Гн;
 R_{tr} и R_{re} – активные сопротивления передатчика и приемника соответственно, Ом;
 R_{ω} – сопротивление нагрузки, Ом;
 V_{in} – входное напряжение генератора, В;
 X_{tr} и X_{re} – реактивные сопротивления передатчика и приемника соответственно, Ом;
 $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, c^{-1} .

КПД η может быть рассчитан по формуле 2.

$$\eta = \frac{|I_{re}|^2 R_{\omega}}{\Re\{V_{in} I_{tr}^*\}} \quad (2)$$

где I_{tr} – ток, протекающий в передатчике, А;
 I_{re}^* – сопряженный ток, протекающий в приемнике, А;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

\Re – действительная часть мнимого числа;

R_ω – сопротивление нагрузки, Ом;

$\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, с^{-1} .

Подставляя выраженные I_{tr} и I_{re} из формулы 1 в формулу 2, получается формула 3.

$$\eta = \frac{\omega^2 M^2 R_\omega}{R_{tr} \cdot (R_{re} + R_\omega)^2 + (R_{re} + R_\omega) \cdot \omega^2 M^2 + R_{tr} X_{re}^2} \quad (3)$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД);

M – взаимная индукция, Гн;

R_{tr} и R_{re} – активные сопротивления передатчика и приемника соответственно, Ом;

R_ω – сопротивление нагрузки, Ом;

X_{re} – реактивные сопротивления приемника, Ом;

$\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, с^{-1} .

Для определения максимального КПД системы нужно представить знаменатель формулы 3 в виде функции от X_{re} . Очевидно, что функция от X_{re} будет тогда максимальна, когда $X_{re} = 0$, это означает, что система работает на резонансной частоте приемного контура. В этом случае КПД будет вычисляться по формуле 4.

$$\eta|_{X_{re}=0} = \frac{\omega^2 M^2 R_\omega}{R_{tr} \cdot (R_{re} + R_\omega)^2 + (R_{re} + R_\omega) \cdot \omega^2 M^2} \quad (4)$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД);

M – взаимная индукция, Гн;

R_{tr} и R_{re} – активные сопротивления передатчика и приемника соответственно, Ом;

R_ω – сопротивление нагрузки, Ом;

X_{re} – реактивные сопротивления приемника, Ом;

$\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, с^{-1} .

При построении зависимости КПД от расстояния по методу электромагнитной индукции необходимо произвести дополнительные расчеты параметров системы.

Пусть данная система будет работать на резонансной частоте f равной 2 МГц. Выбор данной частоты обусловлен тем, что КПД на высоких частотах большой, но при этом верхняя частота ограничена номиналами катушек индуктивности и конденсаторов. На ультравысоких частотах катушки индуктивности и конденсаторы вырождаются и заменяются на участки длинной линии определенной длины.

Сопротивления источника R_s и сопротивление устройства R_d должны быть как можно меньшими для передачи всей энергии источника в устройство. Они принимаются равными по 10 Ом. Сопротивление нагрузки R_L принимается равным 50 Ом.

Расстояние R между источником энергии и машиной (между катушками, через которые осуществляется передача энергии) принимается равным 20 см.

Коэффициент электрической связи между катушками в этом случае будет вычисляться по формуле 5.

$$k = \frac{2 \cdot \sqrt{r_s r_d}}{\sqrt{(r_s + r_d)^2 + R^2}} = 0.287 \quad (5)$$

где r_d – радиус приемной катушки, м;

r_s – радиус передающей катушки, м;

R – расстояние между источником энергии и машиной, м.

Выражая из формулы (4) величину взаимной индукции, получается формула 6.

$$M = \sqrt{\frac{\eta \cdot R_s \cdot (R_d + R_L)^2}{\omega^2 R_L - \eta \cdot (R_d + R_L) \cdot \omega^2}} = 4.747 \text{ мкГн} \quad (6)$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД);

R_d – сопротивление устройства, Ом;

R_L – сопротивление нагрузки, Ом;

R_s – сопротивление источника, Ом;

$\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, с^{-1} .

Катушки на приемной и передающей частях равны, т.к. габариты катушек одинаковы и передача энергии происходит на одной частоте. Далее нужно рассчитать индуктивность катушки, зная ее такие параметры, как количество витков, площадь сечения провода намотки и длину катушки. Вычисления необходимо начать с расчета диаметра провода, наматываемого на катушку по формуле 7. Площадь сечения провода намотки равна 4 мм^2 .

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 2.257 \text{ мм} \quad (7)$$

где S – площадь сечения провода намотки, м^2 .

Зная длину катушки и диаметр провода, нужно вычислить количество витков данной катушки при условии плотной намотки в один слой по формуле 8.

$$N = \frac{l}{d} = 355 \text{ витков} \quad (8)$$

где l – длина катушки, м;

d – диаметр провода намотки, м.

Зная количество витков, площадь сечения провода намотки и длину катушки, можно вычислить индуктивность катушки по формуле 9.

$$L_s = L_d = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S_L}{l} = 2.2 \text{ мГн} \quad (9)$$

где l – длина катушки, м;

L_d – индуктивность приемной катушки, Гн;

L_s – индуктивность передающей катушки, Гн;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная проницаемость;

N – количество витков данной катушки;

S_L – площадь сечения катушки индуктивности, м^2 .

Необходимо принимать номиналы элементов системы из номинала рядов радиодеталей. В данном случае нужно принять номинал катушки индуктивности равным 2.2 мГн .

Номинал конденсатора необходимо рассчитать по формуле Томсона, зная частоту и величину индуктивности катушки (см. формулу 10).

$$C_s = C_d = \frac{1}{(2\pi \cdot f)^2 \cdot L_s} = 2.88 \text{ нФ} \quad (10)$$

где C_d – емкость конденсатора в приемнике, Ф;

C_s – емкость конденсатора в передатчике, Ф;

f – частота, Гц;

L_d – индуктивность приемной катушки, Гн;

L_s – индуктивность передающей катушки, Гн.

Принимается номинал конденсатора равным 2.7 пФ .

Расчет КПД микроволновым методом

Согласно постановлению Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) максимально излучаемая мощность P_t должна составлять 1 Вт в диапазоне частот ISM (индустриальный, научный, медицинский диапазон частот). Также плотность мощности S_{avg} не должна превышать 2 мВт/см^2 , что эквивалентно 20 Вт/м^2 . коэффициент усиления G_t передающей антенны принимается равным 12 дБ. Зная минимальное безопасное расстояние, коэффициент усиления передающей антенны, плотность мощности, можно вычислить излучаемую мощность по формуле 11. Коэффициент усиления должен быть в разгах и составляет 15.85 раз. Резонансная частота f_r данного сигнала будет равна 2.45 ГГц, т.к. эта частота является лицензируемой. Минимальное безопасное расстояние R_{min} принимается равным 4 м при условии, что непосредственно на парковочных местах находиться людям нельзя. Об этом должны быть развешаны предупреждающие таблички, а при паркинге расстояние от излучателя до водителя составит менее 4м, но в это же время конструкция автомобиля представит собой надежный экран, который не позволит превысить предельный уровень плотности мощности.

$$P_t = \frac{4\pi \cdot S_{avg} R_{min}^2}{G_t} = 253.58 \text{ Вт} \quad (11)$$

где G_t – коэффициент усиления передающей антенны, раз;

$\pi = 3.14$ – число Пи;

P_t – излучаемая мощность, Вт;

R_{min} – минимальное безопасное расстояние, м;

S_{avg} – плотность мощности, Вт/м^2 .

Длина волны рабочей частоты определяется по формуле 12.

$$\lambda = \frac{c}{f_r} = 12.25 \text{ см} \quad (12)$$

где $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – скорость света;

f_r – резонансная частота, Гц;

λ – длина волны, м.

Используя формулу передачи Фрииса (см. формулу 13), необходимо вычислить принимаемую мощность при минимальном расстоянии. Коэффициент усиления приемной антенны принимается равным 6 дБ, что в разгах составляет 3.98. Расстояние R между источником энергии и машиной составляет минимум 0.25 м. Это расстояние берется исходя из того, что в ближнем поле, составляющем 2λ , передача энергии не происходит.

$$P_r = \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2} P_t \quad (13)$$

где G_t – коэффициент усиления передающей антенны, раз;

G_r – коэффициент усиления приемной антенны, раз;

λ – длина волны, м;

$\pi = 3.14$ – число Пи;

P_r – минимальная принимаемая мощность с учетом потерь, Вт;

R – расстояние между источником энергии и машиной, м.

КПД η данной системы в случае точной парковки будет вычисляться по формуле 14.

$$\eta = \frac{P_r}{P_t} \cdot 100\% \quad (14)$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД);

P_r – минимальная принимаемая мощность с учетом потерь, Вт;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

P_t – излучаемая мощность, Вт.

Полученная зависимость КПД от расстояния между приемником и передатчиком показана на рисунке 2.

Сравнение зависимости КПД от расстояния между приемником и передатчиком

По приведенным выше формулам для методов заряда аккумуляторных батарей электромобилей, а именно, метод электромагнитной индукции (см. формулы 4-5) и микроволновое излучение (см. формулы 13-14), строим зависимость КПД от расстояния между приемником и передатчиком.

Полученные зависимости КПД от расстояния между приемником и передатчиком приведены на рисунке 2.

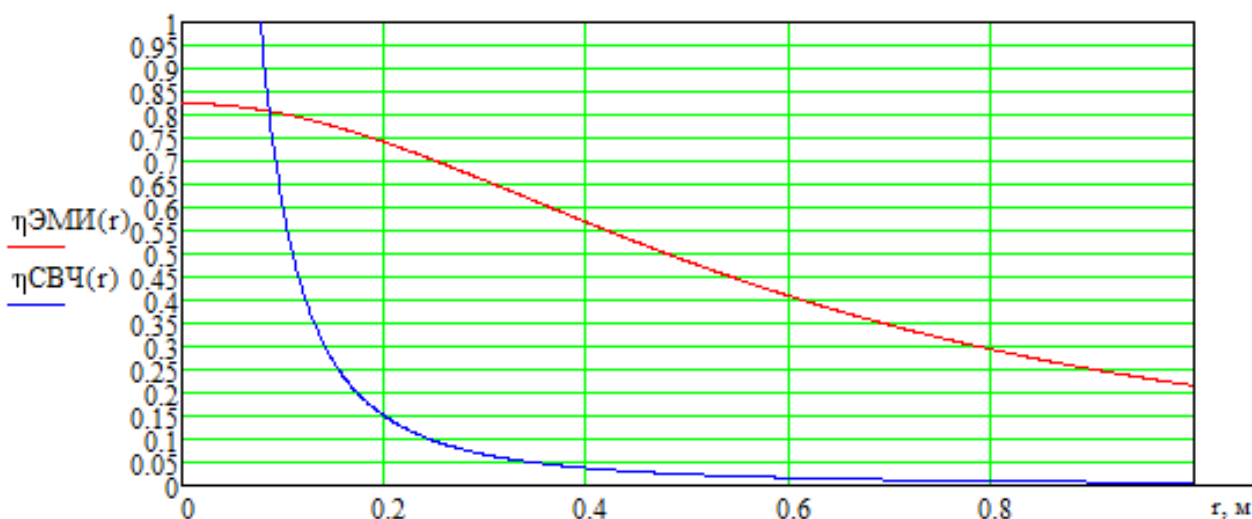


Рис. 2. Полученные зависимости КПД от расстояния между приемником и передатчиком.

По полученным зависимостям видно, что КПД, получаемый по микроволновому методу, выше 50% на близких расстояниях до 15 см, а КПД, получаемый по методу электромагнитной индукции, - до 50 см.

Таким образом, можно сделать вывод, что при использовании метода микроволнового излучения нужно становится очень близко к передатчику для достижения КПД хотя бы 50%, тогда как при использовании метода электромагнитной индукции это не требуется.

В заключение следует отметить – полученные результаты исследования позволяют оценить эффективность использования метода электромагнитной индукции и метода микроволнового излучения для заряда аккумуляторных батарей электромобилей в зависимости от габаритных параметров системы «источник-электромобиль».

К ВЫБОРУ ПРИЁМНОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Конфедератов Денис Валерьевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: электромагнитный контроль, измерительный комплекс, антенна.

Работа электроэнергетической системы в целом и входящего в её состав оборудования в частности характеризуется рядом свойств, среди которых одним из наиболее значимых является надежность. Обеспечение надежного функционирования электрооборудования с целью бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией является основной задачей организаций, занимающихся эксплуатацией сетей. Одним из эффективных методов обеспечения надежности функционирования оборудования в современных условиях является оценка его технического состояния без вмешательства в технологический процесс. Подход такого рода позволяет получать информацию о наличии дефекта и динамике его развития на ранних стадиях, повышая эффективность контроля и диагностирования высоковольтного электроэнергетического оборудования (ВВЭО) [3].

Одним из перспективных способов оценки технического состояния ВВЭО является метод электромагнитного контроля, основанный на анализе спектров собственного электромагнитного излучения (ЭМИ) ВВЭО. Собственные ЭМИ электротехнического оборудования тесно связаны с физико-химическими процессами, протекающими в его изоляции, узлах и конструктивных элементах. Такие дефекты оборудования, как электрические пробой, частичные и ползущие разряды, повышенный нагрев локальных зон, перегрев контактов порождают токи полевой и тепловой ионизации, приводящие к росту лавинных шумов в спектрах ЭМИ [5]. В соответствии с принятой моделью излучающих свойств ВВЭО [1], вертикальные части проводов вводов напряжений, изолированные от заземленного металлического корпуса этого оборудования, рассматриваются как штыревые вибраторные антенны вертикальной поляризации с добротностями $Q_{\text{ант}} \leq 3,5$. Рост интенсивности лавинных шумов проявляется в увеличении интенсивности высокочастотных и сверхвысокочастотных квазигармонических колебаний, излучаемых антеннами во внешнее пространство. Ключевой принцип метода электромагнитного контроля заключается в регистрации данного вида излучений и использовании квалификационных свойств спектров ЭМИ, таких как средние значения спектральных линий, интегральные мощности излучения, уровни и количество пиков, для оценки технического состояния оборудования [4].

Измерительный комплекс для регистрации и обработки спектров внешнего электромагнитного поля вблизи ВВЭО состоит из стандартного высокочастотного приемника или анализатора спектра, направленной антенны и компьютера со специализированным программным обеспечением. Регистрация спектров ЭМИ проводится на территории распределительных устройств электрических станций и подстанций при соблюдении безопасных расстояний до контролируемого оборудования.

Решение той или иной инженерной задачи, в том числе проведение технических измерений, подразумевает под собой решение задачи оптимизации, позволяющей добиться максимального качества (в случае электромагнитного контроля – точности регистрации спектров ЭМИ) с минимальными экономическими издержками. Одно из направлений развития метода электромагнитного контроля ВВЭО подразумевает установку стационарных измерительных комплексов на станциях и подстанциях и внедрение метода в единый комплекс диагностики. В связи с этим становится актуальным вопрос выбора оптимальной аппаратуры в состав измерительных комплексов.

В рамках данной статьи будет проведено сравнение двух антенн, используемых для регистрации спектров ЭМИ: измерительной комбинированной П6-11М, производства

ООО "СТЦ", г. Санкт-Петербург, и широкополосной комбинированной Дельта НЗ11-01, производства ЗАО «НПП ОСТ», г. Санкт-Петербург. Стоимость П6-11М составляет несколько сотен тысяч рублей, в то время как стоимость Дельта НЗ11-01 – около одной тысячи. Дельта НЗ11-01 предназначена для приёма каналов телерадиовещания, в отличие от П6-11М, входящей в Государственный реестр средств измерений.

Для сравнения качественных характеристик антенн в лабораторных условиях проведена серия опытов по регистрации спектров ЭМИ, возникающих вблизи высоковольтного оборудования в ходе разрядных процессов. Экспериментальная установка представлена испытательным трансформатором АИД-70М, шаровым разрядником, антеннами, установленными на штативах, анализатором спектра и ноутбуком. Высоковольтный ввод трансформатора через защитное сопротивление подключён к одному из электродов шарового разрядника. Другой электрод заземлён. Антенна направлена на межэлектродный промежуток и подключена к анализатору спектра, работающему в паре с ноутбуком.

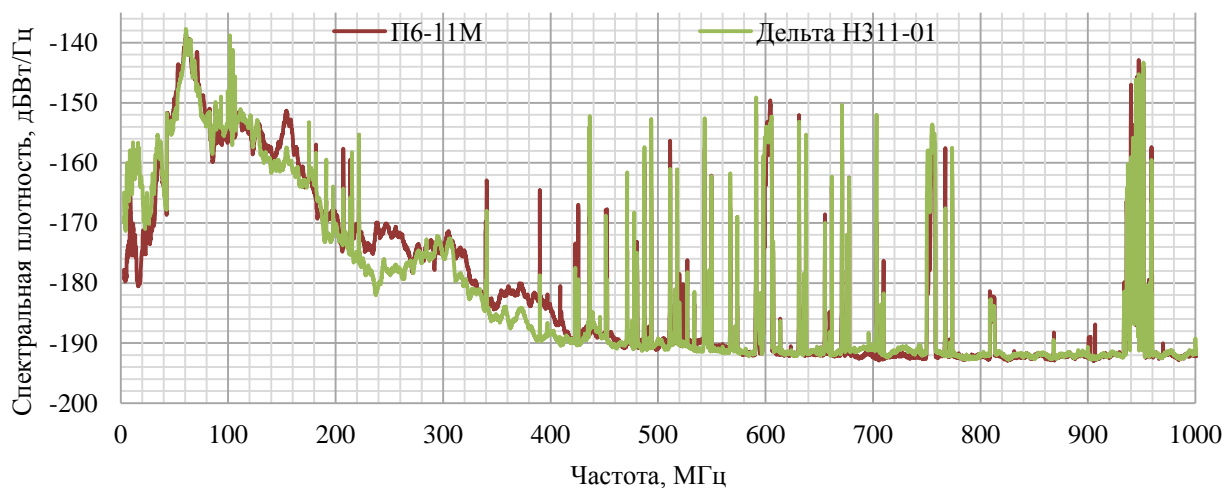
При подаче переменного напряжения между электродами шарового разрядника образуется слабонеоднородное осциллирующее поле. Находясь в поле, свободный электрон приобретает энергию колебаний, пропорциональную поданному напряжению. При соударении с атомом или молекулой газа происходит ионизация – появляются новый электрон и положительный ион. Новый электрон вместе с начальным электроном, приобретая энергию, ионизируют новые атомы и молекулы, и число свободных электронов непрерывно нарастает, т.е. происходит лавинообразная ионизация [2]. Таким образом, антенна регистрирует спектры ЭМИ, вызванные лавинообразной ионизацией в воздушном промежутке.

По результатам проведения опытов с помощью обеих антенн зарегистрированы спектры собственного ЭМИ, возникающего в воздушном промежутке шарового разрядника, находящегося под переменным напряжением, при различных значениях межэлектродного расстояния и подведённого напряжения.

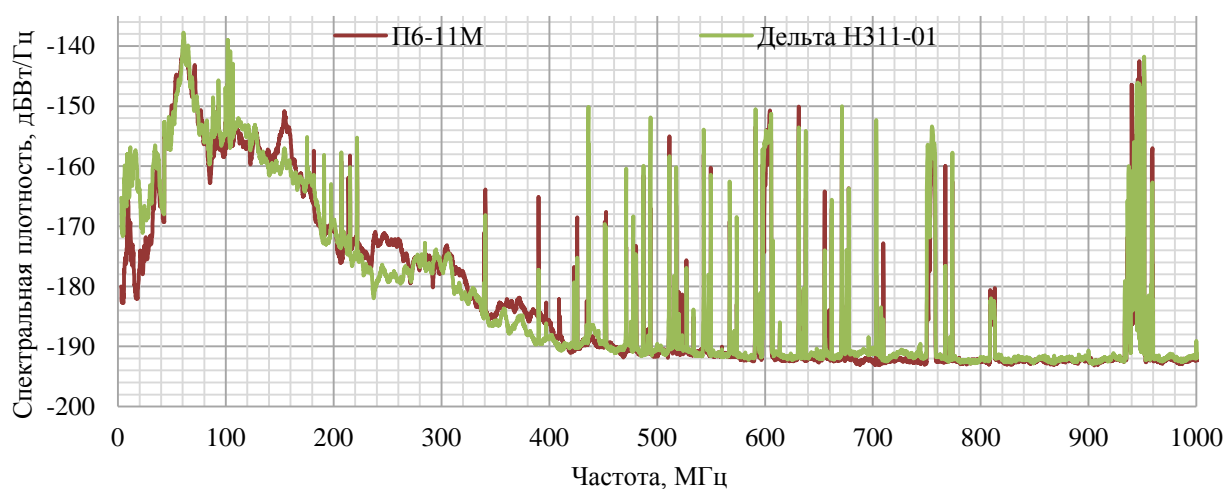
На рис.1 представлены спектры ЭМИ, зарегистрированные антеннами при поданных напряжениях $U_1=10$ кВ, $U_2=35$ кВ и межэлектродных расстояниях $L_1=0,5$ см, $L_2=4,0$ см. Сравнение антенн проведено по показателям уровня и количества пиков в зарегистрированных спектрах ЭМИ.

Определены следующие наиболее характерные для полученных спектров ЭМИ тенденции:

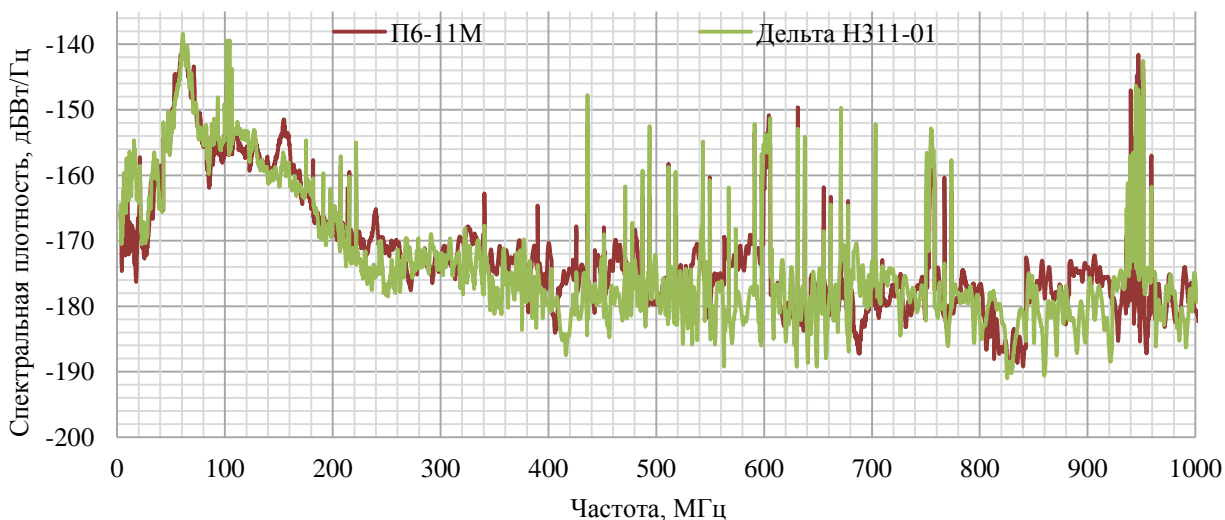
- в диапазоне частот от 3 до 200 МГц спектры ЭМИ имеют стабильную форму вне зависимости от межэлектродных расстояний и поданного напряжения;
- в диапазоне частот от 3 до 20 МГц антенной Дельта НЗ11-01 зафиксировано ЭМИ, уровень которого на 13-17 дБ выше, чем у антенны П6-11М;
- в диапазоне частот от 20 до 340 МГц наблюдается уверенная корреляция результатов между антеннами, однако в диапазонах от 143 до 165 МГц и от 235 до 270 МГц антенной П6-11М зафиксирован более высокий уровень ЭМИ;
- при напряжении на электродах $U=10$ кВ имеет место близкая корреляция спектров ЭМИ за исключением вышеназванных диапазонов, а также диапазона от 360 до 400 МГц, где П6-11М фиксирует более высокий уровень ЭМИ. Стоит отметить, что взаимное соответствие спектров в области от 400 до 1000 МГц не сохраняется при увеличении подаваемого напряжения в дальнейшем;
- в диапазоне частот от 270 до 1000 МГц с повышением испытательного напряжения увеличивается уровень шума, что объясняется ускорением лавинообразного процесса ионизации воздуха в промежутке. Здесь также следует учитывать, что регистрация спектров ЭМИ производилась антеннами поочередно, в связи с чем есть вероятность, что указанные спектры ЭМИ соответствуют несколько разному протеканию ионизационных процессов в разрядном промежутке;
- при напряжениях выше 10 кВ антенна П6-11М регистрирует уровень ЭМИ на 4-6 дБ выше, чем антенна Дельта НЗ11-01, в диапазонах от 400 до 420 МГц, от 560 до 600 МГц, от 880 до 900 МГц.



а)



б)



в)

Рис. 1. Спектры электромагнитного излучения, зарегистрированные:

а) при межэлектродном расстоянии 0,5 см и напряжении 10 кВ; б) при межэлектродном расстоянии 4,0 см и напряжении 10 кВ; в) при межэлектродном расстоянии 4,0 см и напряжении 35 кВ

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- при напряжении 10 кВ в диапазонах частот от 20 до 143 МГц, от 165 до 235 МГц, от 270 до 360 МГц и от 400 до 1000 МГц результаты, полученные антеннами Дельта Н311-01 и П6-11М, имеют взаимное отклонение в 1-2 дБ;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- при напряжении выше 10 кВ в диапазонах частот от 20 до 143 МГц, от 165 до 235 МГц, от 270 до 400 МГц, от 420 до 560 МГц, от 600 до 680 МГц, от 700 до 880 МГц и от 900 до 1000 МГц результаты, полученные антеннами Дельта Н311-01 и П6-11М, имеют взаимное отклонение в 1-2 дБ;
- с учётом того, что антенна Дельта Н311-01 не является сертифицированной и поверенной для проведения измерений, результаты, полученные с её использованием, не стоит считать абсолютно точными;
- для ранжирования групп однотипного ВВЭО применение антенны Дельта Н311-01 является рациональным;
- поскольку антенна П6-11М является средством измерений и может быть поверена, её использование целесообразно при стационарной установке для получения точных результатов оценки степени дефектности однотипного ВВЭО;
- в дальнейшем целесообразно сравнение антенн при регистрации спектров ЭМИ в более широком диапазоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Клоков В.В., Лосев В.Л., Попович А.Б., Силин Н.В., Шевердин Д.Г. Развитая шумовая излучающая модель электроэнергетического оборудования // Электро. 2011. № 2. С. 19–24.
2. Ретер Г., Электронные лавины и пробой в газах / пер. с англ. В.С. Комельков, М., 1968. – 390 с.
3. Силин Н.В., Коровкин Н.В. Электромагнитный контроль электроэнергетического оборудования // Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2008. №4. С. 186–192.
4. Силин Н.В., Коровкин Н.В., Шамкин И.С. Электромагнитная паспортизация высоковольтного электроэнергетического оборудования // Научно-технические ведомости СПбГПУ, 2010. №1. С. 120–125.
5. Силин Н.В., Шевердин Д.Г., Павлов Е.Н. К вопросу шумовой диагностики электротехнического оборудования // Ползуновский вестник, 2011. №2–2. С. 195–201.

ПРЕИМУЩЕСТВА ШИНОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕД КАБЕЛЬНЫМИ РАЗВОДКАМИ

Костин Алексей Андреевич, Куличенко Антон Владимирович
Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель

Ключевые слова: кабельные линии, шинопроводная система, модульная конструкция.

Кабельная линия — линия, предназначенная для передачи электроэнергии, отдельных её импульсов или оптических сигналов и состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей (проводов, токопроводов) с соединительными, стопорными и конечными муфтами (уплотнениями) и крепежными деталями проложенная, согласно требованиям технической документации в коробах, гибких трубах, на лотках, роликах, тросах, изоляторах, свободным подвешиванием, а также непосредственно по поверхности стен и потолков и в пустотах строительных конструкций или другим способом.

Шинопроводная система является альтернативой кабельным линиям. Согласно ГОСТ России 53310-2012 «шинопровод» определяется как «жесткий токопровод напряжением до 1 кВ, предназначенный для передачи и распределения электроэнергии, состоящий из неизолированных или изолированных проводников (шин) и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций».

Стандартно, конфигурация шинопровода выполнена по четырехпроводной системе: три линии и одна нейтраль (Рис. 1). В такой компоновке корпус может служить проводником или заземлением, что не соответствует нормам ПУЭ в определенных условиях. Поэтому часто вводят дополнительный проводник для этих целей. Изготовление такого шинопровода может быть практически любой нестандартной длины, что понизит количество соединяющихся элементов. А также возможно изготовление шинопровода нестандартной формы, конфигурации и изготовлением с углами поворота более девяноста градусов.

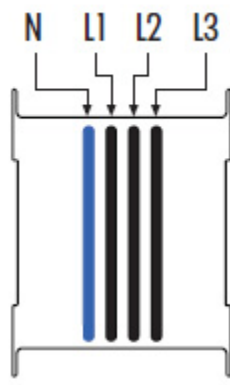


Рис. 1. Конструкция трехфазного шинопровода.

Шинопроводная система имеет ряд преимуществ, по сравнению с кабельными линиями:

- компактность конструкции;
- улучшенная теплоотдача;
- гибкость и мобильность конструкции;
- устойчивость к короткому замыканию;
- низкие потери активной мощности;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- повышенный индекс пожарной безопасности;
- экономичность.

Разберем подробнее перечисленные выше преимущества.

Компактность конструкции шинопроводных линий обеспечивается расположением надежно изолированных и плотно сжатых плоских проводников внутри кожуха. Шинные системы требуют меньше места, чем кабельные системы, в особенности при нагрузках в несколько сотен или тысяч ампер.

Экономия места достигается за счет того, что шинопровод может точно повторять геометрию стен и потолков помещения. В случае применения шинопровода возможно выполнять повороты трассы под углом 90 градусов, а в случае с применением кабеля необходимо выдерживать минимально допустимые радиусы изгиба, что приводит к нерациональному использованию дорогостоящих площадей под размещение кабельных трасс.

Хорошая теплоотдача обуславливается плотностью сжатых шин и наличия металлического корпуса с развитой поверхностью. Тепло сначала отводится на стенки кожуха, а затем в окружающую среду.

Модульная конструкция шинных систем позволяет применять ее в зданиях или сооружениях любого типа и любой конфигурации. В отличие от кабельных линий, шинопровод можно изменять, дополнять или переносить на другой объект, менять конфигурацию и легко устанавливать. Шинопровод может иметь различную конструкцию и может быть предназначен для различных задач, примером может служить Осветительная шинопроводная система (Рисунок 2). А жесткость конструкции системы обеспечивает повышенную устойчивость к воздействию короткого замыкания, по сравнению с кабельными линиями.

Минимальное расстояние между осями проводников, снижает индуктивное сопротивление, а плоская, относительно тонкая шина, способствует оптимальному распределению плотности тока в ней (эффект вытеснения при больших нагрузках тока к поверхности, столь присущий кабельным системам, минимален), что снижает активное сопротивление. В результате низких значений сопротивлений, потеря напряжения и активной мощности при одной и той же длине в шинных системах значительно ниже, чем в кабельных системах.

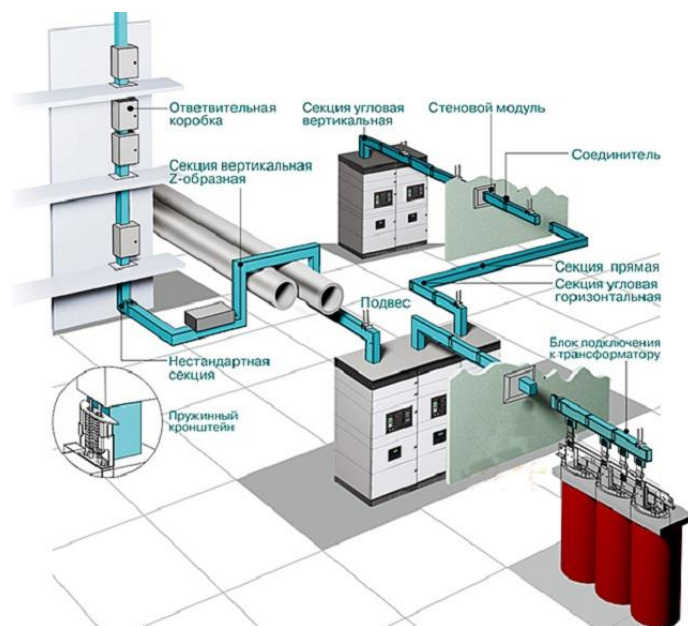


Рис. 2. Осветительная шинопроводная система.

Шинные системы не горючи, не являются огнепроводными и не выделяют при пожаре вредные газы. В условиях пожара шинопроводы с негорючей, термостойкой или с воздушной изоляцией способны обеспечить подачу электроэнергии к жизненно важному оборудованию (лифты, системы дымоудаления и пожаротушения) более длительное время,

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

чем кабели. Также, шинные системы не имеют эффекта образования тяги при возгораниях благодаря компактности конструкции.

При грамотном проектировании, суммарные затраты на закупку и монтаж силовых электрических шинопроводов оказываются ниже, чем затраты на закупку и монтаж необходимого количества кабелей.

Учитывая вышеперечисленные факты, шинопроводы имеют значительные преимущества перед кабелями, такие как: улучшенные электрические характеристики, упрощенные и, вместе с тем, надежные схемы распределения электроэнергии, минимальные пространственные объемы, быстроту установки и снижение расходов времени на монтаже, гибкость и трансформируемость системы, различные виды высокой степени защиты, легкость в обслуживании и экономию электроэнергии в эксплуатации.

При сравнении полной сметной стоимости системы электроснабжения с кабельной разводкой и с применением шинопровода одного и того же потребителя, стоимость монтажа и материалов шинопроводной системы не только не превышает стоимость кабельной разводки, но в ряде случаев гораздо ниже, а учитывая фактор времени, шинопроводы просто незаменимы.

Применение современных технологий при производстве шинопровода позволяет создавать эффективную, компактную, надежную систему электроснабжения на напряжение до 1000 В на следующих категориях объектов: бизнес-центры и офисные центры, жилые комплексы, гостиницы, муниципальные учреждения, торгово-развлекательные комплексы, спортивные сооружения, выставочные комплексы, музеи и театры, заводы и производственные предприятия, склады, объекты генерации, научно-исследовательские институты и центры, военные предприятия, аэропорты и вокзалы.

СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭКРАНОВ КАБЕЛЯ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

*Кротков Евгений Леонидович, Магеррамов Эдьдар Надирович,
Парыгин Павел Витальевич*

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель*

Ключевые слова: экраны кабеля, защита кабеля, заземление экранов.

В данной статье речь пойдет о рассмотрении способов заземления экранов кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена, для уменьшения потерь в экранах кабеля и рассмотрены схемы быстросействующей защиты кабеля при заземлении экранов.

Так при обследовании линии 10 кВ длиной 4,1 км, обнаружено, что при подаче транзитного тока в одну из фаз от постороннего источника питания, экран которой заземлен с двух концов, то в этом случае ток в экране этой фазы равен току в жиле фазы. Отсюда возникло подозрение о больших потерях в экранах кабелей, которые заземлены с обоих концов. ПУЭ это подтверждает (с. 226, 227). Однако под рабочей нагрузкой 200 Ампер ток в экране при замере, составил всего 50 Ампер. Но и это создает значительные потери.

Более рациональным выглядит способ заземления экрана с одного конца кабеля, логично - со стороны питания. Таким образом достигаются два положительных эффекта: значительно уменьшаются потери в кабелях, и появляется возможность выполнить быструю и селективную защиту кабеля при к.з. между жилой и экраном, в результате чего есть возможность прокладывать кабель с минимальной площадью сечения экрана, что значительно уменьшает затраты.

Согласно ПУЭ, для защиты изоляции именно экрана в варианте заземления с одного конца кабеля, необходимо подключить три ОПН к экранам с другого конца. Если ОПН устанавливать только один на три фазы и при этом соединить между собой три экрана, то такой режим по потерям, идентичен варианту двустороннего заземления экранов, следовательно он не дает положительного эффекта (и не рассматривается в ПУЭ).

Проведенный в соответствии с ПУЭ расчет наведенного в экранах напряжения от внешнего трехфазного к.з. между фазами в кабельной линии длиной 4,1 км, не подтверждает необходимость применения защиты от перенапряжений (наведенное напряжение составляет около 1,5 кВ при трехфазном к.з. в конце линии). Однако, рекомендации ПУЭ не учитывают того, что напряжение на незаземленном конце экрана, будет значительно выше в момент к.з. между двумя фазами через экран одной из этих фаз. Поясню это на примере рисунок 1.

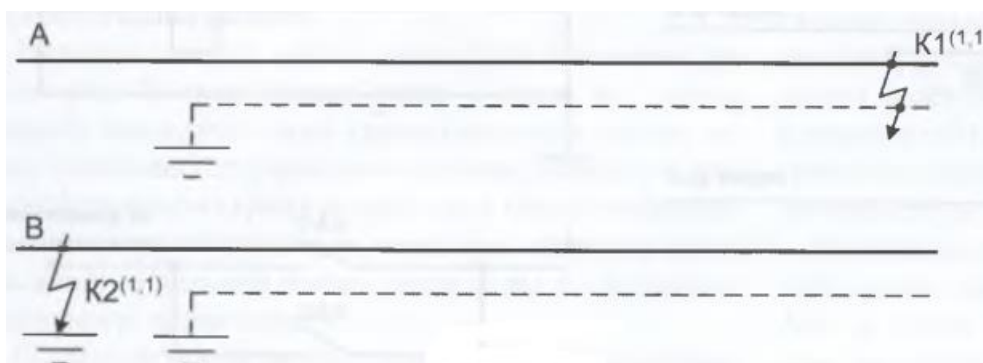


Рис. 1. Заземление экрана кабеля с одного конца.

Как мы видим, к суммарному сопротивлению фазы А кабеля и его экрана, прикладывается линейное напряжение. Сопротивление экрана больше от сопротивления жилы кабеля,

поэтому и напряжение снижено из-за к.з. с 10,5 кВ до 7 кВ, напряжение (ориентировочное), что прикладывается к жиле и экрану в месте к.з. на экране может превысить и 4 кВ, что значительно больше от наведенного при трехфазном к.з., и больше от допустимого напряжения между экраном и землей.

Этот вывод вызывает подозрение, что при некоторых межфазных к.з., будут срабатывать ОПН защиты экранов. Берем во внимание, что напряжение испытания экранов кабелей относительно земли, составляет всего 5 кВ с частотой 0,1 Гц. Это по сути постоянное напряжение, полярность которого должно плавно меняться через 10 сек. Напряжение, которое прикладывается в момент к.з., имеет частоту 50 Гц. Из-за отсутствия информации о допустимом максимальном напряжении в экранах, предполагаем, что ОПН должен быть для кабелей сети 10 кВ с рабочим напряжением 3 кВ (минимальное напряжение для существующих ОПН).

На рисунке 2 показан возможный вариант селективной быстродействующей защиты кабеля при заземлении экранов, только со стороны источника питания (пунктиром обозначены экраны кабелей).

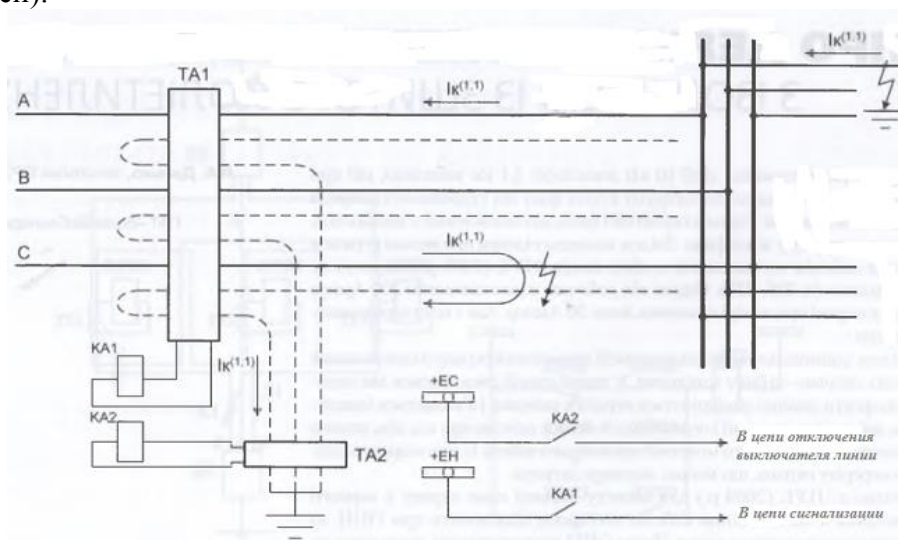


Рис. 2. Селективная быстродействующая защита кабеля при заземлении экранов.

При однофазном замыкании одной жилы кабеля с экраном, срабатывает сигнализация от кабельного трансформатора тока типа ТЗЛМ, охватывающий жилы всех трех фаз.

При переходе однофазного к.з. в двухфазное, при внешнем втором к.з. через экран фазы с повреждением, протекает ток двухфазного к.з., который проходит через кабельный трансформатор к контуру заземления. Поэтому, без выдержки времени может сработать защита по такой схеме.

Однако при к.з. на двух фазах, именно кабельной линии, эта защита становится недееспособной, поскольку векторы токов экранов фаз, противоположны по направлению и равны по величине. Поэтому сумма векторов токов равна нулю и защита не срабатывает. Так что для достижения цели, заземление экранов, следует пропускать через два кабельных трансформатора тока по схеме рисунка 3. Этот вариант возникает из-за отсутствия альтернативы.

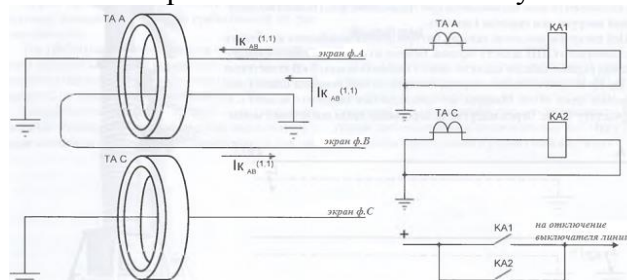


Рис. 3. Заземление экранов через 2 кабельных трансформаторов тока.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

В этом варианте, вторичный ток к.з. между жилами и экранами фаз А и В в ТАА дают двойной эффект, а при к.з. фаз А и С, и фаз В и С защита также работоспособная от ТАС. Таким образом, мы получим полноценную токовую отсечку, которая соответствует требованиям к релейной защите, абсолютно селективную, и которая не имеет мертвой зоны.

Тогда и токовую отсечку со схемы межфазной защиты возможно демонтировать. Дополнительный эффект - можно уменьшить затраты на медь экрана. Экран при такой защите, может быть минимального сечения. Несмотря на то, что экран рассчитывается с учетом времени продолжительности к.з., который в свою очередь, зависит не только от уставок защиты, а и от возможного отказа выключателя в момент повреждения кабеля, то правомерно предлагаемую защиту нужно выполнять с отключением также дублирующих выключателей по схеме приведенной на рисунке 4.

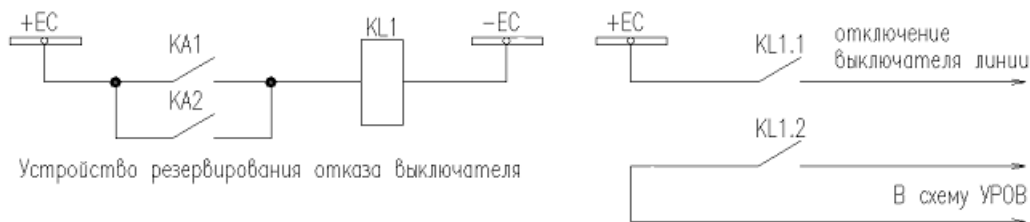


Рис. 4. Схема релейной защиты при заземлении экранов через 2 кабельных трансформатора тока.

Тогда продолжительность тока при к.з. на экране, не превысит 0,4 сек, что дает возможность уменьшить площадь сечения экрана кабеля.

Идеальная защита кабеля может быть выполнена по схеме рис.5, если каждый экран с конца от подачи напряжения, заземлить через трансформаторы тока, к которым присоединены токовые реле защиты. Предполагаем, что трансформаторы тока могут быть и низковольтными, за неимением места для установки и низкий уровень напряжения от к.з. в экранах при контуре заземления.

Удаленность кабеля или участка кабеля от источника питания облегчает условия для экранов кабеля в связи с уменьшением токов к.з. Лучшим вариантом защиты кабеля мог бы быть пока, только теоретический. Для реализации данного варианта нужно релейное устройство, которое может быть установлено вместо трансформаторов тока по схеме на рисунка 5.

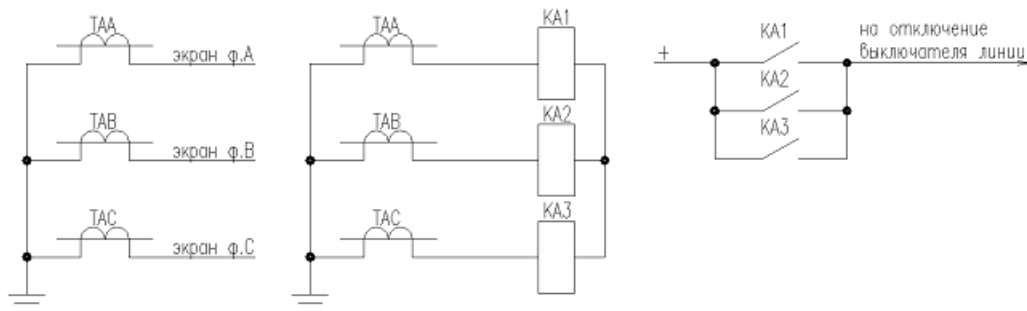


Рис. 5. Схема подключения экранов кабеля через трансформаторы тока.

Устройство должно контролировать ток каждого экрана всех фаз и мгновенно действовать на отключение выключателя при появлении на экране тока, что превышает 100-200 Ампер (надежная отстройка от емкостного тока сети).

Вывод.

Предложенные схемы защиты соответствуют высокому уровню надежности, быстродействию и селективности. Следует учитывать еще и тот факт, что межфазный ток к.з. в конце кабеля из сшитого полиэтилена будет меньше тока к.з. за кабелем, ибо, тот что в кабеле, перетечет к месту заземления через экраны жил, что значительно увеличивает сопротивление

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

тока. Это обстоятельство не дает возможности организовать селективно токовую (дистанционную) защиту.

ПУЭ предлагает более сложные и дорогие варианты устранения этой проблемы, не являющиеся ни совершенными, ни дешевле:

- дистанционная защита в простейшем исполнении;
- поперечная или продольная дифференциальная защита и тому подобная.

Поперечная дифференциальная защита возможна при наличии двух параллельных линий, а продольная требует прокладки дополнительного контрольного кабеля и дополнительного комплекта трансформаторов тока.

Вышеуказанный вариант защиты, не подходит для кабелей, которые могут питаться поочередно с обоих концов. Но эти кабели несколько удалены от источников питания, поэтому последствия при их повреждении несколько легче.

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕУСКОРЕНИЯ СТУПЕНЧАТЫХ ЗАЩИТ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

Кудинцова Виктория Александровна

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Иванов Константин Михайлович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: воздушная линия, дистанционная защита, короткое замыкание, резервная защита, телеускорение.

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме: правильная настройка и работа телеускорения (ТУ) защит. Основное внимание в работе автор акцентирует на детальном анализе случая неправильной работы ТУ (на основании данных, предоставленных компанией «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Приморского края»), которая привела к такой ошибке, как излишнее срабатывание защиты. Исходя из результатов проверки и анализа, предложены варианты решения данной проблемы.

Типовой набор защит: основная высокочастотная (ВЧ) защита, дистанционная защита (ДЗ), земляная защита (ЗЗ) и межфазовая токовая отсечка (МФТО) не обеспечивает отключения короткого замыкания (КЗ) без выдержки времени в конце защищаемой воздушной линии (ВЛ) при выводе или при отказе основной ВЧ защиты. При этом КЗ будет отключаться II или III степенями ДЗ и ЗЗ с выдержкой времени несколько секунд. Для того, чтобы обеспечить своевременное отключение КЗ в любой точке защищаемой ВЛ без выдержки времени резервными защитами применяется телеускорение.

Телеускорение – это ускорение до минимально возможного времени (или другого заданного времени) срабатывания ступеней резервных защит от однофазных и междуфазных КЗ с использованием аппаратуры передачи команд.

Принцип работы ТУ резервных защит достаточно прост:

1. Если направление в сторону КЗ совпадает с направлением от шин в линию, резервная защита (ДЗ или ЗЗ) отправляет сигнал на противоположный конец ВЛ.
2. Если резервная защита отправила сигнал на противоположный конец ВЛ и приняла оттуда такой же сигнал, то она отключает выключатель на своем конце ВЛ без выдержки времени.

При коротком замыкании на защищаемой ВЛ направление в сторону КЗ совпадает с направлением от шин в линию с двух сторон ВЛ, резервные защиты с обеих сторон ВЛ отправляют друг другу нужные сигналы и отключают ВЛ с двух сторон без выдержки времени.

Если при внешнем коротком замыкании резервная защита с одного конца ВЛ (того, на котором направление в сторону КЗ совпадает с направлением от шин в линию) отправляет сигнал телеускорения, а на другом конце резервные защиты молчат, так как они имеют направление в сторону КЗ - из линии к шинам. При этом ТУ резервных защит не функционирует.

Как правило, ТУ обладают те ступени резервных защит, которые защищают всю линию во всех режимах. Обычно это II ступень ДЗ и III ступень ЗЗ.

Таким образом можно обеспечить отключение всех видов КЗ в любой точке ВЛ без выдержки времени двумя видами защит: основной ВЧ защитой и ТУ резервных защит (ДЗ и ЗЗ).

В качестве примера рассмотрим аварийный случай, произошедший на ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №1 для того, чтобы понять важность правильной работы телеускорения защит (рис.1).

Тридцатого июня 2017 года в 23:23 на ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №1 возникает КЗ ф. А0. Далее представлен подробный детальный анализ работы защит:

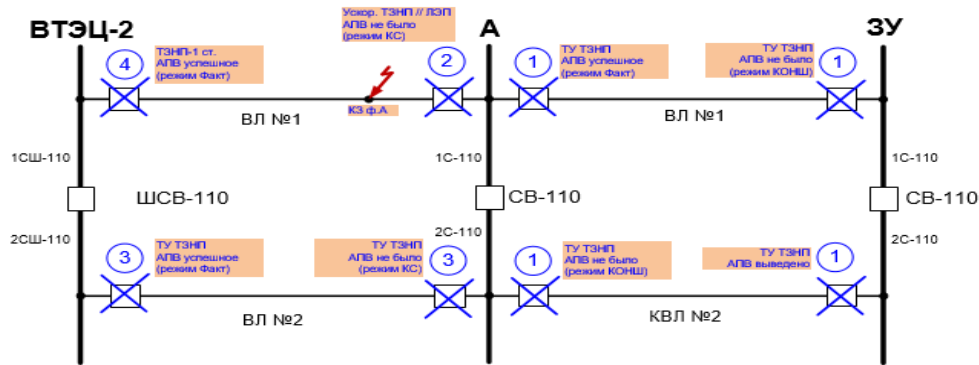


Рис. 1. Работа защит на ВТЭЦ-2, А, ЗУ.

1) Со стороны подстанции (ПС) 220 кВ Зеленый угол и ПС 110 кВ А происходит излишнее отключение кабельно-воздушной линии (КВЛ) 110 кВ Зелёный угол – А №2, ВЛ 110 кВ Зелёный угол – А №1 действием ТУ токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП).

Работа релейной защиты (РЗ) – неправильная, причина – передача разрешающего сигнала со стороны ПС 110 кВ А при КЗ «за спиной» из-за излишнего срабатывания разрешающего реле мощности.

Автоматическое повторное включение (АПВ):

- АПВ В 110 ВЛ ЗУ-А №1 на ПС 110 кВ А успешное;
- АПВ В 110 КВЛ ЗУ-А №2 на ПС 110 кВ А не состоялось по режиму;
- АПВ В 110 А №1 на ПС 220 кВ Зеленый угол не состоялось по режиму;
- АПВ В 110 А №2 на ПС 220 кВ Зеленый угол выведено (КВЛ).

2) На ПС 110 кВ А происходит отключение В 110 ВЛ ВТЭЦ-2-А №1 действием «Ускорения ТЗНП от параллельной линии». Работа «Ускорения ТЗНП от параллельной линии» – правильная. Отключения по цепи телеускорения ТЗНП не было. АПВ не состоялось по режиму контроля синхронизма (КС). При этом по параллельной ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №2 произошел реверс мощности нулевой последовательности, обусловленной подпиткой КЗ от заземленной нейтрали силового трансформатора на ПС 110 кВ А.

3) Со стороны Владивостокской ТЭЦ-2 и ПС 110 кВ А при реверсе мощности происходит излишнее отключение ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №2 действием телеускорения ТЗНП.

- АПВ МВ 110 ВЛ ВТЭЦ2–А2 на Владивостокской ТЭЦ-2 успешное;
- АПВ В 110 ВЛ ВТЭЦ-2-А №1 на ПС 110 кВ А не состоялось по режиму (КС).

4) На Владивостокской ТЭЦ-2 происходит отключение масляного выключателя (МВ) 110 ВЛ ВТЭЦ2–А1 действием ТЗНП-1ст. АПВ успешное. Работа ТЗНП-1ст – правильная. Отключения по цепи телеускорения ТЗНП не было.

По результатам данного анализа была выявлена проблема в действии РЗ (излишнее срабатывание защиты), исходя из этого, предлагается выполнить послеаварийную проверку следующих защит для того, чтобы скорректировать работу оборудования:

- на ПС 110 кВ А по ВЛ 110 кВ Зелёный угол – А №1, КВЛ 110 кВ Зелёный угол – А №2, ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №1, ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №2;
- на Владивостокской ТЭЦ-2 по ВЛ 110 кВ Владивостокская ТЭЦ-2 – А №2.

Хотя данная проблема мало изучена и требует дальнейших исследований, но, несмотря на это можно сказать, что работа телеускорения безусловно актуальна для сферы релейной защиты и автоматики. При неправильной работе РЗ и ТУ есть риск излишнего отключения линии, когда в этом нет необходимости, что приводит к непредвиденному обесточиванию потребителей, подключенных к данной ВЛ. При правильной настройке и, следовательно, работе ТУ можно избежать излишнего срабатывания релейной защиты, а также ускорить её действие, что позволит в дальнейшем повысить эффективность.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ НА ПОДСТАНЦИИ

Ли Геннадий Иннокентиевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Кислюков Виктор Анатольевич, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электромагнитные помехи, переходные процессы, электромагнитные и магнитные поля, радиочастотные поля, разряды статического электричества, коммутационные процессы.

Основными источниками электромагнитных помех на подстанции являются:

- коммутационные процессы в цепях высокого напряжения (ВН);
- переходные процессы в цепях высокого напряжения при коротких замыканиях (КЗ), срабатывании разрядников или ограничителей перенапряжений (ОПН);
- электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием подстанций;
- переходные процессы в заземляющих устройствах подстанции, обусловленные токами КЗ промышленной частоты и токами молний;
- быстрые переходные процессы при коммутациях в индуктивных цепях низкого напряжения (НН);

Дополнительными источниками электромагнитных помех могут служить:

- радиочастотные поля различного происхождения;
- электромагнитные возмущения в цепях оперативного тока;
- вспомогательное электрооборудование (сварочные аппараты, осветительные приборы, мощные тяговые механизмы, бытовые электроприборы, электроинструменты и др.);

Так же электромагнитные помехи на подстанции могут создать внешние источники:

- грозовой разряд;
- разряды статического электричества.

На рисунке 1 изображены и обозначены некоторые из отмеченных выше источников электромагнитных помех на станциях и подстанциях высокого напряжения. Цифрой 1 обозначена молния; цифрами 2, 3 и 4 обозначены соответственно переключения и КЗ в сетях высокого, среднего и низкого напряжения; цифрами 5 и 6 – внешние и внутренние источники радиочастотных излучений; 7 – разряды статического электричества;

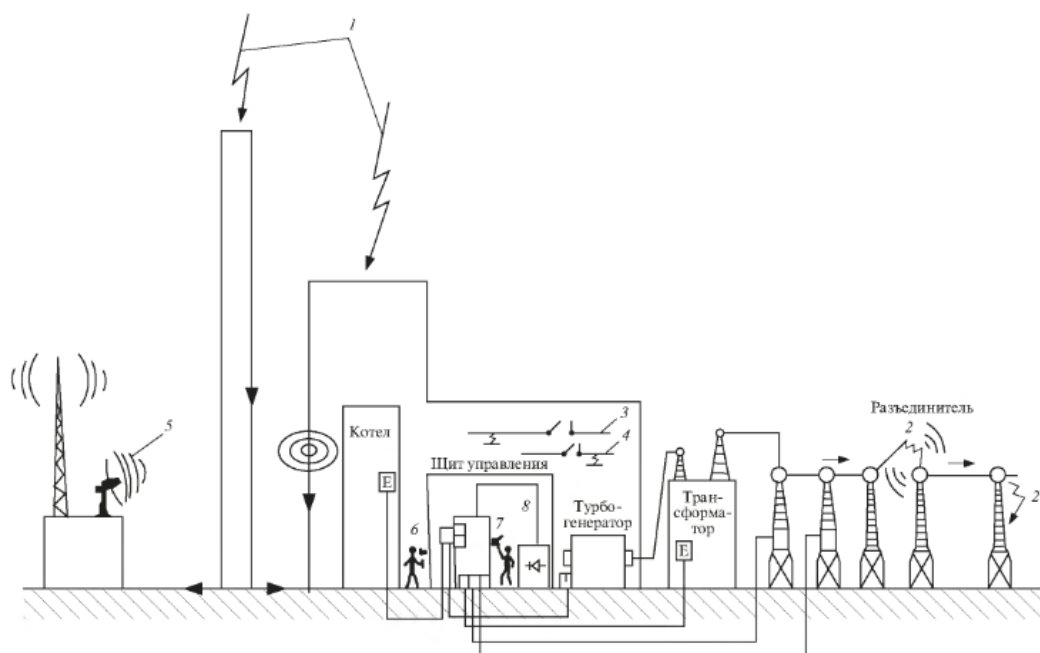


Рис. 1. Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях.

В данной статье мы подробнее рассмотрим основные источники электромагнитных помех на подстанции.

1. Коммутационные процессы в цепях высокого напряжения

Коммутации выключателями и разъединителями высокого напряжения на электрических подстанциях вызывают электромагнитные помехи вследствие резкого изменения напряжения ΔU на шинах ВН распределительного устройства подстанции. Изменение напряжения ΔU в первичной цепи вызывает в ней переходный процесс и появление колебательных затухающих импульсов тока и напряжения. Колебательные затухающие импульсы тока и напряжения могут распространяться по шинам распределительного устройства и создавать электрические и магнитные поля [3].

На рисунке 2 показаны результаты измерений напряженностей магнитных и электрических полей, вызванных отключением разъединителя на ОРУ 110 кВ.

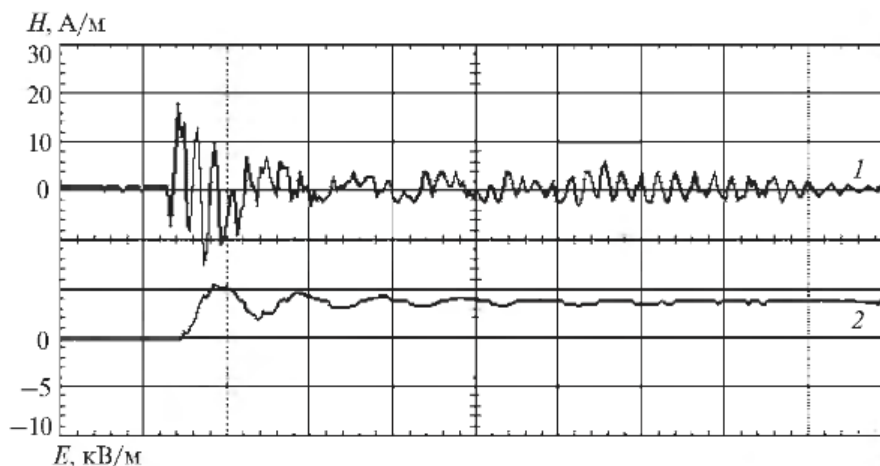


Рис. 2. Осциллограммы напряженностей магнитного (1) и электрического (2) полей при отключении шинного разъединителя на ОРУ 110 кВ.

В ходе обследования действующих энергообъектов выявлено, что при коммутациях цепей высокого напряжения разъединителями и выключателями во вторичных цепях возникают импульсные помехи в виде колебательных затухающих импульсов различной частоты и продолжительности. При коммутациях разъединителем имеет место наиболее продолжительный процесс из серии импульсов – до нескольких тысяч за одну коммутацию. При коммутациях выключателями возникают помехи в виде нескольких импульсов.

Максимальное значение импульсных помех на обследованных объектах составило от десятков вольт до нескольких киловольт, а длительность импульсов – от единиц до десятков микросекунд.

2. Переходные процессы в цепях высокого напряжения при коротких замыканиях, срабатывании разрядников или ограничителей перенапряжений

Пробой электрической изоляции (КЗ на землю) или срабатывание разрядников приводит к снижению потенциала токоведущих частей установки ВН, что, в свою очередь, вызывает переходный процесс, подобно тому, как это происходит при коммутационных операциях. Ток КЗ, протекающий по заземляющему устройству установки, вызывает повышение его потенциала, содержащего высокую и промышленную частоты колебаний [3].

Амплитуда такого тока в первом приближении прямо пропорциональна напряжению пробоя, которое может быть значительно больше напряжения повторного зажигания дуги при коммутациях. Такие ситуации могут вызывать появление сильных электромагнитных возмущений, особенно если они происходят в непосредственной близости от приемника помех.

Срабатывание искровых разрядников менее опасно, чем пробой изоляции, из-за меньшего напряжения перекрытия и удаленного положения этих устройств. Однако амплитудные значения параметров таких переходных процессов намного выше, чем при повторных зажиганиях дуги в коммутационных аппаратах.

Зажигание дуги в вентильном разряднике вызывает, подобно искровому разряднику, появление переходных процессов высокой частоты. Максимальные значения параметров переходного процесса ниже вследствие ограничивающего действия остаточного напряжения на нелинейном резисторе разрядника. Наличие нелинейного резистора предотвращает появление больших токов замыкания на землю промышленной частоты.

Срабатывание ОПН не приводит к появлению высокочастотных переходных процессов в сети, так как переход ОПН из практически непроводящего состояния в проводящее проходит плавно.

3. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, создаваемые силовым оборудованием подстанций

Силовое оборудование подстанций (шины, силовые кабели, реакторы, трансформаторы и т.д.), находящиеся под напряжением, создает вокруг себя электрические и магнитные поля промышленной частоты. Напряженности этих полей зависят от класса напряжения и тока в силовом оборудовании, а кроме того, и от пространственного положения проводников с током [3].

В качестве примера на рисунке 3 приведены результаты расчета электрических и магнитных полей, создаваемых ВЛ высокого напряжения в нормальных эксплуатационных условиях.

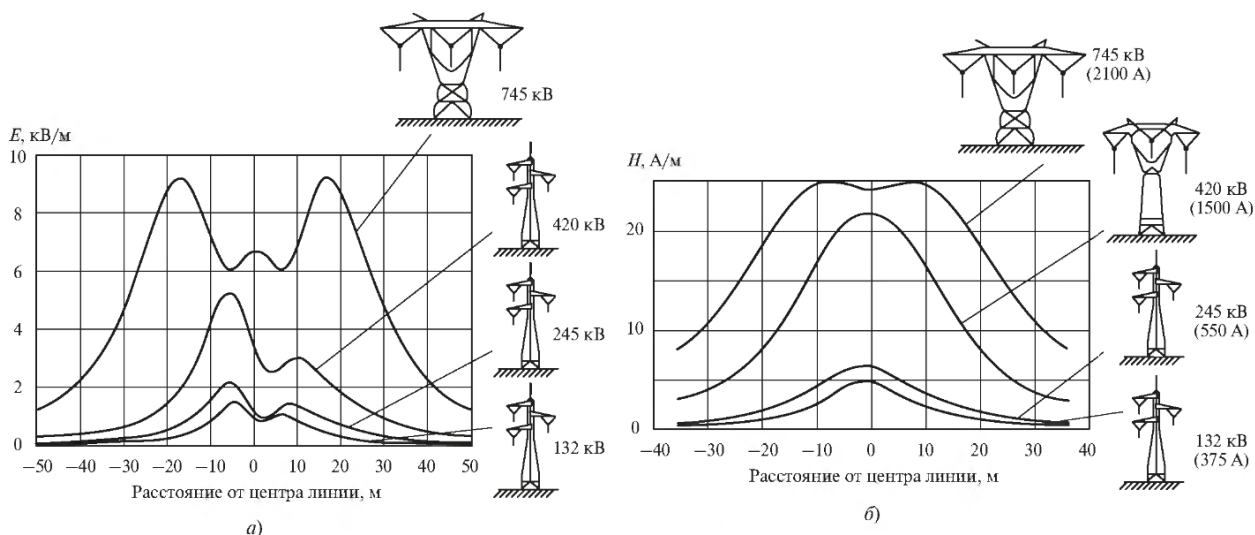


Рис. 3. Эпюры напряженности электрического (а) и индукция магнитного (б) полей промышленной частоты, создаваемых на уровне поверхности земли под ВЛ.

Магнитные и электрические поля промышленной частоты могут оказывать неблагоприятное влияние на автоматизированные системы технологического управления подстанции из-за низкочастотных наводок в цепях сигнализации и управления, измерительных цепях, воздействуя непосредственно на терминалы микропроцессорных устройств [3].

В таблице 1 приведены некоторые данные по напряженностям магнитных полей промышленной частоты на электрических подстанциях.

Таблица 1. Напряженности магнитного поля промышленной частоты на электрических подстанциях

Место измерения	Напряженность, А/м
Под сборными шинами 400 кВ вблизи присоединения линии с током 0,6 кА	9
Под сборными шинами 200 кВ вблизи присоединения линии с током 0,5 кА	14
В помещении с релейным оборудованием на расстоянии 0,1; 0,3 м от трансформаторов	7; 11
На расстоянии 0,3; 0,5; 1,0; 1,5 м от ячейки РУ 6 кВ	13; 9; 4,3; 2,4

4. Переходные процессы в заземляющих устройствах подстанции, обусловленные токами КЗ промышленной частоты и токами молний

При протекании по заземляющему устройству тока КЗ на землю или тока молнии происходит повышение его потенциала (и потенциала близлежащей почвы) (рисунок 4).

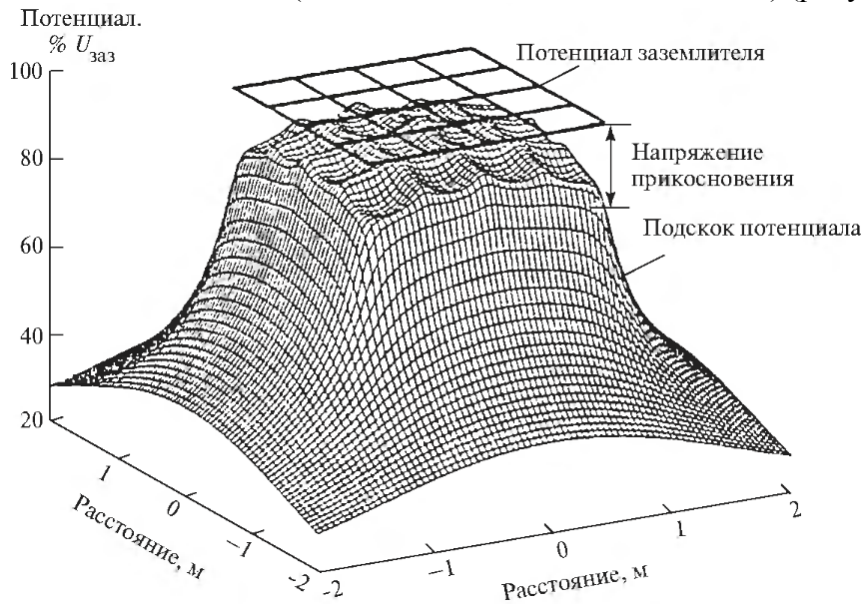


Рис. 4. Повышение потенциала заземлителя и вблизи него при протекании тока КЗ.

На рисунке 4 видно, что разность потенциалов между двумя точками заземлителя относительно невелика. Отсюда следует, что любая цепь, расположенная в пределах заземлителя, будет подвергаться воздействию помех. Повышение потенциала заземлителя, вызванное протеканием тока однофазного КЗ, может иногда превышать 5 кВ, приводя к появлению перенапряжений в недостаточно защищенных цепях.

5. Быстрые переходные процессы при коммутациях в индуктивных цепях низкого напряжения

В индуктивных цепях низкого напряжения, связанных с цепями управления выключателями или разъединителями, а также в других цепях очень низкого напряжения (12 – 24 В), содержащих реле, при коммутациях могут иметь место быстрые переходные процессы, амплитуда напряжения при которых может составлять несколько киловольт [3].

Процесс включения контактных устройств вследствие явлений вибрации и других физических процессов состоит из ряда следующих друг за другом циклов замыкания и размыкания. Поэтому в течение включения возникают несколько изображенных на рисунке 5 затухающих процессов, типичных для процессов отключения. Таким образом, в целом каждый процесс включения электромагнитного устройства необходимо оценивать как потенциальную причину помехи.

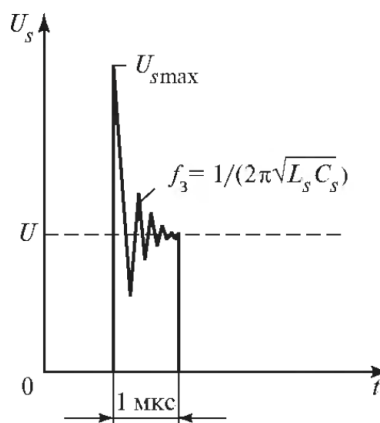


Рис. 5. Типичная форма импульса напряжения на катушке при включении.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Взаимодействие с чувствительными цепями происходит при связи через общее полное сопротивление в цепях питания или посредством емкостной и индуктивной связей (т.е. между жилами одного кабеля или между неэкранированными кабелями, проложенными в одном пучке).

Наряду с электромагнитными реле, источником помех также могут быть тиристоры, коммутации тока в цепях освящения (газоразрядные лампы). Последний источник создает гораздо более низкий уровень помех, чем реле и тиристоры.

Все вышеперечисленные электромагнитные помехи могут нанести большой вред для систем релейной защиты, противоаварийной автоматики и автоматизированным системам управления технологическим процессам подстанции, поэтому на электрических подстанциях проводят мероприятия по определению электромагнитной обстановки и совместимости. В настоящее время, когда в целях повышения эффективности работы, предприятия стали переходить на цифровые устройства, проблема ЭМС встает особенно остро.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Жгун Д.В. Электромагнитная совместимость высоковольтной техники: учебное пособие/Д.В. Жгун.-Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.-150 с.
2. Харлов Н.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007.-207 с.
3. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, Б.К. Максимов, Р.К. Борисов, И.П. Кужекин, А.Г. Темников, А.В. Жуков ; под ред. Чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф, А.Ф. Дьякова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016.-543 с.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПОДСТАНЦИИ

Лихой Валентин Васильевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Кислюков Виктор Анатольевич, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, телекоммуникация подстанции, кабель связи, экранирование, совместная прокладка кабелей, помехи в телекоммуникации.

Телекоммуникационные системы на подстанциях за последние 30 лет можно разделить на несколько поколений.

В телекоммуникационных системах первого поколения использовались электромеханические устройства, в силу своих особенностей мало восприимчивые к электромагнитным помехам. Чтобы привести такое устройство в рабочее состояние, необходимо преобразовать электрическую энергию в механическую. Чаще всего случайные электромагнитные помехи недостаточно сильны, чтобы привести подобное электромеханическое устройство в рабочее состояние. Кроме того, механический принцип действия и относительно большая масса самого электромеханического прибора не требуют высокого качества питания, т.е. вполне «терпимо относятся» к таким явлениям в электросети, как «провалы», пиковые «броски» и даже кратковременные отключения напряжения.

Современные электронные телекоммуникационные системы в противоположность электромеханическим оснащены современными, более сложными приборами, намного более чувствительными к электромагнитным помехам. Для приведения таких систем в рабочее состояние требуются более низкие уровни питающего и управляющего напряжений, которые производят молекулярный сдвиг в электронном приборе и изменяют его проводящие характеристики. Для случайного переключения таких приборов может оказаться вполне достаточно энергии лишь электрического шума. Поэтому требования к качеству питания современных систем на основе сложных приборов очень высокие. Даже слабые помехи могут переводить некоторые электронные приборы (например, логические элементы) в режим самозапираания.

Наведенные помехи проникают в электронные приборы в большинстве случаев по входным и выходным сигнальным линиям и шинам питания. Радиационные помехи попадают в электронный прибор, если у последнего отсутствует корпус или конструкция корпуса не соответствует определенным требованиям, а также при неудовлетворительном экранировании, близком расположении приборов к источникам радиочастотной энергии.

Решать вопросы ЭМС телекоммуникации необходимо начинать на ранних стадиях проектирования подстанции. Если эта проблема игнорируется до тех пор, пока она не возникнет при испытаниях или работе подстанции, решение проблемы скорее всего будет дорогостоящим и неудовлетворительным. По мере того как разработка аппаратуры проходит различные стадии: с проектирования до испытаний и производства, набор доступных разработчику способов борьбы с помехами неуклонно уменьшается, в то время как стоимость, напротив, возрастает. Таким образом, решение проблем, связанных с помехами, на ранних стадиях разработки и изготовления дает обычно лучшие результаты и обходится дешевле. К основным используемым методам, при помощи которых можно устранить или, по крайней мере, уменьшить влияние помех при разработке телекоммуникации, относятся следующие: экранирование, заземление, фильтрация, балансировка, изоляция, разнесение и ориентации проводников в пространстве, регулировка величины полного сопротивления схемы.

При создании телекоммуникационных систем должны быть приняты меры по предотвращению влияния помех, как на стадии проектирования этих систем, так и при монтаже. В неисправленных телекоммуникационных установках с нарушенным функционированием и происходят аварии: возникающие проблемы часто бывают связаны с ка-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

бельной или заземляющей системами. Проектируя телекоммуникационные системы, необходимо предусмотреть взаимодействие и учесть взаимовлияние.

Если в бытовых условиях электромагнитные помехи вызывают определенные неудобства, то в случае с коммерческими и специальными телекоммуникационными системами подстанции такие явления приводят к крупным финансовым потерям и даже технологическим катастрофам.

Для корректного обеспечения телекоммуникации подстанции, необходимо уделить внимание следующим особенностям:

- интенсивность электромагнитных помех вдоль кабельных трасс (близость источников кондуктивных или излучаемых электромагнитных помех);
- разрешенный уровень кондуктивных или излучаемых электромагнитных помех;
- тип кабелей (экранированные, оптоволоконные и т.д.);
- способность оборудования, подключенного к электросети, выдерживать электромагнитные помехи; другие ограничений, налагаемых окружающими условиями (химических, механических, климатических, противопожарных и др.);
- планируемые расширения; величина тока, протекающего по кабелю.

Проектировщик должен учитывать тип кабеля и его производителя. Последний – прилагает характеристику к своему продукту – на каком расстоянии его можно прокладывать от других и можно ли вообще. Проектировщик обязан не просто рассмотреть параметры кабелей, а соотнести их между собой – наложить характеристики одних кабелей на другие.

Приведем последствия неправильной совместной прокладки силовых и сигнальных кабелей на примере электроснабжения предприятия по нефтедобычи.

По данным, предоставленным на момент проведения энергообследований ОАО «Сибнефть-ННГ», за период с января по ноябрь 2006 г. произошло 905 отключений, в результате которых было недобыто 59449,32 т нефти. Статистика аварийных нарушений подтверждает, что 30-40 % всех нарушений нефтедобывающих предприятий происходит по вине отсутствия электромагнитной совместимости проложенных в земле питающих и сигнальных кабелей и как следствие -ложных срабатываний защиты или остановки производства диспетчерами.

Вследствие экономии проектировщиками на должной прокладке кабелей и несерьезного подхода к защите от электромагнитных помех компания ежегодно несла значительные убытки в добыче нефти и как следствие в экономическом плане.

Были не соблюдены расстояния между питающими кабелями и кабелями связи. В течение времени было выяснено, что данное расстояние обеспечить не было возможности, но при этом кабели не были разделены бетонными плитами или помещены в гофрированные трубы, также отсутствовала перегородка с кабелями связи, позволяющая обеспечить лучшее экранирование.

В 2007 году была проведена реконструкция электроснабжения, вследствие значительных новых затрат компания пошла на этот шаг неохотно, но исследуя проект и данную на тот момент экономическую составляющую, инженеры доказали эффективность реконструкции системы электроснабжения и нерентабельность прежнего проекта.

Были проведены такие мероприятия как:

- замена обычного силового кабеля на силовой экранированный кабель, что позволило ослабить влияние электромагнитных излучений;
- увеличение расстояния кабелей от нефтепровода на более чем 0,5 м;
- было обеспечено правильное расположение силовых кабелей и кабелей связи относительно друг друга;
- произведено экранирование силовых кабелей от сигнальных посредством перегородки.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Проведенные мероприятия позволили снизить общее число аварийных режимов на 34 %.

Таким образом компания продемонстрировала наглядный пример своевременного решения проблем и обеспечения надежной работы телекоммуникационных систем.

ПОДАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

Лысенко Александр Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: электрический фильтр, помехи, частота.

Электромагнитные помехи (ЭМП) возникают в результате функционирования устройств, предназначенных для генерации или преобразования электроэнергии. Основными источниками высокочастотных помех являются импульсные блоки питания (бытовая электронная техника, промышленные и медицинские аппараты и другие), цепи нелинейных преобразователей мощности (преобразователи переменного и постоянного напряжения), мощные двигатели, генераторы, а также сварочные аппараты, реле, газоразрядные лампы, системы зажигания, атмосферные разряды. Помехи в токоведущих частях электротехнических устройств возникают за счет паразитных наводок сигналов, которые наиболее существенны при размещении ТС с большой концентрацией в малом объеме пространства. Аналогичные процессы возникновения ЭМП в блоках и узлах одного ТС возможны за счет их взаимного влияния. Проблемы, вызываемые помехами, такие как перегрев трансформаторов и вращающихся машин, перегрузка проводников нейтрали, выход из строя конденсаторных батарей и т.п., приводят к повышению эксплуатационных расходов и также могут привести к снижению качества продукции и производительности труда.

Для подавления помех в цепях соседних ТС, а также узлов и блоков в пределах отдельных ТС используют электрические фильтры. Правильно сконструированный фильтр должен пропускать к приемнику сигналы практически без изменения их амплитуды в некотором диапазоне частот, называемой полосой пропускания (или прозрачности), и не пропускать сигналы, частоты которых лежат вне полосы пропускания, т.е. находятся в полосе задерживания (или затухания).

Электрический фильтр представляет собой пассивный четырехполюсник, включаемый между источником питания и приемником, который беспрепятственно пропускает к приемнику токи одних частот и задерживает токи других частот.

Электрические фильтры могут быть классифицированы различным образом.

Классификация фильтров по типам элементов. Различают: активные и пассивные фильтры. Пассивные фильтры имеют в своем составе только пассивные элементы, такие как резисторы, индуктивности, конденсаторы. Данный тип фильтров не требует источника питания для функционирования и не усиливает мощность выходного сигнала. В активном фильтре используется один или несколько активных компонентов (транзистор или операционный усилитель).

Классификация по схемам звеньев. В зависимости от числа звеньев фильтр может быть однозвенным или многозвенным. Такие фильтры состоят из Г-, Т-, П-образных, мостовых и других звеньев.

Классификация по пропускаемым частотам. В зависимости от пропускаемого спектра частот разделяются на фильтры:

- а) низкочастотные (пропускающие только частоты: с $\omega_1=0$ до ω_2);
- б) высокочастотные (пропускающие только частоты: с ω_1 до ∞);
- в) полосовые (пропускающие только частоты: с ω_1 до ω_2);
- г) заграждающие (пропускающие только частоты, лежащие слева от ω_1 и справа от ω_2).

На рисунке 1 а–г показаны идеальные АЧХ фильтров: нижних частот, верхних частот, полосно-пропускающих и полосно-задерживающих.

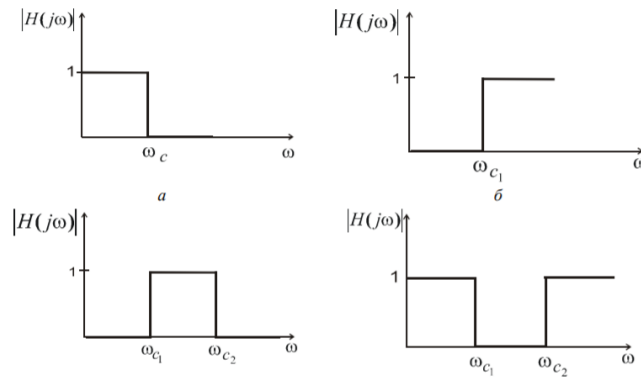


Рис. 1. Идеальные АЧХ фильтров.

Классификация фильтров по характеристикам. Различают фильтры типа к, типа m и другие.

Минимальное число ветвей эквивалентного четырехполюсника в общем случае равно трем. Поэтому простейшей эквивалентной схемой звена являются эквивалентные Т-образные и П-образные схемы. В свою очередь, эти схемы можно представить в виде соединения еще более простых Г-образных схем (рис. 2).

Сопротивление Z_1 и Z_2 на рисунке 2а являются продольными, а сопротивление Z_0 на рисунке 2а поперечным.

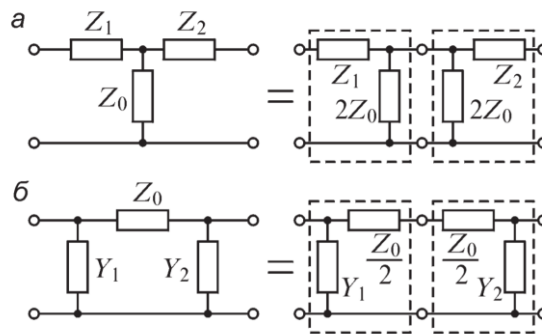


Рис. 2. Т- и П-образные схемы.

При достаточно больших частотах напряжение U_2 будет мало (при заданном U_1) в том случае, если на выходе в ветвь включен конденсатор, так как при этом с ростом частоты величина поперечного сопротивления будет стремиться к нулю. Ток в приемнике с ростом частоты будет тем меньше, чем больше продольное сопротивление при высоких частотах, т.е. если это сопротивление является индуктивным. Поэтому такая Г-образная схема пропускает низкие частоты и задерживает высокие, т.е. соответствует фильтру низких частот (рис. 3а).

Фильтр высоких частот можно получить из фильтра низких частот, заменив в последнем все емкости на индуктивности и все индуктивности на емкости (рис. 3б).

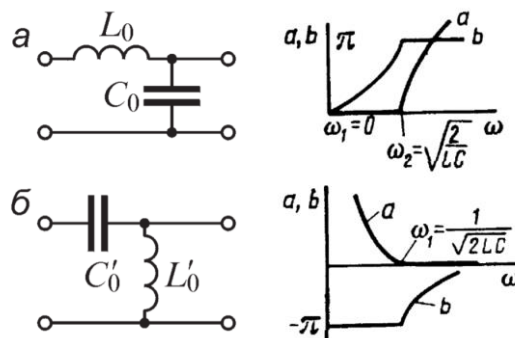


Рис. 3. Схемы ФНЧ и ФВЧ и их АЧХ.

В общем случае, обычно фильтры ЭМП представляют собой ФНЧ и могут устанавливаться как непосредственно у источника помех, так и перед приемником помех. Экономически целесообразно применение фильтров на напряжение 6(10) кВ в связи с тем, что в данных сетях наблюдаются 3,5,7 гармоники с большой амплитудой. Высшие гармоники при этом слабы и не нуждаются в фильтрации и подавлении. Поэтому технически и экономически выгоднее устанавливать фильтрующие устройства, настроенную на одну (две, три) гармоники, чем на широкий спектр гармоник потребителей 0,4 кВ.

Идеальная частотная характеристика фильтров должна иметь диапазон частот с нулевым затуханием и диапазон частот с бесконечно большим затуханием. Это недостижимо из-за того, что для полного согласования в диапазоне частот сопротивления приемника и генератора должны изменяться с изменением частоты по такому же закону, как и характеристические сопротивления фильтра. Также при реализации пассивных фильтров следует учитывать, что на их элементах рассеивается энергия сигнала. Поэтому необходимо учитывать ослабление полезного сигнала в полосе пропускания пассивного фильтра, которое увеличивается при увеличении числа звеньев фильтра. При этом ослабление полезного сигнала в полосе пропускания больше у фильтров, реализованных на резисторах и конденсаторах, чем у фильтров, реализованных на катушках индуктивности и конденсаторах. Поэтому многосвязные пассивные фильтры реализуют в основном на катушках индуктивности и конденсаторах.

На практике амплитудно-частотная характеристика реального фильтра нижних частот (рис. 4) определяется следующими параметрами:

- 1) частотой среза ω_c ;
- 2) максимальным отклонением в полосе пропускания A_{\max} ;
- 3) граничной частотой полосы пропускания ω_s ;
- 4) минимальным затуханием в полосе задерживания A_{\min} .

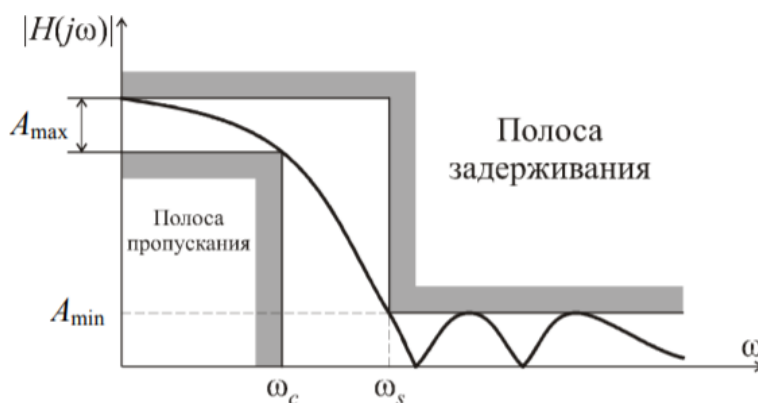


Рис. 4. АЧХ реального ФНЧ.

Физически реализуемый фильтр всегда имеет переходную полосу между полосами пропускания и задерживания. Она расположена между частотой среза ω_c и граничной частотой полосы задерживания ω_s . Отношение ω_s/ω_c характеризует избирательность фильтра.

Эффективность фильтра любой формы зависит от его реактивной мощности, точности настройки, и импеданса сети в точке подключения. Гармоники ниже частоты резонанса фильтра будут усиливаться. Схематехника фильтра важна, чтобы быть уверенным в том, что искажения не будут усиливаться до неприемлемых уровней. Когда несколько различных порядков гармоник присутствуют в сети, возможно подавлять одни, в то же время усиливая другие. Фильтр 7-ой гармоники создает параллельный резонанс на частоте 5-ой и усиливает ее, поэтому к фильтру 7-ой гармоники необходим фильтр 5-ой гармоники. Зачастую необходимо использовать несколько фильтров, настроенных каждый на свою частоту.

Пассивные фильтры имеют ограниченные возможности в отношении уменьшения сигналов на высоких частотах, то есть чем выше порядок гармоники, тем ниже эффективность

фильтра. Кроме того, не так просто компенсировать гармоники в случае динамических изменений гармонических искажений.

Существуют различные типы пассивных фильтров для однофазных и трехфазных систем по схемам параллельного и последовательного включения. Фильтры со схемой параллельного включения более распространены на практике. Они обеспечивают интервалы с низким сопротивлением для потока гармонических токов.

Пассивные фильтры, включенные параллельно, пропускают только часть общего тока нагрузки и будут иметь более низкую эффективность по сравнению с фильтрами с последовательной схемой включения, которые могут полностью проводить ток нагрузки. Как следствие, фильтры с параллельным включением используются из-за их низкой стоимости и возможности обеспечения компенсации реактивной мощности на основной частоте.

Также существует возможность использования более одного пассивного фильтра, использующего параллельную и/или последовательную схему включения. Структура внедряемого фильтра зависит от типа преобладающего гармонического источника (источника напряжения, источника тока).

Так как пассивные фильтры способны генерировать реактивную мощность, рекомендуется использовать их вместе с активным фильтром. Пассивные фильтры высших гармоник, используемые с активным фильтром, создают гибридный фильтр. Активный фильтр в таком наборе значительно меньше, и действует в качестве компенсации реактивной мощности, генерируемой посредством пассивного фильтра и способствует снижению высших гармоник, фильтруя их выше седьмой гармоники.

Вследствие широкого распространения нелинейных нагрузок, возникла необходимость в подавлении электромагнитных помех, которые ухудшают качество электрической энергии. Фильтрация сигналов является важной функцией в аналоговых и аналого-цифровых устройствах, в зависимости от поставленных задач используется тот или иной тип схемотехнической реализации фильтра. В данной статье были рассмотрены разновидности электрических фильтров, их амплитудно-частотная характеристика, условия фильтрации сигналов для подавления помех определенной частоты. Широкое применение фильтров встречается в электротехнике, радиотехнике и электронике.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОДА ВЛАДИВОСТОКСКОЙ ТЭЦ-2 С УГЛЯ НА «ГОЛУБОЕ ТОПЛИВО»

Мешук Александр Андреевич, Суховилова Виктория Александровна

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела

Научный руководитель: Яблокова Виктория Сергеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: уголь, газ, ТЭЦ.

Владивостокская ТЭЦ-2 – крупнейшая электростанция на юге Приморского края (497 МВт/1 051 Гкал в час). Введена в 1970 г. В эксплуатации находятся 14 однотипных котлов БКЗ-210-140 паропроизводительностью 210 т/ч пара каждый, 4 турбоагрегата с генераторами ТВФ-120-2 и турбинами Т-100-130, имеющими теплофикационные отборы пара, 2 турбоагрегата с генераторами ТВФ-120-2 и турбинами ПТ-80/100-130/13 и ПР-50/60-115/13/1.2, имеющими промышленные отборы пара. За сорок лет непрерывной работы ТЭЦ-2 произвела 76 млрд кВт*ч электрической и 103 млн Гкал тепловой энергии. Источником данной информации является официальный сайт ОАО «Дальневосточная генерирующая компания».

Принцип работы на угле. Топливо (уголь) поступает на ВТЭЦ-2 железнодорожным транспортом. На самой станции предусмотрен угольный склад. Для осуществления выгрузки туда угля организована механизированная система, состоящая из двух вагоноопрокидывателей и серии ленточных конвейеров. Для обеспечения города электроэнергией в течение зимы необходимо около трехсот тысяч тонн угля. По конвейерам топливо, т.е. уголь, подаётся в котельный цех. В котельном цеху в свою очередь установлено 14 парогенераторов, номинальная мощность каждого из которых указана ранее в технических характеристиках агрегатов ВТЭЦ-2. Более чем 2 тонны топлива сжигается за сутки в котельном цеху. Один из важнейших аспектов эффективного функционирования оборудования на станции – это профилактические технические и ремонтные работы, осуществляемые своевременно и качественно высококвалифицированными специалистами. Так же важным фактором является КПД (коэффициент полезного действия) каждого из функционирующих котлов. Безаварийная высокоэффективная работа оборудования в котельном цеху обеспечивается несколькими факторами: автоматизированная система управления тепловыми процессами, грамотные специалисты и их умелые оперативные действия. Далее из котельного цеха (непосредственно от котлоагрегатов) пар под давлением огромных значений и высокой температурой подаётся в турбогенераторы. Именно здесь, в турбогенераторах происходит превращение кинетической энергии пара в электрическую. Электрическая энергия в свою очередь обеспечивает теплом и светом населённый пункт. Особое значение в процессе производства имеет химический цех. Основной задачей данного цеха является очистка и переработка воды, которая поступает на ВТЭЦ-2 из городского водопровода. Эта вода расходуется на технологические нужды производства. Стоит отметить, что на ВТЭЦ-2 поступает не пресная вода, а морская. Это является отличительной особенностью станции такого типа. Переработанная вода сливается в реку Обьяснения. Которая находится в городе Владивосток. Центром функционирования всей станции является главный щит управления. На него поступает вся информация о всех производственных процессах, происходящих во всех подразделениях ВТЭЦ-2. Все поступившие данные синхронизируются на данном щите. Так же на щите происходит учёт выработанной и отданной электроэнергии. Инженерами-программистами разработана программа, которая позволяет получить все необходимые данные о балансе электроэнергии и воды, разработать график нагрузок на станции, а так же графики мощности, частоты и напряжения. Заключительный цех в процессе производства электроэнергии – электрический. Именно он обеспечивает горожан электричеством и гарантирует его качество. ВТЭЦ-2 обеспечивает производственным паром, тепловой и электрической энергией промышленные предприятия. Так же вырабатываемая на ВТЭЦ-2 энергия расходуется на бытовые нужды.

Основной причиной столь острой необходимости перевода Владивостокской ТЭЦ-2 с угля на газ являются выбросы летучей золы в атмосферу при работе на угле, что неоспоримо

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

причиняет ущерб окружающей среде. Так же при работе станции на угле образуются золоотвалы, а перевод на «голубое» топливо позволит приступить к их рекультивации и исключить их повторное образование. Масштабный проект "Реконструкция Владивостокской ТЭЦ-2 с переводом оборудования на сжигание природного газа" по газификации ВТЭЦ-2 начался в феврале 2011 года. Строительно-монтажные работы стартовали в июле. Первый котлоагрегат был переведён на «голубое» топливо уже к сентябрю того же года. Для обеспечения его газом был сделан отвод от газораспределительной станции межпоселкового газопровода в рамках сооружения магистрального газопровода в целях газоснабжения объектов саммита АТЭС-2012. Всего к 2013 году было реконструировано 10 котлоагрегатов: шесть из них в 2011 году и по два в каждом последующем. До 2017 года планируется перевести на газ оставшиеся четыре котлоагрегата.

Процесс реконструкции агрегатов ВТЭЦ-2 включает в себя демонтаж пылесистем, электрофильтров и старых газоходов, т.к. это оборудование предназначено для сжигания угля, замену экранов топки и непосредственно установку газоснабжающего и воздухопроводного оборудования. Помимо непосредственно технического перевооружения самих котлов необходимы наружные сети газопроводов, включающие в себя участки, по которым газ поступает от ограждения станции до котлоагрегатов. Так же необходимым является сооружение подпорной стенки и строительство траншеи под газопровод. Параллельно с этим на ВТЭЦ-2 были проведены такие работы, как: реконструкция кровель, дымовых труб, фасадов главного корпуса и ряда других зданий, остекление главного корпуса, монтаж уличного освещения.

В целом, газификация Владивостокской ТЭЦ-2 является одним из направлений программы "Развитие города Владивостока как центра международного сотрудничества в Азиатско-тихоокеанском регионе".

Окончательный переход ВТЭЦ-2 с угля на газ позволит решить сразу несколько задач. Первая и основная из которых - сокращение выбросов пыли в атмосферу на 95%, что значительно снизит вред, наносимый окружающей среде. Вторая задача данного предприятия – повышение надёжности и эффективности работы оборудования Владивостокской ТЭЦ-2. Это произойдет за счёт того, что при переводе станции на газ использовано самое современное оборудование, например, установлена новая система автоматизированного управления технологическими процессами с выводом сигналов от котлоагрегатов на компьютеры. Она обеспечивает человеческое вмешательство в процесс производства, тем самым значительно сокращая процент возможных ошибок из-за «человеческого фактора».

Природный газ, иначе называемый «голубое» топливо – это экологически чистый и безопасный вид топлива. Его качественный состав значительно отличается от состава угля. Газ не содержит в себе золу и серу, а так же в нём значительно в меньших количествах содержится азот и углерод.

ОГРАНИЧЕНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ГРАДИЕНТНЫМИ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВСТАВКАМИ

Мокрицкий Семён Андреевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

*Научный руководитель: Шварцбург Александр Борисович, д-р физ.-мат. наук, профессор
Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: метаматериалы, градиентные диэлектрики, ограничение перенапряжений, плазмоны.

Метаматериал — композиционный материал, освоение которого началось на рубеже XX и XXI веков. Искусственная периодическая структура в составе метаматериала модифицирует его диэлектрическую и магнитную проницаемости, что позволяет управлять законами дисперсии, преломления и отражения электромагнитных волн в метаматериале. Теоретические и экспериментальные исследования и технические приложения метаматериалов охватывают широкий диапазон частот от радиоволн до диапазона видимого света.

Свойства метаматериала обусловлены не столько свойствами составляющих его элементов, сколько искусственно созданной периодической структурой из макроскопических элементов, обладающих произвольными размерами и формой. В очень грубом приближении такие макроскопические элементы можно рассматривать как искусственно внесенные в исходный материал атомы чрезвычайно больших размеров. Искусственная периодическая структура модифицирует диэлектрическую и магнитную проницаемости исходного материала. Разработчик метаматериалов имеет возможность выбора различных свободных параметров (размеры структур, форма, постоянный и переменный период решетки элементов, образующих структуру). Одно из возможных свойств метаматериалов — отрицательный коэффициент преломления, который проявляется при одновременной отрицательности диэлектрической и магнитной проницаемостей материала. Одним из важнейших свойств, обнаруженных после получения метаматериалов, стало одностороннее пропускание электромагнитной волны. Это было названо эффектом оптического диода, который заинтересовал огромное количество ученых, а так же представителей военно-промышленного комплекса.

На рисунке 1 представлена структура метаматериалов: а) сетка тонких металлических проволочек — если электрическое поле параллельно осям проволочек, то в них возбуждаются положительные дипольные моменты, б) кольцевые разомкнутые резонаторы — на частотах выше резонансной частоты эффективная магнитная проницаемость такой структуры отрицательна.

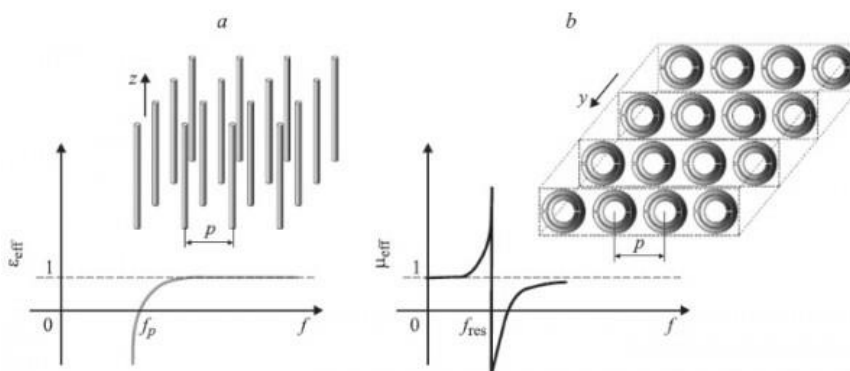


Рис.1.

Метаматериалы и метаповерхности характеризуются тем, что фундаментальная тройка векторов, а именно вектор электрического поля \vec{E} , магнитного поля \vec{H} и вектор направления распространения волны, является левоориентированной. Современная электродинамика в свою очередь приспособлена только для рассмотрения правоориентированной тройки векто-

ров. Соответственно представляет интерес не только дальнейшее изучение особенностей поведения левоориентированной тройки, но и взаимодействия на границе раздела материалов с положительным и отрицательным показателями преломления (т.е. взаимодействие лево- и правоориентированной троек векторов), так как по классической теории ориентация векторов не может быть изменена мгновенно при прохождении границы двух сред.

Говоря о метаматериалах важно упомянуть явление поверхностного плазмона, так как по мнению Дж. Пендри – одного из основателей теории материалов с отрицательным показателем преломления, именно плазмон определяет свойства этого материала. Плазмон – квазичастица, соответствующая квантованию плазменных колебаний, т.е. представляет собой коллективное колебание свободного электронного газа. Плазмон характеризуется величиной ω_p , называемой частотой плазмы. Данная величина была определена Ленгмюром и Тонком в 1929 г. и находится по формуле:

$$\omega_p = \sqrt{\frac{4\pi n_e e^2}{m}} \quad (1)$$

где: e – заряд электрона;

n_e – концентрация электронов;

m – масса электрона.

Если частота электромагнитного импульса, направленного на материал, ниже ω_p , то материал полностью отразит этот импульс (эффект экранирования). И только в случае если частота ЭМ-импульса больше ω_p этот импульс пройдет в толщину материала либо насквозь, либо полностью поглотится им. Таким образом, можно настроить метаматериал так, что он будет служить неким фильтром для определенных частот, пропуская только те, которые будут выше заданного значения. В данном ключе интересно рассмотреть использование подобных градиентных вставок в системах электроснабжения.

В электроэнергетических системах большое внимание уделяется ограничению перенапряжений, возникающих в ходе эксплуатации. Они подразделяются на атмосферные перенапряжения (грозовые), коммутационные перенапряжения, перенапряжения промышленной частоты и перенапряжения из-за электрического разряда. Современные средства ограничения перенапряжений неплохо справляются со своей задачей, но имеют одну особенность – они не способны защитить оборудование при малом времени разряда, так как их вольт-секундная характеристика является пологой и находится ниже вольт-секундной характеристики защищаемого оборудования в области малых значений времени. Из-за этого высока вероятность повреждения оборудования подстанций сверхбыстрыми перенапряжениями, на которые стандартные ограничители, такие как вентильные и трубчатые разрядники, просто не успевают среагировать в силу «пологости» своей вольт-секундной характеристики. Поэтому перспективно, с точки зрения ограничения быстрых перенапряжений, таких как грозовые (100 мкс) и коммутационные (частота от 1 до 200 кГц), использовать градиентные вставки, не ограниченные видом вольт-секундной характеристики. При использовании данных вставок совместно со стандартными разрядниками вероятность повреждения защищаемого оборудования стремится к нулю, что в последствии обеспечит увеличение срока службы оборудования и улучшит электромагнитную обстановку на защищаемых объектах, так как перенапряжения опасны не только для оборудования, на которое воздействуют напрямую, но и для цепей связи, устройств релейной защиты и автоматики своим воздействием посредством резко изменяющегося электромагнитного поля. Такое воздействие может вызывать сбои в устройствах защиты, такие как полный выход их строя устройств микропроцессорной защиты, а так же ложные срабатывания в устройствах релейной защиты. Это недопустимо из соображений сохранения целостности энергосистемы и обеспечения потребителей надежным электроснабжением.

Таким образом, применение градиентных диэлектрических вставок в современных устройствах ограничения перенапряжений совместно с уже имеющимися ограничителями перенапряжений является перспективной задачей, решение которой позволит решить множе-

ство проблем, которые на данный момент вряд ли являются решаемыми для нынешнего уровня развития данных устройств. На рисунках 2 и 3 представлены спектры пропускания и отражения для однослойной вставки соответственно.

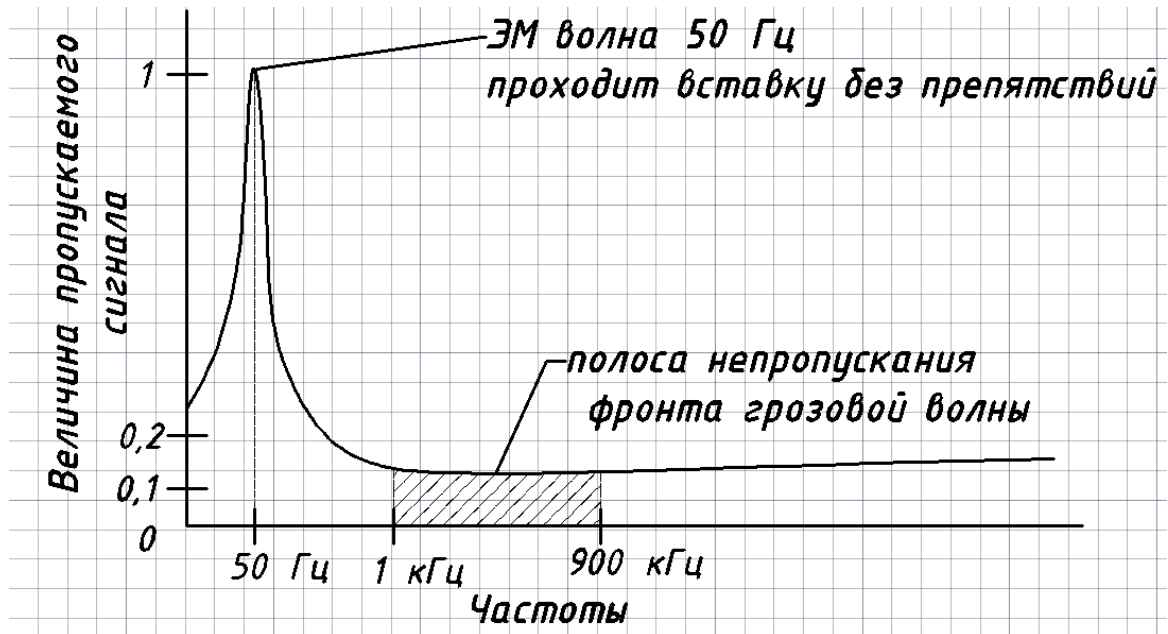


Рис. 2.

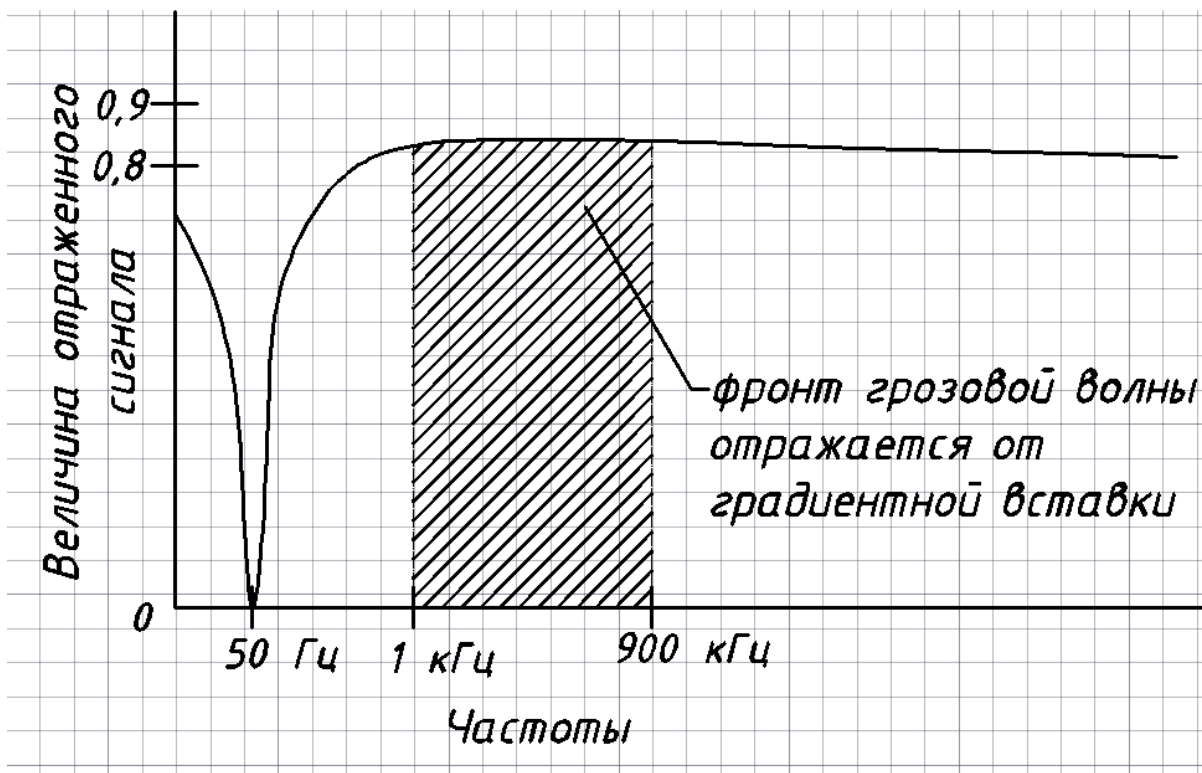


Рис. 3.

Можно создать такую градиентную вставку, что количество слоев позволит ограничить не всю полосу частот перенапряжений, а выборочно совокупность частот, так как в примере, приведенном для однослойной вставки видно, что при таком ограничении невозможно организовать ВЧ-связь между подстанциями по линии в которой находится подобная вставка из-за закрытия диапазона, который используется для этой связи (20кГц – 1000 кГц). Перекрытие этого диапазона моно увидеть на рисунках 2 и 3. Так же целесообразным представляется не

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

просто отражение волны перенапряжения, а создания для этой волны специального заземления с встроенной вставкой, которая не будет пропускать электромагнитную волну с рабочей частотой линии (50 Гц), но пропустит волну грозового перенапряжения. Таким образом, можно получить защитный аппарат, полностью исключая распространения грозových перенапряжений по проводам ЛЭП, и направляющий грозовой разряд прямиком в землю не создавая лишних помех. Данная технология позволит обезопасить полупроводниковое оборудование микропроцессорных устройств от влияния быстрых перенапряжений, что в наше время целесообразно с точки зрения их долговечности и надежности работы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ИЗОЛЯЦИИ МАСЛЯНЫХ И ЭЛЕГАЗОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Осипенко Иван Дмитриевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: масляный трансформатор, элегазовый трансформатор, диагностика, изоляция трансформаторов.

Силовые трансформаторы являются ключевыми элементами электроэнергетических сетей, поэтому крайне важно обеспечивать их надежную работу. Срок службы силовых трансформаторов главным образом определяется состоянием их изоляции, которую подразделяют на внешнюю и внутреннюю.

Внешняя изоляция силовых трансформаторов обеспечена воздушными промежутками между вводами, а также между вводами и заземленным баком. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев внутренняя изоляция выполнена маслобарьерного типа, т.е. бак трансформатора заполнен трансформаторным маслом с барьерами из электротехнического картона. Помимо выполняемых изолирующих и охлаждающих функций, трансформаторное масло является диагностической средой функционального состояния трансформатора. Это связано с тем, что в процессе эксплуатации изоляция подвергается воздействию рабочего напряжения, кратковременных грозовых и коммутационных перенапряжений, механических нагрузок, атмосферных явлений, что приводит к её старению, т.е. ухудшению диэлектрических свойств. Известными маркерами состояния трансформаторного масла являются такие его характерные показатели, как пробивное напряжение, содержание механических примесей, тангенс угла диэлектрических потерь масла, температура вспышки в закрытом тигле, кислотное число, содержание водорастворимых кислот и щелочей, влагосодержание, содержание антиокислительной присадки, газосодержание масла. Физико-химическое состояние электротехнического картона также может свидетельствовать о функциональном состоянии силовых трансформаторов. Для этого определяют такой показатель картона, как степень полимеризации или проводят ряд классических испытаний изоляции. Степень полимеризации – это количество звеньев мономеров, из которых состоит полимер. Следовательно, чем выше это число, тем прочнее полимер (в нашем случае электротехнический картон). Степень полимеризации электротехнического картона, равная двумстам, указывает на потерю диэлектрических свойств. Рассмотрим основные способы оценки состояния изоляции силовых масляных трансформаторов.

Классическим способом измерения тангенса угла диэлектрических потерь, увеличение которого свидетельствует об ухудшении изоляционных свойств диэлектрика, является использование моста Шеринга (рис. 1).

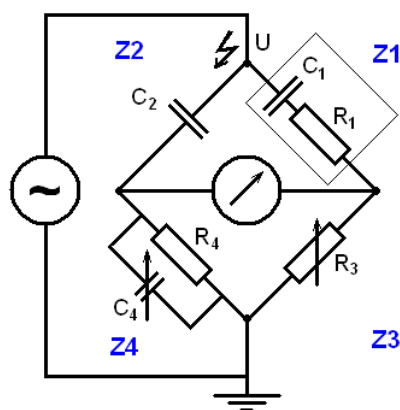


Рис. 1. Мост Шеринга.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Емкостью испытываемой изоляции является емкость C_1 . Принцип измерения аналогичен всем измерительным мостам: выполнение равенства произведений сопротивлений противоположных плеч моста (балансировка моста). Балансировка моста производится поочередными изменениями сопротивления R_3 и емкости магазина конденсаторов C_4 . При наступлении равновесия моста, которое контролируется по показаниям нуль-индикатора, выполняется указанное равенство, из которого выражается тангенс угла диэлектрических потерь или искомая емкость.

В процессе эксплуатации в силовом трансформаторе возможны местные перегревы как жидкой, так и твердой изоляции, а также электрические разряды (частичные, искровые и дуговые разряды). Эти и подобные им процессы способствуют появлению в трансформаторном масле характерных газов. Оценка состояния изоляции, основанная на выявлении предельных концентраций определенных газов, называется хроматографическим анализом газов, растворенных в масле. Так, появление водорода и ацетилена свидетельствует о дефектах электрического характера; появление этилена говорит о нагреве масла и бумажно-масляной изоляции выше $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, метана – в диапазоне температур $400\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$, этана – в диапазоне температур $300\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$; старение и увлажнение и/или твердой изоляции сопровождается выделением оксида и диоксида углерода (появление диоксида углерода однозначно свидетельствует о нагреве твердой изоляции). Разрушение электротехнического картона приводит к образованию компонентов фуранового ряда.

Тепловизионное обследование трансформаторов является достаточно сложной процедурой, связанной с необходимостью учитывать индивидуальные особенности каждого трансформатора и его систем охлаждения. Такое обследование позволяет выявить витковые замыкания, неисправности контактной системы РПН, нарушение целостности магнитопровода, дефекты в системе охлаждения, изменение внутренней циркуляции масла, обрывов шинок заземления, нагревы на аппаратных зажимах высоковольтных вводов и др. Тепловизор должен быть установлен вблизи трансформатора на оси средней фазы. Далее производится покадровая регистрация по всей поверхности трансформатора по направлению от крайней фазы «А» к крайней фазе «С» и обратно. Регистрация должна быть произведена минимум с четырех точек. После регистрации осуществляется склейка кадров и сопоставление результатов с нормативными документами трансформатора.

Изменение общего фона вибрации машин свидетельствует о нарушении ее исправности. В трансформаторах такое изменение может быть связано с изменением состояния пресовки обмоток и магнитопровода, нарушением упаковки твердой изоляции: вибрации усиливаются, уменьшается частота, появляются модулированные колебания. Сам контроль вибраций основан на анализе таких параметров вибраций, как виброускорение, виброскорость, виброперемещение. Датчик (виброанализатор) последовательно устанавливается в различных секторах периметра. По результатам обследования строятся эпюры среднеквадратичных значений виброперемещений поверхности бака.

Кроме выделения водорода и ацетилена, электрические разряды в баке трансформатора сопровождаются характерными звуками. Обнаружение таких звуков производится с помощью акустического обследования. Метод основан на локализации ультразвука от электрических разрядов. Многократно отражаясь от встречаемых препятствий, ультразвуковой сигнал превращается в спектр волн, которые преобразуются ультразвуковым датчиком в электрический сигнал. Сложность акустического обследования трансформатора заключается в том, что разряд может находиться в глубине и улавливаться датчиком в крайне затухающем виде. Различные компании разрабатывают свои способы акустического обследования. Так, НПО «ТехноСервис-Электро» использует три прибора, взаимодополняющих друг друга: цифровые осциллографы, ультразвуковой зонд (принципы гетеродинирования), звуковой модератор.

Также необходимо отметить международный опыт оптимизации средств диагностики: американские анализаторы Kelman, которые фиксируют звуковые сигналы, появляющиеся

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

при поглощении указанными газами инфракрасных излучений с длинами волн, характерных для каждого газа в отдельности, и др.

Козловым В.К. и Сабитовым А.Х. предложены способы оценки состояния бумажной изоляции трансформатора по установленной корреляции между степенью полимеризации электротехнического картона и координатами цветности x , y , z , а также спектрами отражения на длинах волн 650–655 нм. Такие способы позволяют избежать трудоемкого химического определения степени полимеризации.

Новым веянием в области изоляции электрооборудования стало применение шестифтористой серы – элегаза. Элегаз – газ без цвета и запаха, в пять раз тяжелее воздуха, не токсичен, не поддерживает горения, невзрывоопасен, не образует взрывоопасных смесей, является химически инертным соединением, физиологически безвреден, кумулятивными свойствами не обладает.

Элегазовая изоляция нашла свое применение и в силовых трансформаторах (рис.2). Самые мощные элегазовые трансформаторы производятся японской компанией Toshiba, южнокорейские компании производят элегазовые трансформаторы меньшей мощности.



Рис.2. Элегазовый силовой трансформатор.

Элегазовые силовые трансформаторы обладают рядом преимуществ по сравнению с силовыми масляными трансформаторами. Негорючесть элегаза является кардинальным решением проблемы пожаробезопасности, а также исключает возникновение активации химических реакций, ухудшающих свойства изоляции. Кроме этого, не обладая кумулятивными свойствами, элегаз не накапливает имеющиеся дефекты, которые в дальнейшем приводят к потере изоляцией диэлектрических свойств, как это происходит в трансформаторном масле. В элегазовых трансформаторах вместо электротехнического картона используется арамидная бумага или воздухонепроницаемая пластиковая пленка. Эти материалы обладают большей электрической прочностью и более высокими допустимыми температурами. Элегаз имеет меньшую напряженность в столбе дуги и обладает свойством сжимаемости, поэтому при возникновении электрической дуги внутреннее давление повышается гораздо меньше, чем в масляном, что обеспечивает исключение нарушения герметичности бака. Элегаз обладает лучшими звукоизолирующими свойствами, чем трансформаторное масло. Конструкция силовых элегазовых трансформаторов такова, что исключает попадание в трансформатор посторонних веществ, влияющих на функциональное состояние трансформатора. Размещение таких трансформаторов более компактно из-за отсутствия расширительного бака, а охладители могут быть установлены отдельно от его корпуса. Поскольку элегаз инертен, исключается окисление металлических частей трансформатора.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Главным недостатком элегаза является его переход в жидкое состояние при высоких температурах и давлении, поэтому необходимо использовать мощные газодувки и подаваемый сверху на магнитопровод и обмотки перфтористый углерод. Кроме этого, существуют сложные зоны изоляции, которые необходимо устранять. Стоимость элегазовых трансформаторов намного больше масляных.

Поскольку в силовых элегазовых трансформаторах отсутствуют многие процессы старения изоляции, характерные для масляных трансформаторов, их диагностика и обслуживание, если не учитывать типовое техническое обслуживание, намного проще и дешевле и сводится к контролю значения давления внутри бака: при 20 °С от 0,12 до 0,4 МПа. Типовое техническое обслуживание включает в себя газовый анализ раз в 2 года, добавку смазки подшипника газодувки раз в 3 года, проверку подшипника газодувки раз в 10 лет, проверку газодувки теплообменника раз в 15 лет, проверку индикаторных и предохранительных устройств раз в 10 лет, проверку датчика газового давления теплообменника раз в 5 лет, проверку втулки теплообменника раз в 30 лет, осмотр переключателя выходных обмоток трансформатора под нагрузкой раз в 5 лет, замену охладителя, замену уплотнительного кольца, текущее устранение незначительных утечек в случаях неисправности.

Таким образом, сравнивая средства диагностики изоляции масляных и элегазовых трансформаторов, можно сделать вывод, что силовые элегазовые трансформаторы проще в обслуживании и диагностике, чем масляные, однако нуждаются в более мощных охлаждающих установках и тщательном контроле давления. Кроме этого, опыт эксплуатации силовых элегазовых трансформаторов достаточно мал, чтобы обеспечить полноценную теоретическую базу их диагностики, поэтому требуется время для наработки такого опыта и создания методов решения как имеющихся проблем (например, проблемы сложных зон изоляции), так и проблем, которые могут возникнуть в условиях более широкой эксплуатации.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА АВАРИЙНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Павлюк Павел Евгеньевич

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: геомагнитные бури, гелиомагнитная активность, техносфера, геомагнитноиндуцированные токи, ионосфера, электроджет.

Сначала хотелось бы пояснить что такое геомагнитные бури. Геомагнитные бури – возмущение магнитного поля Земли длительностью от нескольких часов до нескольких суток, вызванное поступлением в окрестности Земли возмущенных высокоскоростных потоков солнечного ветра и связанной с ними ударной волны. Геомагнитные бури происходят в основном в средних и низких широтах Земли. В результате вспышек на Солнце в космическое пространство выбрасывается огромное количество вещества (в основном протонов и электронов), часть которого, двигаясь со скоростью 400–1000 км/с, за один – два дня достигает земной атмосферы. Магнитное поле Земли захватывает из космического пространства заряженные частицы. Слишком сильный поток частиц возмущает магнитное поле планеты, из-за чего быстро и сильно изменяются характеристики магнитного поля. Таким образом, геомагнитная буря – это быстрые и сильные изменения в магнитном поле Земли, возникающие в периоды повышенной солнечной активности.

Гелиогеомагнитная активность – это суммарная солнечная и магнитная активность. Она воздействует практически на все объекты техносферы: электрические сети, трубопроводы нефтегазового комплекса и водоводы, системы теле-, радио и спутниковой связи, и космического позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Максимальной величины эта опасность достигает в северных широтах — в авроральной зоне, однако ущерб от нее может быть столь велик, что ею занимаются и более южные страны, в частности Китай и Япония.

В статье показано, что основной причиной аварийности в дни геомагнитных возмущений на линиях электропередач и связи являются геомагнитноиндуцированные токи, генерируемые в проводящих материалах во время магнитных бурь переменными магнитными полями. Как известно, вселенная с течением времени изменяется. Меняются и устоявшиеся, вызываемые вариабельностью активности Солнца природные циклы атмосферных и биосферных процессов, которые ответственны за погодно-климатические и биологические условия жизни человечества. Современная высокоразвитая техно сфера оказалась уже способной влиять, например, излучением мощных радиостанций, на ближнее околоземное космическое пространство — ионосферу и радиационные пояса Земли. Такое влияние может осуществляться как непосредственно, так и по механизмам обратной связи, при этом многофакторность, многоканальность, многокомпонентность отрицательных воздействий на технические системы непрерывно возрастает вместе с увеличением масштаба этих систем и их усложнением. Вклад Солнца в земные явления и процессы — предмет изучения в физике солнечно-земных связей. Главная проблема солнечно-земных связей до последнего времени — определение физических механизмов непосредственного воздействия факторов солнечной активности на различные земные объекты, включая техно сферу. Дело в том, что основные последствия вспышечной деятельности Солнца вызваны двумя эффектами: всплесками электромагнитного излучения в периоды солнечных вспышек и явлениями, которые связаны с последующим возникновением геомагнитных бурь. Во время вспышек наблюдается резкое усиление потоков ионизирующего — жесткого (крайнего) ультрафиолетового и особенно мягкого рентгеновского излучения Солнца, а в периоды геомагнитных бурь возникают корпускулярные высыпания (в основном электронов, а также протонов) из радиационных поясов Земли.

Ионизирующее излучение и корпускулярные потоки солнечного и геомагнитосферного происхождения полностью поглощаются в ионосфере, не доходя до земной поверхности не-

сколько десятков километров. И поэтому всегда стоял вопрос, каким образом основные факторы солнечно-геомагнитной активности могут влиять на атмосферные и биосферные явления, а также на техносферу. Нами при решении этой проблемы для пояснения солнечно-погодно-климатических и биосферных связей предложено использовать соответственно триггерные и резонансные физические механизмы. Воздействие космоса непосредственно на техносферу обусловлено генерацией во время магнитных бурь особых геомагнитноиндуцированных токов — ГИТов, индуцированных по закону Фарадея переменными магнитными полями в проводящих системах, в том числе в стальных трубопроводах, линиях электропередач и связи.

Эти токи слабо изменяются во времени (их называют квазистационарными). Установлено, что наибольшую опасность они представляют для трансформаторов, понижающих напряжение при переходе от линий электропередачи к потребителям. Их рабочая частота — частота сети переменного тока (50–60 Гц), т. е. сильно превышает частоты паразитного воздействия ГИТов (типичные значения для периодов таких токов согласно составляют от 0,01 до 1 ч). Любые магнитные поля создаются электрическими токами, которые можно называть первичными, а ГИТ имеет смысл называть вторичными токами, поскольку они возникают, когда первичные токи являются переменными. Первичные переменные электрические токи, индуцирующие ГИТ, существуют в следующих областях: в магнитосфере — кольцевые токи, ответственные за главную фазу магнитной бури, и токи в хвостовой части магнитосферы; в ионосфере — наиболее интенсивные в авроральной зоне, а также экваториальный электроджет; между ионосферой и магнитосферой — продольные токи, текущие по геомагнитным силовым линиям; в земной коре — «теллурические токи»; — токи, связанные с грозовой активностью, тайфунами и землетрясениями; часть этих токов течет в ионосфере. Высыпания энергичных заряженных частиц из магнитосферы и радиационных поясов могут составлять часть продольных токов, но основной вклад высыпаний в ГИТ осуществляется по следующей схеме. Высыпающиеся в ионосферу частицы килоэлектронвольтных энергий создают дополнительную ионизацию на высотах 90–120 км от земли и увеличивают проводимость в областях высыпаний, что по закону Ома ведет к усилению горизонтальных ионосферных токов и создаваемых ими магнитных полей. Изменения этих полей во времени по закону Фарадея индуцируют ГИТ в трубопроводах и электросистемах. Следует полагать, что вклад в ГИТы высыпаний электронов из радиационных поясов является наибольшим по сравнению с другими источниками магнитосферно-ионосферно-литосферной природы. Итак, воздействие корпускул, выпадающих из радиационных поясов и из геомагнитосферы во время мощных геомагнитных бурь, создает в ионосфере добавочные токовые системы, которые через электрические поля генерируют ГИТы земной поверхности. Величина ГИТ больше в меридионально расположенных трубопроводах и линиях электропередач, поскольку в этом случае вариации магнитных полей на концах — наибольшие, а значит максимальных значений достигает и электродвижущая сила, вызывающая такие токи. Эти токи постоянно рассматриваются как угроза работоспособности больших энергосистем, включая ускорение коррозии магистральных трубопроводов.

Примеров воздействия геомагнитноиндуцированных токов на объекты техносферы можно привести множество, но в первую очередь заслуживают внимания воздействия геомагнитных бурь на электрические сети. На подстанциях линий электропередач, обеспечивающих объекты народного хозяйства электроэнергией, геомагнитноиндуцированные токи текут в земле через трансформаторные обмотки и по заземлению, т. е. там, где никаких защитных релейных устройств нет (не предусмотрены проектными решениями), и в этом состоит опасность. В энергетических системах эти токи приводят к таким опасным эффектам: насыщению трансформаторов, их перегреву и разрушению; генерации паразитных гармоник переменного тока; нарушению работы стандартных защитных реле и, как следствие, отключению линий электропередач; колебания активной и реактивной мощности в энергосистеме и, как следствие, к ложной работе или несрабатыванию автоматики и релейной защиты, массовым нарушениям электро-снабжения в узлах нагрузок.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Первые зафиксированные воздействия магнитных бурь относятся к XIX веку. Так, во время сильнейшей бури в августе-сентябре 1859 года перестали работать телеграфные системы в Европе и Северной Америке. Перечислим наиболее обсуждаемые в научной литературе геомагнитные бури, вызвавшие поврежденные электросети:

буря в феврале 1958 года привела к тому, что временно прекратилась подача электроэнергии в город Торонто (Канада) из-за выхода из строя реле на трансформаторной подстанции Онтарио. В результате ГИТ-ов, связанных с бурей в августе 1972 года, полностью вышел из строя силовой трансформатор на 220 кВ. в энергосистеме провинции Британская Колумбия (Канада).

2 августа 1972 года в результате аварии на трансформаторе, расположенном в Британской Колумбии, было нарушено гидро и энергоснабжение;

13 апреля 1981 пришлось заменять трансформатор в Сент-Джеймс-Бей, Канада, поврежденный во время очередной геомагнитной бури;

30 октября 2003 в энергосистемах на юге Швеции в Мальме на 20–50 минут отключалась электроэнергия из-за сильной геомагнитной бури. Эта же буря нанесла значительный ущерб трансформаторам в Южной Африке — более 15 трансформаторов были повреждены;

во время геомагнитной бури 25 марта 1940 года стационарные телефоны, рассчитанные на напряжение 48 В, были испорчены в результате скачков напряжения в 600 В, на нескольких электрических подстанциях северо-востока США вышли из строя силовые трансформаторы и частично прекратилась подача электроэнергии в штатах Новая Англия, Нью-Йорк, Миннесота и Пенсильвания. На подводном телефонном кабеле между Ньюфаундлендом и Шотландией было зарегистрировано повышение напряжения до 2600 вольт;

Но, если еще во время сильных магнитных бурь в 1958 и 1972 годах из-за появления ГИТ возникли серьезные нарушения в работе трансатлантического телекоммуникационного кабеля, то в марте 1989 года уже действовал новый оптико-волоконный кабель, поэтому нарушений в передаче информации не было. Однако наблюдались три сильных скачка напряжения (в 300, 450 и 700 В) в системе энергообеспечения этого кабеля, которые по времени совпадали с сильными изменениями магнитного поля 13 и 14 марта. Хотя такие скачки и не вызвали выхода системы из строя, они были достаточно велики, чтобы представлять собой серьезную угрозу ее нормальному функционированию.

В числе наиболее важных параметров влияния самой геомагнитной бури — импульсные характеристики магнитного поля Земли — dH/dt , что вытекает из закона электромагнитной индукции Фарадея. Существенные воздействия на электрические сети могут наблюдаться при относительно низких значениях интенсивности; так Квебекская авария 13–14 марта 1989 года произошла при пиковой интенсивности dH/dt порядка 500 нТ/мин. Исторический анализ данных показывает, что после 1972 года по крайней мере в трех случаях наблюдались всплески более 2000 нТ/мин, а уровень в 5000 нТ/мин, возможно, был достигнут во время бури в мае 1921 года, что в 10 раз выше наблюдавшегося в 1989 году. Произошло событие 1921 года сейчас, оно могло бы оставить без электричества почти все США. С учетом уменьшения за это время напряженности полной величины магнитного поля Земли эффект можно ожидать более значительным, а время его воздействия — раньше запланированного. Что касается 24-го одиннадцатилетнего цикла солнечной активности, идущего сейчас к максимуму, то предположительно он не будет самым мощным, но может достигнуть уровня цикла, вызвавшего экстремальную бурю 1859 года.

С ноября 2003 года для изучения влияния геомагнитных возмущений на энергетические системы Кольского полуострова Центром физико-технических проблем энергетики Севера совместно с Полярным геофизическим институтом Кольского научного центра РАН реализуется программа мониторинга ГИТ в сетях «Колэнерго». Создана система цифровой регистрации ГИТ посредством непрерывного измерения постоянного тока в глухозаземленной нейтрали силовых автотрансформаторов на подстанциях энергосистемы класса 110–330 кВ. Контроль за развитием магнитосферных возмущений осуществляется по данным сети наземных магнитовариационных станций ПГИ и скандинавских стран. По результатам этого мони-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

торинга величины геоиндуцированных токов в электрических сетях 330 кВ для таких широт лежат в интервале 2–7 А, а их редкие кратковременные всплески могут достигать 15–25 А.

Анализ данных в дни с экстремально мощными геомагнитными бурями, в благоприятные в геомагнитном аспекте дни и в дни с умеренными и средней силы геомагнитными бурями показал, что число серьезных аварий, обрывов в системах электроснабжения и скачков напряжения в высоковольтных воздушных линиях электропередач значительно увеличилось преимущественно в дни очень сильных магнитных бурь, когда геомагнитное поле показало резкие флуктуации. По сравнению с относительно спокойными днями с «обычными» техническими проблемами было зарегистрировано значительное увеличение числа аварий такого типа, как срабатывание дифференциальной (фазовой) защиты, авария в защитном заземлении и т. д. Осциллограммы в моменты аварий ясно показывают возросшее число гармонических колебаний тока и напряжения, которые ощутимо меняют волновую форму сигнала в насыщенных трансформаторах. Исследование показало, что те трансформаторы, которые расположены на углах (в точках поворота) системы электропередач, в большей степени подвержены негативному влиянию геомагнитных бурь. В местах с плохой проводимостью грунта системы электропередач больше подвержены риску повреждения из-за ГИТ (токи, встречая сопротивление грунта с низкой проводимостью, предпочитают проводники с минимальным сопротивлением, оказавшимся поблизости, протекая как раз по самим трансформаторам и линиям электропередач через их точки заземления).

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение
**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ
ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ**

Пальваль Алексей Анатольевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, электромагнитная обстановка, заземляющее устройство, заземление, электрическая подстанция, помехи.

Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) систем заземления на высоковольтных подстанциях является одной из важных проблем в электроэнергетике, так как нарушение требований ЭМС оборудования приводят к аварийным ситуациям, на устранение которых тратятся огромные ресурсы, как финансовые, так и человеческие. Следствием подобных внештатных ситуаций могут быть финансовые потери из-за простоя производства и угрозы, связанные с нарушением работы сферы жизнеобеспечения. Правильно рассчитанное и организованное заземляющее устройство с соблюдением требований к молниезащите необходимо, чтобы избежать повреждения оборудования и обеспечить значения показателей электромагнитной совместимости ниже требуемых величин.

Электрическое оборудование распределительных подстанций в нормальном режиме работы находится в исправном техническом состоянии и не представляет опасности для человека. Металлические части корпуса изолированы от токоведущих частей оборудования. Но в случае возникновения аварийной ситуации в электрической сети, которая сопровождается повреждением изоляции оборудования или замыканием одной из фаз сети на землю, человек при контакте с оборудованием или нахождением в непосредственной близости с ним будет подвержен удару электрическим током. Для предотвращения поражения персонала, обслуживающего электроустановки, электрическим током, металлические части корпусов оборудования, а также металлические элементы, находящиеся в непосредственной близости к оборудованию, подлежат заземлению.

На подстанции необходимы три вида заземлений: защитное, рабочее, молниезащитное. Защитное заземление - заземление, выполняемое в целях электробезопасности персонала при обслуживании электроустановки. К нему относятся заземления металлических нетоковедущих частей установки, нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции. Защитное заземление зачастую является источником перенапряжений и кондуктивных помех в слаботочных системах автоматического управления, измерительного, информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования, что побуждает к поиску эффективных способов защиты подобного оборудования от различного рода помех и перенапряжений. Функциональное (рабочее) заземление используется для нормального функционирования электроустановки или оборудования, т.е. для их работы в обычном режиме, не в целях электробезопасности, поэтому его использование в качестве единственной системы заземления категорически запрещается. Молниезащитное заземление необходимо для обеспечения эффективной защиты электроустановок от грозовых перенапряжений.

Проблеме ЭМС в электроэнергетике в последнее время уделяется повышенное внимание. И это связано прежде всего со следующими обстоятельствами:

1. Некорректными проектными решениями, связанными с требованиями ЭМС для различных энергообъектов.
2. Изменения проектных решений, возникающие при реализации проекта, при последующих реконструкциях энергообъекта связанные с дополнительными объемами проектирования (например прокладка дополнительных силовых кабелей по существующим трассам).
3. Несоблюдения технологии производства строительных и монтажных работ, ведущие к возникновению серьезных дефектов при монтаже заземляющих устройств (ЗУ).

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

4. Неудовлетворительное состояние защитных устройств (коррозия в местах контактов приводит к ухудшению электромагнитной обстановке).

5. Повреждение ЗУ энергообъекта при выполнении земляных работ при реконструкции.

Перед размещением электронной аппаратуры и оборудования, предназначенного для защиты систем РЗА, связи, диспетчеризации, требуется обязательная проверка электромагнитной обстановки на всех энергообъектах, которые входят в состав электрической подстанции. Регулярный контроль ЭМО позволяет своевременно выявлять потенциальные опасности, исходящие от эксплуатирующихся систем заземления и молниезащиты.

Согласно сложившейся методике, оценка ЭМО содержит следующие мероприятия:

1. Оценка состояния систем заземления и молниезащиты.

2. Определение трасс растекания импульсных токов при КЗ и попадании молниевых разрядов.

3. Оценка качества напряжения в сети питания.

4. Долговременный мониторинг электромагнитных помех в слаботочных цепях.

5. Измерение уровней электромагнитных помех при переключениях в информационных слаботочных цепях и цепях питания.

6. Оценка уровней электромагнитных полей промышленной частоты и радиочастотного диапазона.

Кроме стандартной процедуры проверки заземляющих устройств на предмет сопротивления растеканию тока импульсного перенапряжения, практически всегда возникает необходимость контроля состояния электрических связей между конструктивными элементами разветвленных заземляющих устройств. Для этого используется следующая методика: на заземляющем контуре энергообъекта выбирается расчётная точка, относительно которой проверяется связь остальных точек при помощи создания токовой петли.

Потенциал каждой проверяемой точки измеряется относительно удаленной земли. Параметр на выходе – сопротивление заземляющего устройства относительно расчётной точки. Определяется как частное от деления измеренного потенциала на ток прогрузки. Если сопротивление менее 0,1 Ом, значит между проверяемыми конструктивными элементами ЗУ имеется надёжная связь. При величинах свыше 0,1 Ом возможны дефекты заземляющего устройства: отсутствие необходимых связей или их недостаточное число, небольшое значение эффективного сечения проводника заземляющего устройства (коррозия или конструктивные просчёты).

В случае выявления участков ЗУ с сопротивлением более 0,1 Ом необходимы мероприятия по модернизации заземляющего устройства. Для выполнения точных измерений применяется специальная аппаратура, отличающаяся высокой избирательностью в измеряемом диапазоне и устойчивостью к воздействию помех при сложной электромагнитной обстановке. Поиск и проверка коммуникаций заземляющих устройств при помощи универсальных трассоискателей – вполне допустимые операции при проведении ремонтных и восстановительных работ. Между тем следует учитывать то обстоятельство, что подобная аппаратура позволяет получить только приближённое представление о реальном расположении металлических связей в пределах элементов контура заземляющего устройства, но не даёт качественную оценку.

Виды очевидных нарушений.

Анализ литературы по электромагнитной совместимости технических средств (ЭМС ТС) и опыт авторов позволяют выделить нарушения, выявление которых возможно даже без специальных исследований:

1. Неправильное конструктивное исполнение заземлителей оборудования и сооружений, например молниеотводов, стоек с ограничителями перенапряжений (ОПН), трансформаторов и т. п.

В соответствии с требованиями методических указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства, заземлители установленных

на порталах молниеотводов должны выполняться в виде трёх расходящихся от каждого портала лучей, на концах которых через 3–5 м. должны быть установлены вертикальные заземлители.

Неправильное конструктивное исполнение заземлителей молниеотводов может привести к следующим негативным последствиям:

- неконтролируемым путям растекания тока и, как следствие, к непредвиденным воздействиям, среди которых может быть повреждение токоотводов и заземлителей от термического или электродинамического воздействия тока;
- повышению зоны искрообразования в грунте или пробую грунта по поверхности, что может привести к повреждению изоляции проходящих вблизи кабелей вторичных цепей;
- высокому подъёму потенциала на заземлителе молниеотвода и неравномерному распределению потенциала по объекту, что может быть причиной повреждения кабелей вторичных цепей и подключённого к ним оборудования;
- большим величинам токов, протекающих по экранам кабелей;
- повышению напряжений шага и прикосновения.

2. Неправильное устройство заземления оборудования, например, последовательные соединения;

Неправильное заземление силового оборудования может при авариях привести к появлению высоких значений потенциала, что опасно как для самого оборудования, так и для обслуживающего персонала ввиду повышения напряжений шага и прикосновения.

3. Отсутствие связи заземляемого оборудования с заземлителями;

4. Коррозионный износ заземлителей;

Стальные элементы, находящиеся в земле, подвергаются коррозии, под действием которой они разрушаются. Коррозия приводит к уменьшению эффективного радиуса заземлителя, что может стать причиной его механического либо термического повреждения.

5. Малая глубина залегания заземлителей;

Исходя из требований для эффективной работы заземлителей глубина их прокладки должна составлять 0,5–0,7 м. При меньшем заглублении ток с заземлителей будет растекаться в малом массиве земли, что снизит эффективность их работы. Если заземлители проложены слишком глубоко — может происходить неравномерное распределение потенциала по объекту, что приведёт к увеличению напряжений шага и прикосновения.

6. Несоблюдение допустимых расстояний между источником и приёмником помех, в частности:

- от заземлителей молниеотводов, ОПН, разрядников до кабелей вторичных цепей;
- от токоотводов молниеотводов до мест установки ЭТС;
- от реакторов до мест установки ЭТС;
- от высоковольтных шин до мест установки ЭТС;

7. Отсутствие экранов у кабелей вторичных цепей, а при их наличии — несоответствие требованиям мест и качества их заземления.

Вывод.

Вопрос об электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики и электрических подстанциях, в частности, является достаточно сложным. Он охватывает проблемы разнообразных электромагнитных явлений, путей распространения кондуктивных и полевых помех, электромагнитной устойчивости различных технических средств и т. д. Многочисленные инциденты, связанные с несоблюдением ЭМС на электрических станциях, свидетельствуют об актуальности этой проблемы.

Обеспечение электромагнитной совместимости технических средств на высоковольтных электрических подстанциях является необходимым условием для гарантии их надёжной работы. Основа в этом процессе — правильное проектирование и строительство объекта. В энергосистеме России большинство подстанций спроектировано по старым нормам без учёта требований ЭМС ТС, в связи с чем, я считаю, необходима модернизация таких объектов с целью обеспечения ЭМС систем заземления. Часть из рассматриваемых в данной статье про-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

блем требует проведения специальных измерений, моделирования, расчётов (например исследования распределения потенциалов и токов по ЗУ при ударах молнии и коротких замыканиях на землю). Другая часть — это вполне очевидные несоответствия, выявить которые можно без специальных исследований.

СЕРТИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ОБЛАСТИ ЭМС

Пинчук Владимир Александрович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Иванов Константин Михайлович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, сертификация.

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров.

Объектами сертификации могут быть: продукция, работы (услуги), системы менеджмента, персонал.

Различают обязательную и добровольную сертификацию.

Объектом обязательной сертификации может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации. Перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, регламентирован постановлением правительства «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии».

Некоторые объекты обязательной сертификации:

1. Электрическая энергия в электрических сетях общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц.
2. Аппаратура высоковольтная электрическая.
3. Комплектные трансформаторные подстанции.
4. Реле управления и защиты.

Согласно федеральному закону «О техническом регулировании», технические регламенты устанавливают минимально необходимые требования к продукции с учетом степени риска причинения вреда.

Россия является членом Таможенного Союза Евразийского экономического союза. После создания Таможенного Союза была разработана система единого технического регулирования, целью которой являлось создание правил подтверждения соответствия продукции единым нормам безопасности. Таким образом, было принято решение о создании единых стандартов качества.

В 2011 году принят технический регламент Таможенного Союза «Электромагнитная совместимость технических средств». Этот документ регулирует электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования.

Техническое средство должно быть разработано и изготовлено таким образом, чтобы при применении его по назначению и выполнении требований к монтажу, эксплуатации (использованию), хранению, перевозке (транспортированию) и техническому обслуживанию:

- электромагнитные помехи, создаваемые техническим средством, не превышали уровня, обеспечивающего функционирование средств связи и других технических средств в соответствии с их назначением;
- техническое средство имело уровень устойчивости к электромагнитным помехам (помехоустойчивости), обеспечивающий его функционирование в электромагнитной обстановке, для применения в которой оно предназначено.

Некоторые технические средства пассивны в отношении электромагнитной совместимости. На них не распространяется технический регламент Таможенного Союза «Электромагнитная совместимость технических средств». К ним относятся:

1. Провода, шнуры, кабели и кабельные сборки.
2. Технические средства, содержащие только резистивную нагрузку без активных электронных цепей.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

3. Защитное оборудование, создающее переходные электромагнитные помехи малой длительности (много менее 1с) в результате срабатывания при коротком замыкании или ненормальной ситуации в электрической цепи, не содержащее предохранителей (устройств аварийного отключения) с активными электронными частями.

4. Высоковольтное оборудование, в котором возможные источники электромагнитных помех обусловлены только локализованными дефектами изоляции (например, высоковольтные индукторы, высоковольтные трансформаторы), при условии, что указанное оборудование не содержит активных электронных частей.

5. Конденсаторы, например, конденсаторы для коррекции коэффициента мощности.

6. Индукционные электродвигатели.

7. Лампы накаливания.

8. Пассивные антенны для приема радио- и телевидения.

Напомним, что к активным электронным компонентам относятся различные виды полупроводниковых деталей и электронных ламп, то есть элементы с нелинейной вольт-амперной характеристикой.

Виды электромагнитных помех, создаваемых техническим средством или воздействующих на техническое средство, на которое распространяется технический регламент Таможенного Союза «Электромагнитная совместимость технических средств»:

1. Низкочастотные кондуктивные электромагнитные помехи:

- установившиеся отклонения напряжения электропитания;
- искажения синусоидальности напряжения электропитания;
- несимметрия напряжений в трехфазных системах электроснабжения;
- колебания напряжения электропитания;
- провалы, прерывания и выбросы напряжения электропитания;
- отклонения частоты в системах электроснабжения;
- напряжения сигналов, передаваемых в системах электроснабжения;
- постоянные составляющие в сетях электропитания переменного тока;
- наведенные низкочастотные напряжения.

2. Низкочастотные излучаемые электромагнитные помехи:

- магнитные поля;
- электрические поля.

3. Высокочастотные кондуктивные электромагнитные помехи, включая промышленные радиопомехи:

- напряжения или токи, представляющие собой непрерывные колебания;
- напряжения или токи, представляющие собой переходные процессы (апериодические и колебательные).

4. Высокочастотные излучаемые электромагнитные помехи, включая промышленные радиопомехи:

- магнитные поля;
- электрические поля;
- электромагнитные поля, в том числе вызываемые непрерывными колебаниями и переходными процессами.

5. Электростатические разряды.

К техническим средствам, подлежащим подтверждению соответствия ТР ТС «Электромагнитная совместимость технических средств» в форме сертификации относятся:

1. Электрические аппараты и приборы бытового назначения:

2. Персональные электронные вычислительные машины (персональные компьютеры).

3. Технические средства, подключаемые к персональным электронным вычислительным машинам.

4. Инструмент электрифицированный (машины ручные и переносные электрические).

5. Инструменты электромusикальные.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Правила и методы испытаний и измерений, правила отбора образцов и осуществления оценки соответствия продукции содержатся в стандартах. Решением Комиссии Таможенного Союза утвержден перечень стандартов, в результате применения которых обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного Союза «Электромагнитная совместимость технических средств»

В перечень входят национальные стандарты стран – участниц Таможенного союза (ГОСТ, СТ РК, СТБ). Многие из них гармонизированы с международными и европейскими стандартами:

МЭК (IEC) – Международная электротехническая комиссия;

СИСПР (CISPR) – Международный специальный комитет по радиопомехам;

ETSI – Европейский институт телекоммуникационных стандартов;

ИСО (ISO) – Международная организация по стандартизации.

Общеизвестно, что гармонизация стандарта — это приведение его содержания в соответствие с другим стандартом для обеспечения взаимозаменяемости продукции (услуг), взаимного понимания результатов испытаний и информации, содержащейся в стандартах.

Для выпуска в обращение на рынке техническое средство должно пройти подтверждение соответствия требованиям по электромагнитной совместимости.

В области ЭМС применяются три типовые схемы сертификации:

1. для серийно выпускаемой продукции схема 1с;
2. для партии технических средств схема 3с;
3. для единичного изделия схема 4с.

Рассмотрим порядок процедуры сертификации.

Изготовитель или импортер предоставляет органу по сертификации комплект документов на техническое средство:

- технические условия (при наличии);
- эксплуатационные документы;
- перечень стандартов, требованиям которых должно соответствовать данное техническое средство;
- договор на поставку или товаросопроводительную документацию (для партии технических средств, либо единичного изделия).

Орган по сертификации продукции анализирует техническую документацию, производит отбор образцов продукции у заявителя для проведения испытаний.

Испытания образцов проводятся аккредитованной испытательной лабораторией по поручению органа по сертификации продукции, которому предоставляется протокол испытаний.

Для серийной продукции проводится анализ состояния производства.

При положительных результатах испытаний и анализа состояния производства Орган по сертификации продукции оформляет сертификат соответствия и выдает его заявителю.

В Единый реестр выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии вносится соответствующая запись.

При внесении изменений в конструкцию продукции или технологию ее производства, которые могут повлиять на соответствие продукции требованиям, установленным в технических регламентах, заявитель письменно заранее извещает об этом Орган по сертификации продукции, который принимает решение о необходимости проведения новых испытаний или анализа состояния производства продукции.

Заметим, что во Владивостоке существуют два действующих органа по сертификации в области электромагнитной совместимости, это "Дальневосточный центр сертификации" и "Приморский центр сертификации". Однако нет лабораторий, осуществляющих оценку соответствия продукции требованиям ТР ТС «Электромагнитная совместимость технических средств».

К ВОПРОСУ О ДИАГНОСТИКЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Пономарёв Дмитрий Андреевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, доцент*

Ключевые слова: хроматографический анализ, спектральный анализ, диагностика электрооборудования.

Разработка способов получения и обработки информации о техническом состоянии электрооборудования является важной частью работ по созданию систем контроля и технического диагностирования высоковольтных аппаратов и оборудования. Кроме того получаемая информация должна быть как можно более точной и полной для наиболее объективной оценки состояния оборудования. Экономический эффект от совершенствования данных технологий заключается в замещении методов диагностики, предполагающих вывод оборудования из работы, на онлайн диагностику под рабочим напряжением. Применение подобных систем увеличивает срок службы высоковольтного электрооборудования, позволяет выявлять дефекты на ранних стадиях их развития, а следовательно, способствует обеспечению энергетической безопасности.

Вопросы контроля технического состояния для России стоят особенно остро, так как от 20 до 50% оборудования отработало срок, превышающий нормативный. При этом замена устаревшего морально и физически оборудования выполняется недостаточно быстрыми темпами, которые отстают от темпов его износа.

подавляющее большинство эксплуатируемых на данный момент систем контроля электрооборудования имеют в составе методы испытаний под рабочим напряжением, использующие внешние проявления физических процессов, протекающих при его работе. К ним относятся методы тепловизионного, акустического, оптического, химического, электромагнитного контроля. Параметры, контролируемые этими методами, позволяют выявлять дефекты или подтвердить их наличие по результатам других испытаний.

В данной статье рассматриваются два вида контроля электрооборудования на примере силового трансформатора: химический анализ масла с целью определения концентрации растворённых газов и скорости её нарастания и электромагнитный контроль, заключающийся в анализе спектра поля силового трансформатора.

В основу электромагнитного контроля заложены принципы шумовой диагностики электротехнического оборудования. Шум обусловлен и механизмом протекания электрического тока, а также хаотическими изменениями различных неэлектрических параметров, за которыми следуют такие последствия как электрические пробой, частичные и ползущие разряды, повышенный нагрев локальных зон, перегрев контактов и т.д.. В общем случае вышеперечисленные процессы являются причиной появления так называемых токов полевой и тепловой ионизации, возникающих в дефектных областях наружных и внутренних частей электротехнического оборудования, а, следовательно, и лавинных шумов, которые увеличиваются с ростом дефектов.

Теорию шумов возможно применить для диагностики электротехнического оборудования по спектру его электромагнитного излучения. Для этого применяется излучающая модель электротехнического оборудования. Согласно этой модели энергетический спектр излучения вертикальной поляризации электротехнического оборудования, обусловлен действием шумов ионизации с равномерным спектром в диэлектрической изоляции оборудования. Шумы фильтруются резонансными колебательными цепями оборудования и излучаются в окружающее пространство вводами напряжений этого оборудования, выступающими в роли вибраторных антенн.

Процедура диагностирования состоит из нескольких этапов.

Первый этап заключается в расчете резонансных частот, информативных частотных полос внешних конструктивных элементов, выступающих в роли антенн вертикальной поля-

ризации, а также в нахождении добротностей. Кроме того данные величины рассчитываются для внутренних и внешне-внутренних колебательных цепей, включающих в себя различные конструктивные элементы внутри корпуса оборудования и сам корпус оборудования.

На втором этапе в измеренных в эквивалентных условиях энергетических спектрах от всех однотипных образцов диагностируемого электротехнического оборудования выделяются наиболее информативные частотные полосы излучений вышеуказанных антенн для определения дефектностей внешних конструктивных элементов (вводов напряжений) и оптимальные частотные полосы для выявления дефектностей внутренних конструктивных элементов этого оборудования.

На третьем этапе фиксируются интегральные мощности колебаний в каждой из вышеуказанных наиболее информативных частотных полосах излучений внешних конструктивных элементов и максимальные пики колебаний в каждой их оптимальных информативных частотных полос.

На четвертом этапе с учетом полученных данных разрабатываются критерии и определяются полные дефектности диагностируемого оборудования.

Хроматографический анализ растворённых в трансформаторном масле газов также как и электромагнитная диагностика позволяет производить оценку состояния высоковольтного оборудования без вывода его в ремонт. Хроматографический анализ растворенных газов позволяет достаточно точно определить вид имеющегося повреждения и степень его развития. Кроме того, возможно определение дефекта на ранней стадии его появления. Диагностика проводится следующим образом: делается анализ масла (контактный или бесконтактный в зависимости от типа оборудования), выявляются количественные характеристики примесей и сравниваются с граничными значениями для данного типа трансформаторов.

Анализу подвергаются все растворенные в масле газы. Так, ХАРГ позволяет определить количественное содержание в смеси водорода, метана, ацетилена, этана, окисей СО, этилена и СО₂. Поломки электрики (разряды в масле) приводят к повышению количества водорода, перегрев масла или изоляции – к выработке этана и его составляющих, перегрев активных элементов – к появлению в смеси ацетилена, разряды в изоляции обмотки – к возникновению окиси и двуокиси углерода.

Хроматографический анализ позволяет обнаружить следующие неполадки:

- повреждения твердой изоляции. Как правило, образуются из-за системного перегрева изоляции и, как следствие, частого пробоя.
- перегрев магнитопровода и различных токопроводящих частей. Возникает из-за подгорания контактов, лопнувшей пайки обмотки, замыканием проводов обмотки, разбалтыванием крепежа электростатического экрана и т.д.
- наличие электрических пробоев в масле (дуговых, искровых или частичных разрядов). При обнаружении этой проблемы необходимо сделать несколько контрольных замеров, чтобы подтвердить диагноз, и, если он верен, вывести из работы трансформатор. Эксплуатация оборудования с пробоями строго запрещена, поскольку может привести к аварийному повреждению трансформатора и его капитальному ремонту или замене.
- кроме этого, ХАРГ трансформаторного масла позволяет эффективно определять общее состояние обмотки электрооборудования по степени ее полимеризации, а также количество защитных присадок в смеси.

Повышенная концентрация различных газов, обнаруживаемая в результате хроматографии, свидетельствует о различных дефектах:

- Н₂ (водород) – дефекты электрического характера (частичные разряды невысоких энергий, искровые дуговые разряды, горячая точка),
- С₂Н₂ (ацетилен) – разряды высокой энергии (искрения, дуга) нагрев выше 700 °С,
- СН₄ (метан) – нагрев масла и изоляции в диапазоне температур 250-400°С (перегрузка трансформатора или дефект системы охлаждения), частичные разряды невысокой энергии,
- С₂Н₆ (этан) – термический нагрев масла и изоляции в диапазоне более 300 °С,

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- C₂H₄ (этилен)- высокотемпературный (более 600°С) нагрев масла и изоляции,
- СО (оксид углерода) – старение и увлажнение масла (или твердой изоляции), перегрев изоляции по всей массе,
- СО₂ (диоксид углерода) – нагрев и старение твердой изоляции (бумаги, картона).

Граничные концентрации определяются путем статистической обработки результатов ХАРГ нормально работающих трансформаторов в энергосистеме по классам напряжения, типам защиты масла, срокам эксплуатации. При отсутствии таких данных ориентируются на граничные концентрации, приведенные в РД 153-34.46.302-00.

Критерий скорости нарастания газов используется для обнаружения тенденции роста газов. Увеличение скорости роста более 10% в месяц считается "сигналом тревоги" и трансформатор ставится на учащенный контроль, даже если концентрации еще не превысили граничных значений. При этом нужно тщательно проанализировать режим эксплуатации оборудования (рост нагрузки, температуры масла и атмосферы, рабочее напряжение, внешние к.з. и т.д.) Следует также учесть возможность случайной погрешности, особенно по водороду и СО, из-за потери газа при отборе и транспортировке пробы. Поэтому, в первую очередь, нужно повторить отбор пробы масла и убедиться в устойчивости (достоверности) результата.

Критерии отношений пар газов позволяет, в первую очередь, разделить на дефекты электрического характера когда C₂H₂/C₂H₄ больше 0,1 (дополнительно СН₄/Н₂ менее 1) и дефекты термического характера C₂H₂/C₂H₄ много меньше 0,1 (подтверждение данного факта - СН₄/Н₂ более 1). Отношение C₂H₄/C₂H₆ характеризует температуру горячей точки. Критерий отношения газов используют только в случае, если хотя бы один газ, входящий в отношение, превысил граничную концентрацию. По соотношению СО₂/СО судят о вовлечении в дефект твердой изоляции (при наличии признаков нагрева или разряда). При СО₂/СО более десяти имеет место перегрев целлюлозы. Отношение меньше трех свидетельствует о старении целлюлозы под действием дефектов электрического характера. Более подробно вопросы уточнения видов дефекта изложены в РД 153-34.46.302-00.

Эмпирическим материалом для данной работы послужили результаты анализа высоковольтного автотрансформатора типа АОДЦТН-167000/500/220-У1. Были рассчитаны резонансные частоты и информативные частотные диапазоны, а также добротность.

Следующим шагом является расчёт интегральных мощностей, нахождение коэффициентов мощности и построение графиков спектральной плотности для каждой из фаз. Полученные результаты приведены ниже (рис.1).

На графике видно, что в фазе А спектральная плотность выше, чем в двух других фазах, что может свидетельствовать о дефекте. Численно это отражено коэффициентами интегральных мощностей. Однако, локализовать место дефекта исходя из этих данных не представляется возможным. Это может быть обусловлено тем, что источник этих помех расположен на наружной поверхности ввода, вследствие чего помехи излучаются в более широком диапазоне частот. Тем не менее, не смотря на невозможность определения точного местоположения дефекта, можно предположить его наличие в фазе А.

Данные хроматографического анализа, напротив, не указывают на наличие дефекта в какой либо из фаз автотрансформатора. Концентрации газов, а также скорости нарастания не превышают контрольных значений. Наибольшая концентрация из зарегистрированных, 76.6 % относительно граничной концентрации, отмечена по углекислому газу, что на 11 процентов выше чем результат, полученный при предыдущем анализе масла, проводившемся за полгода до рассматриваемого. Это может говорить о старении и увлажнении трансформаторного масла. Тем не менее эти показатели находятся в пределах нормы.

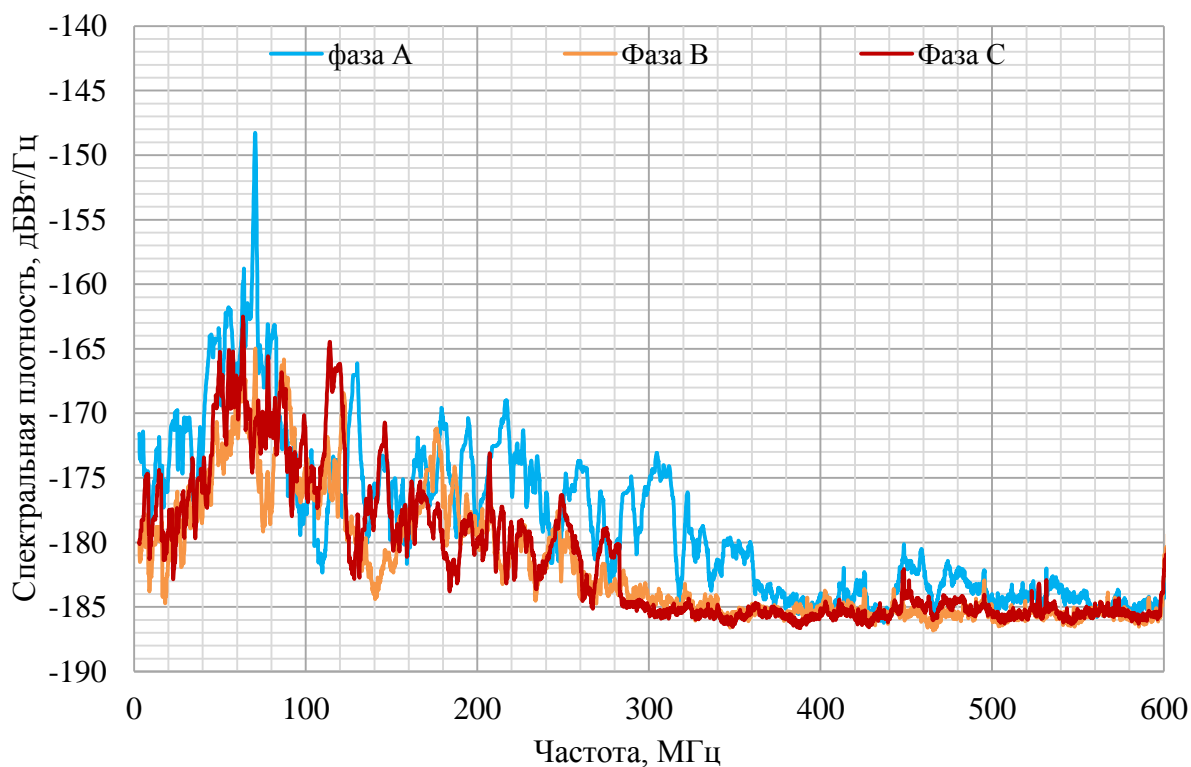


Рис. 1. Спектральные плотности.

Таким образом, по результатам хроматографического анализа растворённых в масле газов, повреждений и каких-либо дефектов выявлено не было, что идёт вразрез с результатами электромагнитной диагностики. Это может быть обусловлено различными причинами: дефект может быть на наружной поверхности ввода, а следовательно, не оказывать влияния на масло. Кроме того, возможно, что газы, появляющиеся в результате развития дефекта, не успели распространиться по всему баку трансформатора на момент отбора проб.

Следовательно, исходя из полученных результатов, возможно заключить что ни один из методов диагностики не является совершенным и не может дать исчерпывающей информации о состоянии оборудования. Таким образом для диагностики оборудования следует использовать совокупность нескольких методов, с целью получения наиболее полной информации, а значит и более точной оценки состояния оборудования.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОММУТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Попов Владимир Александрович

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Манаков Артём Сергеевич, заместитель главного инженера филиала ПАО «ФСК ЕЭС» - Приморского ПМЭС

Ключевые слова: электроэнергетика, коммутационная аппаратура, выключатель.

С начала 80-х годов 20-го века произошел качественный скачок в технологии выпускаемых высоковольтных коммутационных аппаратов. Началось масштабное распространение аппаратов с внедрением в качестве изоляционной и дугогасящей среды вакуума либо элегаза. Диаграмма, представленная на Рис.1 указывает на стабильное укрепление внедрения в мире вакуумной и элегазовой коммутационной аппаратуры.

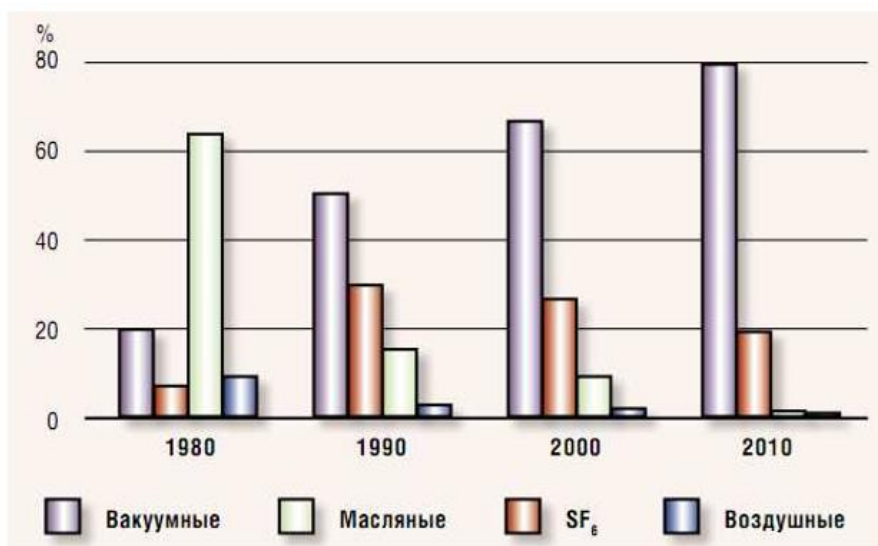


Рис. 1. Показатели роста использования вакуумных и элегазовых выключателей.

Необходимо подчеркнуть, что есть две большие трудности, которые связаны с развитием коммутационной аппаратуры высокого напряжения: создание новых более совершенных конструкций и определение судьбы находящихся долгое время в использовании (и нередко устаревших) аппаратов. Вакуумные аппараты характеризуется наивысшими значениями электрической прочности промежутков (при их длинах до 10 – 15 мм), наибольшей скоростью восстановления электрической прочности при выключении токов, малой массой подвижных частей и энергией привода, минимальными габаритами и массой аппарата в целом, наибольшим коммутационным ресурсом. Каждый вид оборудования владеет своими преимуществами. Если вакуумные аппараты требуют наименее массивные приводы и имеют, обычно, высочайший коммутационный ресурс, то элегазовые выключатели при коммутациях делают наименьшие перенапряжения, благодаря чему, снижают вероятность повреждения изоляции другого энергетического оборудования. Для того, чтобы снизить перенапряжения из-за среза тока при его отключении в вакуумных выключателях, время от времени используются особые ограничители перенапряжений. Элегазовому оборудованию среднего напряжения обычно отдают предпочтение во Франции, Италии, странах Скандинавии, Испания, а вакуумному – в Германии, Англии, стране восходящего солнца. Когда встает вопрос о выборе элегазовой либо вакуумной аппаратуры, решающее значение могут иметь условия, в которых работают аппараты. К примеру, элегазовым аппаратам отдают предпочтение при использовании в цепях электродвигателей ограниченной мощности при сравнимо маленьких длинах соединительных кабелей в качестве выключателей нагрузки. Вакуумные выключате-

ли в особенности продуктивны там, где нужны нередкие коммутации и большой ресурс, не считая ограничения области внедрения вакуумных выключателей по номинальному напряжению, других веских причин по ограничениям нет. Все компании, которые работают в области коммутационной аппаратуры, периодически обновляют номенклатуру собственных изделий, разрабатывают аппараты новых поколений в целях увеличения их надежности и ресурса, уменьшения габаритов и материалоемкости. Ресурс наилучших вакуумных выключателей составляет в текущее время 4000-5000 операций при коммутации номинального тока и 100 операций при коммутации номинального тока отключения. При всем этом, габариты и материалоемкость аппаратов уменьшаются при сохранении главных характеристик и увеличении надежности. Это можно представить следующим графиком, изменения диаметра и массы самой используемой вакуумной дугогасительной камеры (ВДК) на напряжение 10 кВ с током отключения 20 кА.

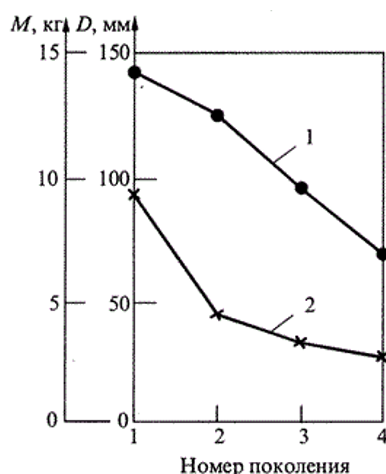


Рис.2. Диаметр (1) и масса (2) ВДК (на напряжение 10 кВ с током отключения 20 кА) различных поколений.

По итогу совершенствования конструкции контактной системы получилось уменьшить диаметр камеры в 2,5 раза, а также массу в 3 раза. Вакуумная дугогасительная камера 4-го поколения по своим характеристикам соответствует наилучшим заграничным аналогам. В последние несколько лет особенное внимание вызывала вероятная экологическая опасность элегаза. Поэтому необходимо подчеркнуть, что, невзирая на принадлежность к ряду фторидов, элегаз не включен в список веществ, которые подлежат запрету либо ограничению в применении. Кроме этого, общий вклад элегаза в «парниковый» эффект атмосферы составляет менее или около 0,2 % (а доля элегаза электротехнического оборудования в данном вкладе существенно меньше). Однако достоинства вакуумных и элегазовых аппаратов являются очевидными, полный переход на их внедрение занимает не один год и не одно десятилетие. При ежедневном возрастании доли современной аппаратуры в использовании остается еще много устаревших аппаратов. С развитием и внедрением вакуумной коммутационной аппаратуры ситуация в стране приобретает положительный характер. Вакуумное оборудование имеет развитую производственную базу и размеренное массовое производство уже на протяжении нескольких лет. Огромный вклад в освоение и развитие вакуумной аппаратуры внес родоначальник этого направления – ВЭИ (Всероссийский электротехнический институт) им. В.И. Ленина. Разработаны и выпускаются все виды аппаратов средних напряжений. Массовое производство вакуумной аппаратуры началось еще в 70-е годы, когда был построен и запущен Минусинский завод вакуумных выключателей (МЗВВ). В текущее время несколько заводов серийно выпускают ВДК и около 10-ка заводов – вакуумные выключатели. Созданием вакуумной коммутационной аппаратуры занимаются научно-производственные предприятия «Модуль» г. Екатеринбург и «Контакт» г. Саратов, а также ОАО «Электрокомплекс» и многие другие. Наличие устаревших, на моральном и физическом уровне, выключателей

наводит на огромное количество вопросов для тех, кто их использует. Устаревшие выключатели по своим характеристикам могут не соответствовать сменившимся за время использования условиям работы (могли быть изменены номинальный ток и ток КЗ и требования к времени срабатывания). Для поддержания надежности энергоснабжения на должном уровне нужно в скором времени обновить, по последним меркам, 35% имеющегося парка высоковольтных коммутационных аппаратов. Устаревшие выключатели расточительны из-за больших эксплуатационных затрат самих выключателей и систем их обеспечения (компрессорных установок, систем воздухоподготовки, маслохозяйств и др.). Данный вопрос в особенности актуален для энергосистем, где в применении находятся лишь масляные и воздушные выключатели. Эксплуатация устаревших выключателей связана с завышенным риском, высочайшей аварийностью, появлением экологических и остальных вопросов. При наличии остаточного срока службы аппарат следует оставлять в использовании лишь тогда, когда выгода от этого решения оправдывает все вероятные нежелательные результаты. В итоге, невзирая на постепенную замену устаревших типов аппаратов в мире (и в особенности в Российской Федерации), в использовании остается огромное число выключателей, срок службы которых превысил 20 и даже 30 лет. Поэтому разработка способов определения остаточного срока службы, определение необходимости дальнейшего использования аппаратов также является в текущее время важной задачей. То обстоятельство, что на мировом рынке по сей день не наблюдается серьезной альтернативы элегазовым и вакуумным выключателям, не значит, что работ по улучшению коммутационной аппаратуры не продолжатся. Улучшаются дугогасительные устройства, используются новые решения по увеличению продуктивности дугогашения. Ведутся работы по предстоящему улучшению контактных систем ВДК, поиску рационального распределения магнитного поля для действенного гашения вакуумной дуги и уменьшения диаметра камер. Разрабатываются вакуумные выключатели нагрузки, которые составят конкуренцию подобным выключателям с воздушной и элегазовой изоляцией. В данных выключателях вакуумная дугогасительная камера осуществляет лишь функцию гашения дуги, а требования по пропусканию номинального тока и обеспечения электрической прочности в разомкнутом состоянии производятся за счет остальных частей выключателя. Если учитывать чрезвычайно высокий коммутационный ресурс вакуумных камер, применение вакуумного выключателя нагрузки становится экономически оправданным. Вакуумное оборудование начинает использоваться при низком напряжении в виде контакторов, а также выключателей, аппаратов управления. В последнее время чаще разрабатываются вакуумные аппараты специального назначения переменного и постоянного тока – выключатели для подвижного состава городского и ж/д транспорта, для судов и кораблей, генераторных цепей, коммутации накопителей энергии и защиты оборудования от перегрузок и перенапряжения (управляемые вакуумные разрядники) и остальных задач. Продолжают проводиться работы по замене элегаза на консистенции элегаза с иными газами, также использованию в коммутационных аппаратах различных видов газа. Если вести разговор об уровне развития коммутационной аппаратуры в мире, то уровень разрабатываемого элегазового и вакуумного коммутационного оборудования достиг некоего совершенства и, в целом, удовлетворяет всем основным требованиям, которые предъявляют потребители. К поиску новых решений приводит: постоянное стремление обеспечить еще более высокие технико-экономические требования; до минимума уменьшить воздействие коммутационных аппаратов на окружающую среду. Из вышеперечисленного можно прийти к выводу, что направления развития коммутационной аппаратуры в Российской Федерации имеют схожий характер и совпадают с глобальными тенденциями развития. Ведутся работы по созданию современных видов аппаратуры, расширяются области внедрения современной аппаратуры, временами разрабатываются аппараты новых поколений. При этом уровень повышения количества новых аппаратов в использовании очень отстает от подобных характеристик развитых стран. Это объясняется следующими причинами. В их числе и недостаток финансирования, который вынуждает покупателей использовать давно уже устаревшие аппараты, и сокращение строительства новых подстанций, и отсутствие промышленного выпуска всей палитры коммутационной аппара-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

туры, используемой за границей, а также консервативное отношение потребителей коммутационной аппаратуры высокого напряжения. Российским изготовителям аппаратов каждый раз все сложнее поддерживать конкуренцию с иностранными из-за технической отсталости и отсутствия средств на техническое перевооружение. Не приняв комплекс мер, которые объединяют усилия разработчиков, производителей и пользователей коммутационной аппаратуры, отсталость парка находящегося в эксплуатации аппаратов вскоре станет необратимой.

РАЗРАБОТКА SCADA-СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСЕТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

Приходько Ирина Андреевна, Чамбайшин Валерия Геннадьевна
Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель Винаковская Наталья Григорьевна, ст. преподаватель

Ключевые слова: SCADA, СКУ, управление,

Аббревиатура SCADA расшифровывается как Supervisory Control And Data Acquisition и в переводе обозначает «диспетчерское управление и сбор данных».

Разрабатываемая SCADA-система представляет собой комплекс аппаратного и программного обеспечения для реализации функций сбора и обработки информации по управляемой энергосети. Структура системы такого типа предполагает наличие главного узла MTU (Master Terminal Unit) и множества подконтрольных удаленных узлов RTU (Remote Terminal Unit), которые объединяются все вместе с помощью коммуникативной системы CS (Communication System) в одну систему автоматизации.

Многие проекты автоматизированных систем контроля и управления (СКУ) для большого спектра областей применения позволяют выделить обобщенную схему их реализации (рис. 1).

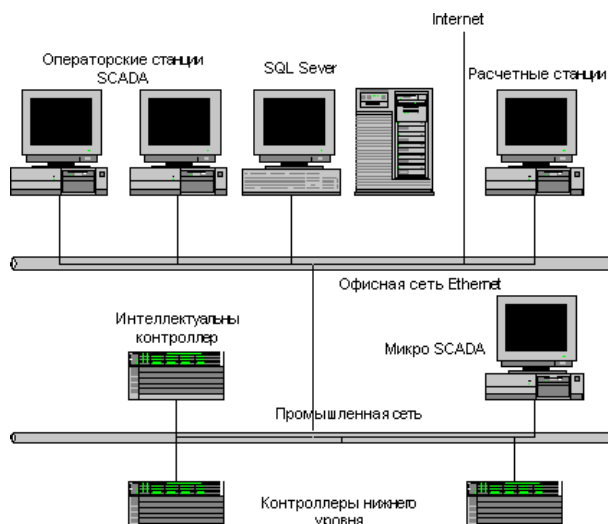


Рис. 1. Обобщенная схема системы контроля и управления.

Как правило, это двухуровневые системы, так как именно на этих уровнях реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно - аппаратной платформой.

К аппаратно-программным средствам контроллерного уровня управления предъявляются жесткие требования по надежности, времени реакции на исполнительные устройства, датчики и т.д. Программируемые логические контроллеры должны гарантированно откликаться на внешние события, поступающие от объекта, за время, определенное для каждого события. Разработка, отладка и исполнение программ управления локальными контроллерами осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения, широко представленного на рынке. При построении архитектуры системы учитывается принцип полной аппаратной избыточности для повышения общей отказоустойчивости комплекса. Редактор базы данных реального времени дает возможность добавлять, редактировать и удалять телемеханические присоединения и удаленные телемеханические устройства (УТУ). Реализовано динамическое изменение базы данных без необходимости регенерации системы.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Также в настоящее время разработана специализированная модификация для задач энергетики – Elipse Power. Elipse Power – это специализированная SCADA-система, единая среда для получения и обработки всей необходимой информации для управления процессами в энергосетях. Ее использование позволяет получить максимальную эффективность и надежность работы. Elipse Power имеет полный функционал SCADA-систем, включая отслеживание тревог, слежение за последовательностью событий, клиент-серверную архитектуру с полным резервированием, распределенную обработку информации, ведение архивов всех наблюдаемых переменных, генерацию отчетов, поддержку основных коммуникационных протоколов и т.п. Кроме того, в пакет входит набор специализированных приложений для энергетики, которые помогают операторам генерирующих предприятий и энергосетей работать безопасно и эффективно.

В последние годы постоянно растет сложность энергетических сетей, все большее внимание обращается на энергоэффективность и автоматизацию управления. Поэтому разработка SCADA-системы является актуальным вопросом в управлении энергосетями предприятий.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Саидзода Бехрузи Нур

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Петухов Виктор Степанович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, качество электроэнергии, отклонение частота, отклонение напряжения, электромагнитная обстановка, показатели качества электроэнергии.

Контроль качества электрической энергии подразумевает оценку соответствия показателей установленным нормам, что входит в перечень мероприятий по обеспечению электромагнитной совместимости (ЭМС).

Так, нормированные (допустимые) значения показателей качества электроэнергии (ПКЭ) являются теми уровнями ЭМС электрической сети, гарантирующие нормальное функционирование любых электротехнических средств этой сети, если эти ПКЭ не превосходят допустимых значений. С другой стороны, электротехнические средства характеризуются своими допустимыми уровнями ЭМС, которые определяют их помехоустойчивость, при которой и гарантируется нормальное функционирование этих средств. Очевидно, уровни помехоустойчивости должны быть выше значений ПКЭ в электрической сети.

Качество электроэнергии учитывает все аспекты ЭМС, но характеризует только электрическую сеть. Установленные для нее допустимые уровни ЭМС называют показателями качества электроэнергии.

Фактические значения ПКЭ должны контролироваться с помощью специализированных средств измерения в условиях эксплуатации, а соответствующие характеристики электрического поля (ЭП) — путем необходимых испытаний при их разработке и производстве.

Существуют 11 параметров ПКЭ, определяющие свойства электрической энергии:

- отклонение частоты Δf ;
- установившееся отклонение напряжения dU_y ;
- размах изменения напряжения;
- доза фликера;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;
- длительность провала напряжения;
- импульсное напряжение;
- коэффициент временного перенапряжения.

Основными из них являются отклонение частоты и напряжения, которые мы далее рассмотрим.

Электроэнергия – специфический продукт производства. Отличительная ее черта состоит в том, что в любой момент времени «объем» производства электроэнергии равен «объему» потребления, включая потери. Этот процесс характеризуется балансом мощности, который должен обеспечить заданный режим системы электроснабжения по частоте и напряжению.

Отклонение частоты. Частота f является общесистемным параметром режима электроэнергетической системы (ЭЭС) и определяется балансом активной мощности. Вследствие возникновения дефицита генерируемой мощности в системе происходит снижение частоты до такого значения, при котором устанавливается новый баланс генерируемой и

потребляемой мощности. При избытке генерируемой мощности, наоборот, частота повышается.

Частота переменного тока в электроэнергетической системе определяется частотой вращения генераторов электростанций. Номинальное значение частоты 50 Гц (в некоторых странах 60 Гц). В каждый момент времени в ЭЭС должно быть обеспечено равенство между мощностью генераторов электростанций и мощностью, потребляемой нагрузкой, с учетом потерь мощности в элементах электроэнергетической системы. Регулирование частоты в ЭЭС возможно только при наличии резерва активной мощности на электростанциях. Ввод резервной активной мощности возможен в ЭЭС за счет дополнительного расхода энергоносителя первичного двигателя (турбины) генератора.

Качество электроэнергии по частоте характеризуется отклонением частоты Δf :

$$\Delta f = f_{\text{ном}} - f_y(1)$$

где $f_{\text{ном}}$ — номинальное значение частоты, Гц; f_y — фактическое установившееся (измеренное) значение частоты, Гц.

Отклонение частоты влияет на работу прежде всего вращающихся машин, доля которых в нагрузке системы составляет 50–60 %. Вместе с тем снижение частоты приводит и к снижению частоты вращения электродвигателей и снижению производительности вращаемых ими механизмов. Одновременно со снижением потребляемой активной мощности происходит рост потребляемой реактивной мощности, что способствует снижению напряжения в узлах системы электроснабжения.

В статических аппаратах, например, в трансформаторах, со снижением частоты возрастает ток намагничивания и, следовательно, растут потери в стали. Если пониженная частота поддерживается в результате ограниченного резерва активной мощности, то при резком и значительном увеличении нагрузки может возникнуть аварийная ситуация, требующая экстренной разгрузки системы с целью восстановления частоты в допустимых для нормальной работы пределах. Эта операция осуществляется средствами автоматической частотной разгрузки (АЧР). Предельным случаем нарушения баланса активной мощности является потеря синхронизма включенных в электроэнергетической системе электростанций или нарушение устойчивой работы системы в целом.

Отклонение напряжения. Напряжение в узлах электроэнергетической системы может быть различным и определяется **балансом реактивной мощности** в этих узлах. Отличие фактического установившегося напряжения U_y в заданной точке сети от его номинального значения $U_{\text{ном}}$ характеризуется отклонением напряжения dU :

$$dU_y = \frac{U_y - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} 100 \% \quad (2)$$

Отклонения напряжения, определяемые в процентах от номинального значения, устанавливаются в том или ином узле ЭЭС в зависимости от параметров сети и нагрузки узла.

Обеспечение требований по допустимым отклонениям напряжения в каждой точке сети без специальных регулирующих устройств возможно только тогда, когда суммарные потери напряжения относительно невелики. Такие условия могут быть в сетях относительно небольшой протяженности с малым числом промежуточных трансформаций и небольшой нагрузкой.

Современные ЭЭС характеризуются большой протяженностью линий различных номинальных напряжений и многоступенчатой трансформацией. Поэтому передача электроэнергии от ее источников до приемников, когда суммарные потери напряжения велики, невозможна без специальных средств регулирования напряжения.

Прежде всего, отклонение напряжения влияет на потери электроэнергии и мощности. Эти потери пропорциональны квадрату приложенного напряжения. Таким образом,

превышение допустимых отклонений напряжения в сторону их увеличения приводит к дополнительному нагреву электроприемника и, следовательно, сокращению срока его службы. Снижение напряжения может привести к нарушению функционирования электроприемника. Чувствительны к снижению напряжения все электроприемники.

Особенно чувствительны к отклонениям напряжения источники освещения. Так, лампы накаливания при $dU = -10\%$ снижают световой поток на 40 %, правда, при этом возрастает срок их службы. Но при $dU = +10\%$ световой поток возрастает тоже на 40 % при сокращении срока службы в 4 раза. Газоразрядные лампы менее чувствительны к отклонениям напряжения. В помещениях, оснащенных такими источниками, освещенность снижается на 10–15 % при $dU = -(5–7)\%$, но при $dU = -10\%$ лампы начинают мерцать и при $dU = -20\%$ гаснут.

Вывод.

Таким образом, несмотря на то, что отклонения частоты и напряжения являются результатом единого процесса производства и передачи электроэнергии, поддержание их в допустимых пределах возлагается на энергоснабжающую организацию, которая располагает средствами регулирования напряжения и частоты.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Ступнев Артем Кириллович

Инженерная школа; кафедра сварочного производства

Научный руководитель: Леонтьев Лев Борисович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: покрытие, ионно-плазменные методы, технология, износостойкость, качество, прецизионные детали, двигатель внутреннего сгорания.

В статье рассмотрены основные способы восстановления прецизионных деталей топливной аппаратуры дизельных двигателей. Топливная аппаратура является одной из наиболее сложных систем двигателя, которая в значительной степени обуславливает его мощность, экономичность и надежность. Свыше 80 % изношенных деталей можно восстановить с целью их повторного использования. Однако применяемые в настоящее время ремонтными предприятиями технологии в лучшем случае обеспечивают ресурс восстановленных деталей в пределах 40–50 % от срока службы новых.

Характерная особенность плунжерных пар и игл распылителей заключается в потере ими работоспособности при малом износе деталей, что ограничивает ресурс топливных насосов и форсунок. Следовательно, необходимо восстанавливать работоспособность плунжерных пар и игл распылителей. [1, 2].

Существуют различные методы восстановления прецизионных деталей, эти методы и их недостатки представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные способы восстановления топливной аппаратуры.

№ п/п	Способ	Недостатки
1	Гальваническое хромирование	Низкая адгезия покрытия с основой, способ трудоемкий и дорогой, экологически нечистый
2	Гальваническое никелирование	Плохая адгезия покрытия с основой и низкая износостойкость
3	Сульфохромирование	Восстановление возможно при износе детали до 6 мкм
4	Газопламенное напыление	Низкая адгезия покрытия с основой, требуется активация поверхности перед напылением
5	Ионно-плазменное напыление	Высокие остаточные напряжения растяжения

Наиболее перспективным методом считается ионно-плазменное напыление благодаря следующим характеристикам:

- высокому качеству сцепления и равномерности покрытия.
- не изменяемому стехиометрический составу поверхности изделия.
- возможности покрытия детали тугоплавкими и неплавящимися материалами.
- контролю свойств напыления в процессе нанесения.
- управлению составом мишени в течение всего процесса.
- возможности очищать поверхность подложки и растущего покрытия.

Технологический процесс восстановления прецизионных деталей состоит из:

1. Шлифования до значения параметра шероховатости Ra не более 0,63 мкм.
2. Контроля качества поступающих под напыление твердосплавных пластин на наличие дефектов поверхности (трещин, пор, раковин и других несплошностей), осуществляемого методом капиллярной дефектоскопии.

3. Предварительной очистки перед напылением, включающей ультразвуковое обезжиривание в моющем растворе, ультразвуковую промывку в горячей воде, промывку в дистиллированной воде, сушку и промывку гидролизным спиртом.

4. Предварительного подогрева оснастки с установленными пластинами до температуры 300-350°C и выдержкой в течение 15-20 мин для последующего в процессе ионно-плазменного напыления уменьшения времени откачки вакуумной камеры и времени разогрева восстанавливаемых деталей, а также снижения количества микродуг в процессе ионно-плазменного травления.

5. Процесса ионно-плазменного напыления, проводимого в три этапа: очистка поверхности деталей от загрязнений бомбардировкой ионами аргона в тлеющем разряде (ионно-плазменное травление); распыление, активация и нагрев поверхности деталей бомбардировкой ионами Ti в дуговом разряде и напыление TiN на поверхности деталей путем осаждения в вакууме из высокоскоростного плазменного потока в условиях бомбардировки деталей ионами Ti и одновременном прохождении плазмохимической реакции их с реакционным газом-азотом.

Процесс ионно-плазменного напыления осуществляется следующим образом. Предварительно прошедшие контроль, очистку и подогрев прецизионные детали вместе с приспособлениями устанавливаются в вакуумную камеру на расстоянии 270 мм от испарителя. При помощи вакуумной системы создается давление $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па ($5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.). Затем в камеру подается аргон до значения давления 2,66 Па ($2 \cdot 10^{-2}$ мм рт. ст.). На детали через выполняющие роль катода приспособления и механизмы вращения подается отрицательный потенциал равный 300 В, который в процессе очистки повышается до 1000 В. При этих условиях в вакуумной камере за счет ионизации молекул аргона происходит явление лавинообразного нарастания потока электронов, сопровождающееся свечением газа между электродами и возникновением самостоятельного тлеющего разряда. За счет кинетической энергии ускоренных в электрическом поле положительных ионов аргона бомбардирующих катод (в данном случае – изделия) происходит процесс ионно-плазменного травления поверхностных слоев твердосплавных деталей, сопровождающихся повышением их температуры до 300-3400С. Эффективное время ионно-плазменного травления составляет 10-20 мин, что отвечает отсутствию микродуг в вакуумной камере и, соответственно, пропаданию бросков напряжения в цепи разряда. По окончании процесса очистки прекращается подача аргона, и вакуумная камера откачивается до давления $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па ($5 \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст.). На изделия подается отрицательный потенциал равный 1,0 кВ, устанавливается ток дуги 90-100 А и с помощью устройства бесконтактного поджига дуги инициируется вакуумный электродуговой разряд. Весь ток дуги концентрируется на микроскопических участках, называемых катодными пятнами, хаотически перемещающимися по торцовой поверхности катода. Температура в катодном пятне достигает температуры кипения и составляет несколько тысяч градусов [1], что приводит к эрозии и испарению материала катода за счет выброса его из катодного пятна в виде высокоскоростных плазменных микроструй, ионов напыляемого вещества и нейтральных частиц (капельной фазы и пара). Использование ускоренных пучков большой плотности, получаемых из плазменного потока, позволяет осуществлять очистку и разогрев поверхности восстанавливаемых деталей путем распыления атомов мишени, а также конденсацию ионов на поверхности изделий. При достижении температуры 700 °С напряжение на камере снижается до значения 200-250 В, и в камеру подается реакционный газ – азот особой чистоты до давления 0,5-0,8 Па ($4 \cdot 10^{-3}$ - $6 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.), которое поддерживается постоянным в течение всего процесса напыления (около 20-40 мин). При этом за счет плазмохимической реакции между ионами азота и ионами Ti образуется соединение TiN, которое конденсируется в виде тонкопленочного покрытия (7-8 мкм).

Таким образом, весь технологический цикл восстановления прецизионных деталей топливной аппаратуры состоит из следующих операций: многоступенчатая подготовка (время одной загрузки составляет 15-20 мин); загрузка партии (7-10 мин); обеспечение вакуума в камере (30-45 мин); ионная очистка, подогрев и осаждение упрочняющих покрытий (10-40

мин); охлаждение инструмента (25-45 мин); открытие камеры, удаление паров и металлической пыли, съём и выгрузка инструмента (5-10 мин). При этом трудоемкость работ, связанных с непосредственным получением износостойких покрытий, составляет около 10-20% от общей трудоемкости всего производственного цикла. Увеличение объема вакуумных камер с целью повышения производительности установок ведет, как правило, к повышению времени достижения вакуума до необходимых величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дороднов А.М., Петросов В.А. О физических принципах и типах вакуумных технологических плазменных устройств. Журнал технической физики, 1981, т. 51, № 3, с. 504-524
2. Бедункевич В.В., Гордон М.В., Миркин Л.И. Структура и толщина ионно-плазменных покрытий нитрида титана на быстрорежущей стали. Физика и химия обработки материалов. 1986, №3, 57-61
3. Мацевитый Б.М. Покрытия для режущих инструментов. Харьков, Вища школа. Изд-во Харьковского ун-та, 1987, 128 с.
4. Гаврикова И.С., Додонов А.И., Мокрый В.В. и др. Влияние температуры на формирование ионно-плазменных покрытий. Физика и химия обработки материалов. 1989, №1, с.140-141
5. Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки. Материалы 6-й Международной практической конференции-выставки 13-16 апреля 2004 г. Санкт-Петербург. Изд. СПбГПУ, 2005, с. 323 – 338.
6. Данеев А. В. Восстановление прецизионных деталей топливных насосов высокого давления дизельных двигателей с применением метода сульфохромирования / А. В. Данеев, С. Н. Думнов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2018. - Т. 58. № 2. - С. 19–26.
7. Юрьев О.Б. Ионно-плазменное напыление: опыт западноевропейских фирм. Машиностроитель, 1987, № 1, с. 37-40
8. Мозговой И.В., Макаренко Н.Г., Доровских Е.Г. Исследование процесса изнашивания плунжерных пар топливной аппаратуры и реализация метода безразборного восстановления. Омский научный вестник. Изд. Омский государственный технический университет. 2010, № 3 (93), с. 110-112.
9. Чихранов А.В., Гатауллов И.Н. Разработка технологии нанесения износостойких ионно-плазменных покрытий из нитрида титана, легированного кремнием. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2012. № 10. С. 171-176.
10. Леонтьев Л.Б., Леонтьев А.Л., Макаров В.Н. Системный анализ технологии формирования износостойких покрытий на поверхностях трения деталей. Фундаментальные исследования. 2014. № 12-4. С. 729-734.
11. Чёсов Ю.С., Зверев Е.А. Методика нанесения плазменных износостойких покрытий. Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2014. № 2 (55). С. 156-165.

ДИАГНОСТИКА КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Чайка Валентин Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Силин Николай Витальевич, д-р техн. наук, профессор*

Ключевые слова: комплектные распределительные устройства, элегаз, частичные разряды, диагностика.

В комплексную систему диагностики важно включить оценку состояния системы выдачи мощности мобильных газотурбинных электрических станций (МГТЭС). Выход из строя любого высоковольтного аппарата единой технологической цепи приводит, как минимум к ограничению, а чаще всего к отключению потребителей электрической энергии. Распределительные устройства являются одним из важнейших элементов электрической сети, выход их из строя приводит к значительным экономическим потерям, которые связаны как затратами на покупку новых элементов или восстановление поврежденных, так и с ущербом от перерывов электроснабжения.

Применение комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) в качестве системы выдачи мощности МГТЭС имеет ряд преимуществ перед традиционными распределительными устройствами, обуславливающих существенное повышение надежности и безопасности при снижении эксплуатационных затрат.

1. Большинство производителей поставляет КРУЭ в полностью собранном виде, что позволяет заметно сократить сроки и стоимость монтажа и ввода в эксплуатацию объекта.

2. Герметизированная конструкция оборудования устраняет влияние атмосферных воздействий на работу изоляции и обеспечивает защиту обслуживающего персонала от воздействия электрических и магнитных полей, снижает уровень шума и уровень радиопомех при эксплуатации КРУЭ. Неправильное оперирование коммутационными аппаратами исключается с помощью электрических и механических блокировок.

3. Последствия случайно возникшей дуги перекрытия локализуются в пределах того отсека, в котором дуга имела место. Секционирование обеспечивает взрывобезопасность.

4. Современные КРУЭ нуждаются в минимальном техническом обслуживании и, тем самым, приближаются к категории необслуживаемого оборудования.

5. Благодаря компактности, КРУЭ требует значительно меньшей площади для размещения, чем открытые распределительные устройства. Возможность создания на базе КРУЭ мобильных модульных подстанций.

Мобильная модульная трансформаторная подстанция с применением КРУЭ выполняется в виде двух самостоятельных модулей с возможностью перевозки автомобильным транспортом на полуприцепах. Первый модуль включает в себя КРУЭ 110 кВ и силовой трансформатор 110/10(6) кВ. КРУЭ включает в себя основное технологическое оборудование подстанции, такое как: выключатели, разъединители с заземлителями, трансформаторы тока и напряжения. Второй модуль 10(6) кВ представляет собой распределительное устройство 10(6) кВ и все необходимые системы управления и защиты.

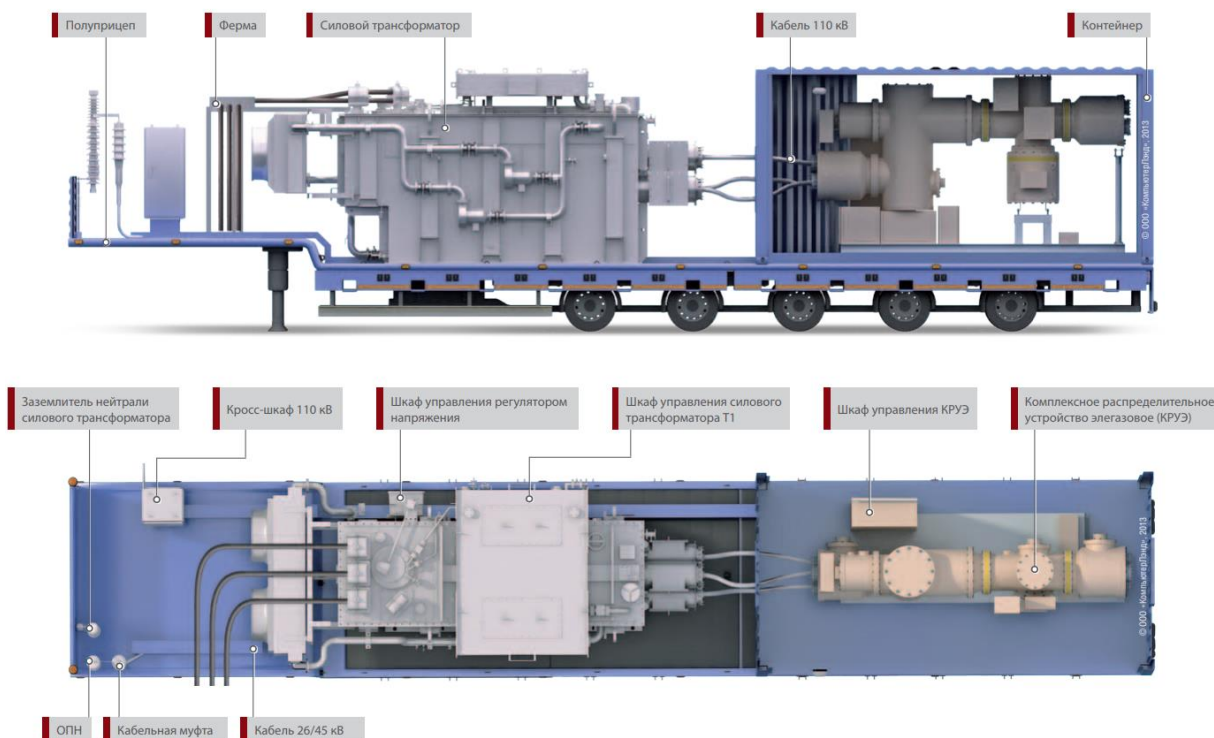


Рис. 1. Мобильная модульная подстанция 110/10(6) кВ.

Наиболее распространённые дефекты КРУЭ:

1. Утечки элегаза;
2. Загрязнение элегаза металлическими или диэлектрическими частицами;
3. Загрязнение элегаза продуктами горения дуги;
4. Шероховатости, выступы и заусенцы на токоведущих частях;
5. Внутренние дефекты опорной изоляции в виде газовых полостей, отслоений или трещин.

Утечки элегаза возникают в результате дефектов уплотнительных прокладок в местах соединения различных элементов КРУЭ или через микротрещины в элементах оборудования, не выявленные в результате заводских испытаний или возникшие в процессе транспортировки или эксплуатации оборудования. Критическое снижение внутреннего давления в отдельных блоках КРУЭ может привести к электрическому пробое изоляции или к отказу выключателя во время гашения дуги, вследствие чего будет необходим длительный и дорогостоящий ремонт оборудования. Все средства диагностирования и контроля утечек элегаза можно косвенно разделить на две категории: сигнализирующие о наличии утечки и указывающие место утечки. В задачи сигнализирующих датчиков входит лишь информирование эксплуатирующего персонала о пониженном давлении внутри оборудования и необходимости оценки скорости и скорейшего поиска места утечки.

Сегодня можно считать практически решённой задачу поиска утечек элегаза. При этом надо отметить успех данной дефектоскопии не только во время приёмо-сдаточных испытаний, а и в процессе эксплуатации. За исключением утечек все остальные дефекты являются потенциальными очагами возникновения частичных разрядов (ЧР) и, соответственно, могут быть выявлены при регистрации тех или иных их характеристик.

Частичный разряд (ЧР) – электрический разряд, который шунтирует лишь часть изоляции между электродами, находящимися под разными потенциалами. К особому виду ЧР, свойственному только для газоизолированных систем и в их числе КРУЭ следует отнести микроразряды, возникающие при перезарядке свободных металлических частиц. Перемещаясь внутри КРУЭ под действием сил электрического поля, частицы испытывают соударения с внешним заземлённым кожухом, с токопроводами высокого напряжения или с изоляционными конструкциями. Соударения частиц сопровождаются током их разрядки

(перезарядки) и электромагнитным излучением (ЭМИ) высокочастотного диапазона. Весьма похожее излучение вызывает и ток ЧР. При небольшой концентрации частицы загрязнения не представляют непосредственной угрозы для эксплуатации КРУЭ, но в процессе неизбежной зарядки и разрядки частиц происходит образование продуктов разложения элегаза, постепенно накапливающиеся в объёме и меняющие свойства элегаза. Помимо этого в результате соударения частиц с опорной изоляцией на ней могут возникать микросколы или частица может прилипнуть к изоляционной конструкции, в результате чего на изоляции образуются локальные очаги ЧР, которые приводят к её деградации

Контроль интенсивности ЧР в КРУЭ до сих пор проводится, в основном, на этапе приёмо-сдаточных и пусковых испытаний и значительно реже – в периоды отключения оборудования для планового технического обслуживания. С учётом срока эксплуатации КРУЭ и межсервисных интервалов, вероятность пропуска этапа развития дефекта остаётся весьма заметной. Проблемой, сопутствующей регистрации ЧР, является получение достоверных данных в условиях сложной электромагнитной обстановки, являющейся неотъемлемым признаком объектов электроэнергетики. Несмотря на многие достижения в этой области, разработка методов и средств для борьбы с помехами остаётся востребованной и сегодня. Для регистрации ЧР в КРУЭ применяют химический, акустический, электрический и электромагнитный методы.

Химический метод заключается в анализе проб элегаза. В соответствии с принципом действия этот метод нельзя признать чувствительным к начальным стадиям развития повреждений под действием ЧР. Кроме того, данный метод диагностики достаточно трудоёмок и требует обязательного участия человека.

При акустическом методе регистрации ЧР применяются пьезоэлектрические датчики, акселерометры, микрофоны конденсаторного типа. В результате ЧР образуется ударная волна, которая при распространении преобразуется в сверхзвуковую, а затем в звуковую волну и, в конечном счёте, в тепло. На распространение акустической волны от источника ЧР до датчика сильно влияет геометрия и различие сред (элегаз, твёрдая изоляция, сталь) в объекте. Разные типы волн с различными скоростями распространения, отражения и преломления на границах сред, приводят к изменениям в распространении звука, его затухании, поглощении и рассеивании. Поэтому при акустической регистрации невозможно оценить характеристики ЧР, и главная цель состоит в том, чтобы по временным интервалам между сигналами и скорости распространения обнаружить ЧР и найти очаг их образования, т.е. произвести локацию ЧР.

В электрическом методе регистрации ЧР используются характерные особенности амплитудно-фазовых диаграмм сигналов ЧР. От места возникновения разряда по шине течёт импульсный ток, и по всему объёму КРУЭ распространяется электромагнитное излучение. Схема регистрации ЧР электрическим методом состоит из конденсатора связи (в качестве конденсатора связи обычно используют ёмкость основной изоляции ввода), измерительного сопротивления и регистрирующей аппаратуры. Если присоединение КРУЭ к схеме осуществляется через кабельные вводы, то датчики электрических сигналов в виде высокочастотных трансформаторов тока включаются в цепи заземления оболочек кабелей. Локацию очага ЧР электрическим методом обычно осуществляют, используя затухание и временные задержки между сигналами от геометрически разнесённых датчиков. В КРУЭ затухание электрических сигналов очень мало. Невелико и время задержки сигналов, полученных от датчиков по концам КРУЭ, что, безусловно, ограничивает возможности метода. Кроме того, применение электрического метода регистрации ЧР в условиях эксплуатации сдерживается недостаточной устойчивостью к помехам, прежде всего, создаваемых короной на внешних присоединениях. В случае применения кабельных вводов дополнительно возникает проблема отделения сигналов ЧР, которые возникают в кабелях и их муфтах, от ЧР, которые возникают в объёме КРУЭ.

Электромагнитному методу отдаётся предпочтение как более помехоустойчивому по сравнению с электрическим методом. Однако в электромагнитном методе возникают

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

трудности другого порядка. Одна из них состоит в том, что по своим характеристикам сигналы излучения от ЧР во внутренних дефектах изоляции весьма схожи с сигналами от перезарядки частиц загрязнения. По этой причине задача определения вида дефекта, генерирующего ЭМИ, остаётся весьма сложной.

Электромагнитные датчики ЧР представляют собой электромагнитные антенны, настроенные для работы в сверх- и ультравысокочастотном диапазоне, что позволяет отстроиться от низкочастотных помех. Датчики могут быть установлены на изоляторы в местах стыковки модулей КРУЭ или на внутренней поверхности оболочки КРУЭ (на заводе-изготовителе во время производства) или на смотровые окна, выполненные из диэлектрических материалов. УВЧ датчики ЧР являются наиболее эффективным и перспективным средством регистрации ЧР в КРУЭ. Они позволяют локализовать место происхождения ЧР в оборудовании. УВЧ регистрации отдаётся предпочтение как намного более помехоустойчивой. Границы частотных диапазонов, на которые можно ориентироваться при регистрации электромагнитного излучения ЧР занимают диапазон от 270 до 1700 МГц. Главная проблема при УВЧ регистрации ЧР состоит в необходимости перевода измеренного антенной сигнала электромагнитного излучения в привычные для нормирования характеристики. По этой причине нет и норм на регистрируемые характеристики, однако объём исследований в этом направлении стремительно растёт. Основным руководящим документом на акустический и УВЧ-методы регистрации ЧР является [2].

Также, большую важность имеет влияние внешних факторов, таких как температура корпуса КРУЭ, влажность в помещении и качество монтажа системы на результаты диагностики. Помимо характеристик ЧР, требует внимания и периодичность формирования системой диагностики предупредительных и аварийных сигналов для оценки результатов её работы.

На рисунке 2 представлено распределение срабатываний предупредительной сигнализации стационарной системы онлайн диагностики КРУЭ напряжением 220 кВ, реализованного по схеме №220-9 – одна рабочая секционированная система шин [4], по месяцам года. В большинстве случаев системой выдавались предупредительные сигналы с описанием «Периодически повторяющиеся разряды, отличающиеся от имеющихся в экспертной системе образов дефектов», которые абсолютно не вносят ясности в причины возникновения ЧР.

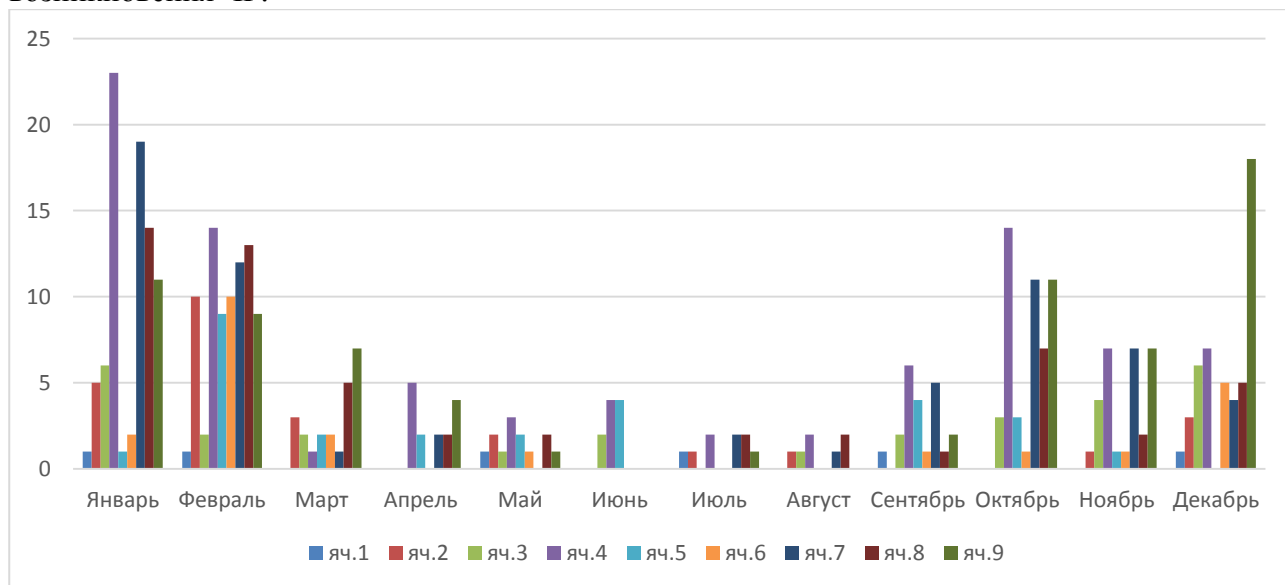


Рис. 2. Распределение срабатываний предупредительной сигнализации по месяцам года.

Проведение диагностических исследований и мониторинг состояния оборудования является комплексной задачей, включающей в себя подготовку, проведение измерений и

анализ полученных результатов. Каждый этап содержит большое количество особенностей, которые необходимо учитывать для получения достоверных данных. Большинство ошибок при проведении диагностирования совершается на этапах измерений и интерпретации их результатов. В настоящее время наиболее распространённые методы регистрации частичных разрядов (ЧР) в КРУЭ предусматривают вывод всего оборудования или его части в ремонт на время диагностирования либо установку стационарной системы контроля активности ЧР в режиме реального времени. Оба варианта влекут за собой значительные финансовые издержки. В случае вывода оборудования в ремонт они являются косвенными и обусловлены простоем производственного оборудования у потребителей электроэнергии, в другом случае издержки несёт будущий владелец оборудования на этапе его закупки, так как стоимость системы онлайн мониторинга может достигать 15 % от стоимости самого КРУЭ [5].

Конечной целью технической диагностики является устранение дефекта. Диагностика позволит в полной мере выяснить в каком состоянии сейчас находится оборудование и на какие узлы в дальнейшем следует обратить внимание. Только заблаговременное обнаружение дефекта является главным аргументом, оправдывающим затраты на систему диагностики. Диагностика направлена на минимизацию потраченных средств, при проведении ремонтных и сервисных работ.

Основными критериями, используемыми для выбора конфигурации системы мониторинга, что определяет ее стоимость, являются экономические и технические параметры. Это:

- статистика повреждаемости элементов высоковольтного оборудования, данного типа и данной марки. Эта информация позволяет оптимизировать набор методов и средств, необходимых для конкретной системы диагностического мониторинга.

- сравнительная оценка стоимости системы мониторинга со стоимостью системы обслуживания по типу: «стандартное обслуживание + периодическое комплексное обследование».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 55191 — 2012 Методы испытаний высоким напряжением. Измерения частичных разрядов.
2. МЭК 62478(2016) Методы испытаний высоким напряжением. Измерение частичных разрядов электромагнитным и акустическим методами.
2. РД 34.46.303-98 Методические указания по подготовке и проведению хроматографического анализа газов, растворенных в масле силовых трансформаторов.
3. СТО 34.01-23.1-001-2017 Объем и нормы испытаний электрооборудования.
4. СТО 56947007-29.240.30.010-2008 Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35 – 750 кВ. Типовые решения.
5. Аракелян, В.Г. Оперативная диагностика состояния элегазового оборудования по физико-химическим показателям / В.Г. Аракелян // Электротехника. – 2002. – № 3. – С. 56 – 65.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ РАБОТ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Чекалин Никита Сергеевич

Инженерная школа; кафедра сварочного производства

Научный руководитель: Воробьев Алексей Юрьевич, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: сварка, производство, аттестация, сертификация, энергетика, аттестация, сварщик, квалификация, швы, качество.

Согласно ISO 9001 сварку следует отнести к числу специальных процессов, когда конечный результат нельзя в полной степени проверить последующим контролем, испытанием продукции или когда, например, дефекты могут быть выявлены только в процессе использования продукции.

Дуговую сварку неплавящимся электродом в инертных газах широко применяют при ремонте различных конструкций и элементов энергетического оборудования. Данный способ пригоден для восстановления поврежденных трубных систем, деталей паровых турбин и прочих элементов конструкций энергетического оборудования.

Общепризнано, что существенное повышение качества продукции может быть достигнуто за счет внедрения системы управления качеством и независимой сертификации производства.

Обычно в данных случаях соответствие установленным требованиям достигается непрерывным регулированием процессов, для чего используются специальные правила и процедуры сертификации.

Переход России к рыночной экономике в начале 90-х вызвал ослабление государственного надзора за качеством выпускаемой продукции в сварочном производстве и, как следствие, возросло количество аварий на опасных производственных объектах. Для решения данной проблемы Россия нуждалась в независимой системе проверки квалификации сварщиков.

Энергетическое оборудование работает в условиях высоких температур и испытывает тяжёлые нагрузки в результате тепловых воздействий и внутреннего давления. В основном, такие конструкции изготавливают из термически-устойчивых сталей. Сварка таких материалов требует обязательного проведения контроля качества сварных соединений на всех этапах производства в соответствии с требованиями Ростехнадзора.

Можно выделить несколько основных причин наиболее частых повреждений деталей:

1. Дефекты конструкции. Дефекты связаны с плохим качеством материала и/или технологии сварки.
2. Дефекты изготовления. В процессе изготовления литых деталей в результате несовершенства технологии литья часто встречаются поры, включения, пузыри, усадочные трещины, трещины от внутренних напряжений.
3. Ошибки эксплуатации. Попадание воды, вызывающее прямолинейные и клиновидные межкристаллитные трещины вследствие резкого охлаждения металла. Причиной этих трещин служит либо термическая усталость, либо исчерпание длительной прочности материала.

Анализ состояния оборудования на ряде электростанций показывает, что наибольшее количество повреждений обнаруживают на корпусных деталях турбин (43% от общего количества повреждений) и главных паровых задвижках (34%). Наименее повреждаемыми являются литые колена (4%) и тройниковые соединения (6%).

Основным способом восстановления поврежденных деталей турбин, корпусов и паровой арматуры является дуговая сварка. Сложность ремонта с помощью сварки крупногабаритных деталей в условиях электростанции заключается в том, что во многих случаях невозможно проведение надлежащего контроля качества.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

С сожалением приходится констатировать тот факт, что, несмотря на значительные успехи, достигнутые в области сварочного производства, недостаточное качество сварных соединений относится к числу значимых причин разрушения конструкций.

Для обеспечения качества выполненных работ все специалисты, ответственные за ремонт должны обладать должным уровнем квалификации. Сварщики должны быть аттестованы по системе НАКС.

При ремонте следует провести пооперационный контроль выполнения технологических требований. После осмотра и контроля деталь предъявляют к осмотру инспектору Ростехнадзора, и подвергают гидравлическим испытаниям.

В начале 1990-х годов Россия перешла на рыночную экономику, что не вызвало усиления государственного надзора. Качество продукции в сварочном производстве ухудшилось, в след за этим начало расти количество аварий на опасных производственных объектах, ответственных конструкциях. Независимая система проверки квалификации призвана решить эту проблему.

К формированию новой системы приступили МВТУ им. Н. Э. Баумана как ведущий центр развития сварочного производства и Госгортехнадзор РФ как основной орган надзора за безопасностью в промышленности. И уже в 1992 г. на свет появилась специальная организация по обеспечению аттестации персонала по сварочному производству – Национальный аттестационный комитет по сварочному производству (ныне Национальная ассоциация контроля сварки – НАКС).

Первым шагом на пути создания данной системы являлась разработка документа, определяющего процедуру подтверждения квалификации персонала сварочного производства. Его прообразом мог бы послужить один из существующих на тот момент документов, например, документы Немецкого сварочного общества (DVS), Американского сварочного общества (AWS) и т.д. Однако анализ действующих зарубежных нормативных документов дал четко понять, что их непосредственное применение в России невозможно, поэтому за основу новых правил были взяты европейские нормы EN 287 в редакции 1993 года с последующей переработкой и адаптацией к условиям российского сварочного производства.

Основные достоинства норм EN 287 в версии 1993 г. состояли в следующем: принцип независимости аттестационного органа от работодателя и обучающего учреждения; принцип формирования значимых признаков и формирования областей распространения; принцип распределения марок основных материалов по однотипным группам; стандартизация требований к процедурам аттестации.

К недостаткам норм EN 287 в версии 1993 г. можно отнести:

1. отсутствие объективной ориентации процедур аттестации;
2. недостаточно широкий охват процессов и способов сварки;
3. недостаточное внимание к проверке теоретической подготовки сварщиков;
4. отсутствие требований к процедурам аттестации персонала, осуществляющего руководство и технический надзор в сварочном производстве.

Образованной вместе с НАКС в 1992 г. рабочей группе под руководством Н.П. Алешина, состоящей из ведущих специалистов кафедр сварки вузов РФ и представителей Госгортехнадзора и Госатомнадзора, предстояло разработать новые Правила аттестации и устранить в них недостатки европейских норм.

Одновременно с разработкой нормативных документов полным ходом шло развитие сети аттестационных центров (АЦ) во всех промышленных регионах России. Юридически независимые АЦ должны были стать рабочими органами системы аттестации.

Образованной вместе с НАКС в 1992 г. рабочей группе под руководством Н.П. Алешина, состоящей из ведущих специалистов кафедр сварки вузов РФ и представителей Госгортехнадзора и Госатомнадзора, предстояло разработать новые Правила аттестации и устранить в них недостатки европейских норм.

Одновременно с разработкой нормативных документов полным ходом шло развитие сети аттестационных центров (АЦ) во всех промышленных регионах России. Юридически не зависимые АЦ должны были стать рабочими органами системы аттестации.

Пройдя через тернистый путь, в 1999 г. работа над документами была завершена, и на свет появились «Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» (ПБ 03-273-99), которые устанавливали уровни профессиональной подготовки и порядок аттестации сварщиков и инженерно-технических работников, и «Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» (ПБ 03-278-99), который устанавливал порядок проведения аттестации.

Была проделана колоссальная работа, но нельзя было останавливаться на достигнутом, ведь система сертификации сварочного производства не может быть застывшей, поскольку она должна учитывать изменения, обусловленные техническим прогрессом и более глубоким осмыслением задач сертификации. Международная практика демонстрирует постоянную корректировку и переработку действующих стандартов. Аналогичные процессы сопровождают развитие системы НАКС [2].

Со временем была существенно переработана процедура аттестации по способам сварки и материалам. И, таким образом, в 2002 г. был разработан и утвержден «Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (РД 03-495-02)». К нововведениям также можно отнести разработку новых процедур аттестации на сварку арматуры, конструкций мостов и неметаллических изделий (полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида).

Следующим шагом на пути развития системы аттестации сварочного производства стало введение в действие новых нормативных документов: РД 03-613-03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов», РД 03-614—03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов», РД 03-615—03 «Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

Таким образом, система аттестация сварочного производства объединяет в себе проведение следующих аттестационных процедур:

- аттестацию персонала, выполняющего сварочные работы (сварщиков), и специалистов сварочного производства;
- аттестацию сварочного оборудования;
- аттестацию технологии сварки.

Как было сказано выше, основной документ, по которому проводится аттестация сварщиков и специалистов сварочного производства, – это ПБ 03-273-99. Данные Правила аттестации регламентируют процедуру проведения аттестации сварщиков и инженерно-технических работников сварочного производства на предприятии. Этот нормативный документ устанавливает четыре уровня профессиональной подготовки:

- I уровень – аттестованный сварщик;
- II уровень – аттестованный мастер-сварщик;
- III уровень – аттестованный технолог-сварщик;
- IV уровень – аттестованный инженер-сварщик [3].

Сама процедура аттестация начинается с подачи документов в аттестационный центр, среди них заявка предприятия на аттестацию сварщика или специалиста сварочного производства; копия документа об образовании; справка о стаже работы и т.д. На основе заявки аттестационный центр определяет, какие образцы должен будет варить сварщик на экзамене или какое практическое задание выполнит специалист сварочного производства. При необходимости проводятся консультации с заказчиком. При первичной аттестации учебным центром проводится специальная подготовка кандидатов на аттестацию, после чего идет, собственно, сама аттестация, то есть выполнение экзаменуемым практического и теоретического

го заданий. При положительном решении комиссии оформляется протокол и выдается аттестационное удостоверение сроком на два года для сварщика, на три года для специалиста II и III уровней, на пять лет для специалиста IV уровня.

Нельзя сказать, что аттестация сварщиков в России – это что-то новое, нет, это не так. Аттестация проводилась за долгое время до создания НАКС. Однако в те годы система аттестации персонала распространялась только на аттестацию лиц, непосредственно выполнявших сварочные работы (сварщиков), и проводилась комиссией, состоящей из главного сварщика или руководителя сварочных работ предприятия, представителя руководства цеха, представителя отдела технического контроля предприятия, представителя отдела техники безопасности предприятия, т.е. из должностных лиц тех промышленных предприятий, где эти сварщики работали.

Появление НАКС и новой системы аттестации не всеми было воспринято положительно. Многие руководители сварочных подразделений предприятий, особенно главные сварщики, считали, что новая система аттестации не нужна, мотивируя это необходимостью материальных затрат. Ранее аттестация сварщиков, якобы, была бесплатной. Однако и при существовавшей до того времени системе аттестации сварщиков нужно было сваривать контрольные образцы, испытывать их и т. п., что при соблюдении установленных требований влекло за собой материальные затраты. Ведь материалы, электроды, проволока, газы, электроэнергия не бесплатны. Истинная причина противостояния заключалась в следующем: если раньше главный сварщик был подконтролен только руководству предприятия, то при новой системе его периодически должно было проверять постороннее лицо, которое могло поставить под сомнение его компетентность. Это оказалось особенно важным для должностных лиц среднего звена (бригадиров, мастеров, работников технических бюро и т. д.), так как некоторые из них не обладали достаточными знаниями в области сварочного производства [1].

Таким образом, система аттестации, предложенная НАКС, предполагает непрерывное поддержание специалистом профессиональных знаний на необходимом уровне и обеспечивала объективность результатов аттестации. Благодаря независимому контролю сварочных работ, уменьшается количество брака на предприятии, увеличивается профессионализм сварщиков и инженерно-технических работников сварочного производства, а как следствие снижается аварийность и травматизм на опасных производственных объектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алешин Н.П. НАКС: история и современность // Сварка и диагностика. 2012. № 3.
2. Лукьянов В.Ф. НАКС: 20 лет становления и развития // Сварка и диагностика. 2012. № 4. С. 2 – 4.
3. ПБ-03-273-99. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России, 1999. 17 с.
4. РД 03-614-03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. Утверждены Постановлением Госгортехнадзора России, 2003. 27 с.
5. Подрез В.П. Аттестация как способ повышения организационно-технического уровня предприятия // Сварка и диагностика. 2010. №2. С. 61-62.
6. РД 03-615-03. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.
7. Анохов . А.Е, Корольков П.М. Сварка и термическая обработка энергетического оборудования при ремонте. // Экотехнология. Киев 2003.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ МЕДИ СО СТАЛЬЮ

Чен Мун Ир

Инженерная школа; кафедра сварочного производства

Научный руководитель: Леонтьев Лев Борисович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: точечная сварка; сварной соединении

Точечная сварка является разновидностью контактной сварки. При этом способе, нагрев металла до температуры его плавления осуществляется теплом, которое образуется при прохождении большого электрического тока от одной детали к другой через место их контакта. Одновременно с пропуском тока и некоторое время спустя после него производится сжатие деталей, в результате чего происходит взаимное проникновение и сплавление нагретых участков металла.

Свариваемые заготовки накладывают друг на друга и зажимают обычно между двумя металлическими электродами с приложением к ним усилия $F_{св}$. После этого включается питание, которое вызывает в проводах, электродах и свариваемых деталях электрический ток величиной до нескольких единиц или десятков кА. В результате в зоне контакта заготовок по оси электродов начинается процесс нагрева и расплавления металла. Уплотняющий поясok пластически деформированного металла, прилегающий к расплаву, предохраняет его от выплеска и взаимодействия с воздухом.

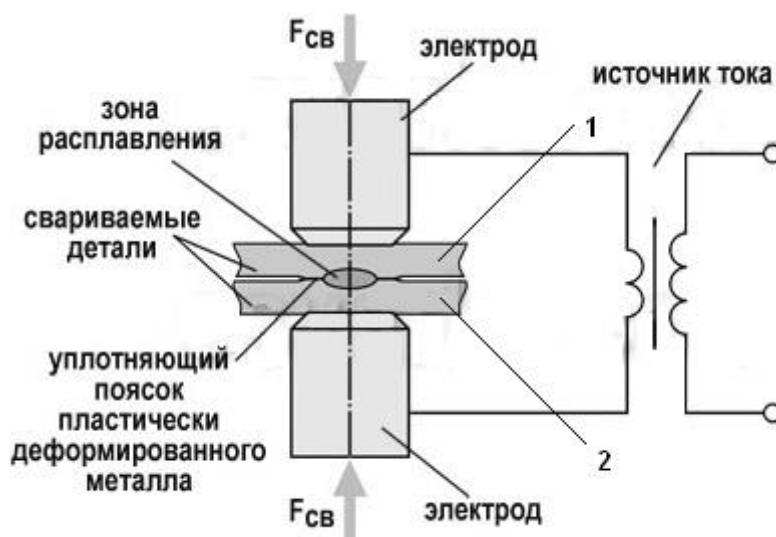


Рис.1. Схема точечной сварки
1-медь, 2-сталь

Как правило, при сварочной сварке качество сварочного соединения оценивается по прочности его адгезии.

Факторы технических условий, влияющие на прочность адгезии точечно-сварочного соединения, включают в себя ток сварки, силу нажима, время сварки.

От тока сварки, силы нажима, времени сварки(времени прохождения тока) зависят прочность адгезии точечно-сварочного соединения и качество сварочного соединения.

1. Влияние тока сварки на адгезионную прочность

Вообще, в отличие от других видов сварки точечная ведется при весьма высоком токе и низком напряжении, поэтому ток играет очень важную роль для определения качества сварочного соединения.

Поэтому экспериментально рассмотрели влияние сварочного тока на адгезионную прочность точечно-сварочного соединения, являющегося важным фактором определения ка-

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

чества сварочного соединения при точечной сварке меди и никелированной стальной пластины.

Эксперимент был проведен следующим образом: закрепили в определенных значениях время сварки, силу нажима, диаметр электродов, оценили адгезионную прочность в зависимости изменения тока сварки. Ток регулировали путем регулирования числа обмотки первой катушки.[1]

$$I_1 W_1 = I_2 W_2$$

Время сварки определили 0.02С, а диаметр электродов - 3мм и 5мм соответственно.

Адгезионную прочность оценили, как в рис.1, путем изготовления пробы и измерения силы разреза на испытателе растяжения.

Размеры пробы следующие:

Медная пластина - 10×100×0.3мм, стальная пластина - 10×100×0.7мм.



Рис.2. Форма и размеры пробы для оценки адгезионной прочности точно-сварочного соединения.

Таблица. 1. Адгезионная прочность точно-сварочного соединения в зависимости от изменения травящего раствора и сварочного тока

сварочный ток, А	5800	5900	6400	6800	7300	7800	8000
адгезионная прочность, МПа	52.1	53.7	55.2	56.4	57.3	57.9	56.4

Как можно узнать от результатов экспериментов, адгезионная прочность сварочного соединения увеличивается по мере увеличения сварочного тока, но в пределах определенного сварочного тока, наоборот, снижается адгезионная прочность. Это связано с тем, что при чрезмерном увеличении сварочного тока, как можно узнать по термоанализу, расширяется температурное распространение и увеличивается тенденция к обжиговой модификации материала.

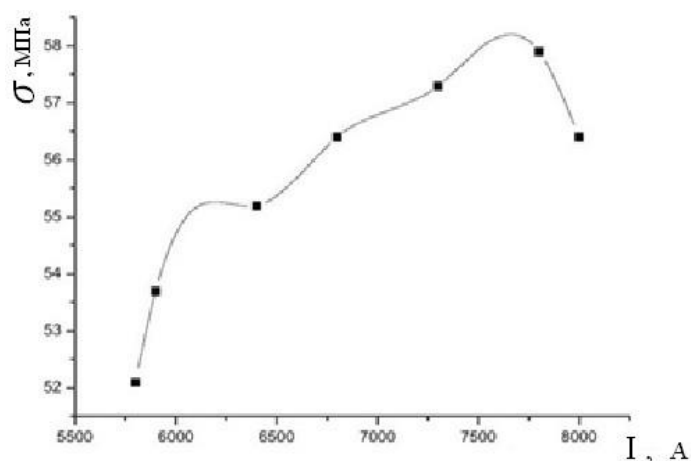


Рис.3. Влияние сварочного тока на адгезионную прочность точно-сварочного соединения.

2. Влияние силы нажима на адгезионную прочность точечно-сварочного соединения

Сила нажима также является одним из важных факторов в увеличении прочности точечно-сварочного соединения.

При точечной сварке сила нажима на материал расходуется на модификацию материала.

Поэтому важно, с учетом пределов текучести веществ материала и толщины материала, верно определить и силу нажима на материал.

Было экспериментально рассмотрено влияние силы нажима на адгезионную прочность точечно-сварочного соединения, этого важного фактора, определяющего качество сварочного соединения при точечной сварке медной и никелированной стальной пластин.[1, 2]

Эксперимент был проведен следующим образом: закрепили в определенных значениях время сварки, силу нажима, диаметр электродов, оценили адгезионную прочность в зависимости изменения тока сварки.

Адгезионную прочность оценили, как и при рассмотрении влияния сварочного тока, путем изготовления пробы и измерения силы разреза.

Ток, использованный при эксперименте, 7300А, а время сварки 0.02С.

Таблица 2. Адгезионная прочность точечно-сварочного соединения в зависимости от изменения силы нажима.

сила нажима, Н	130	160	180	210	240	260
адгезионная прочность, МПа	56	56.3	56.5	56.7	55.6	54.5

В результате, когда закрепили в определенных значениях время сварки, силу нажима, диаметр электродов и изменяли лишь силу нажиму, наблюдалась тенденция уменьшения адгезионной прочности по мере увеличения силы нажима. Это объясняется тем, что чем больше сила нажима, тем меньше становится контактное сопротивление между двумя материалами и уменьшается возникновение тепла от контактного сопротивления.

Но при недостаточной силе нажима наблюдался перегрев соединения или выход литейного ядра на месте нажима на электрод или возникновение мышьяковой кислоты, в результате чего слишком видоизменялся материал и разрушалась часть соединения.

Эксперимент показывает, что на сопредельной стороне двух материалов контактное сопротивление обратно пропорционально силе нажима.

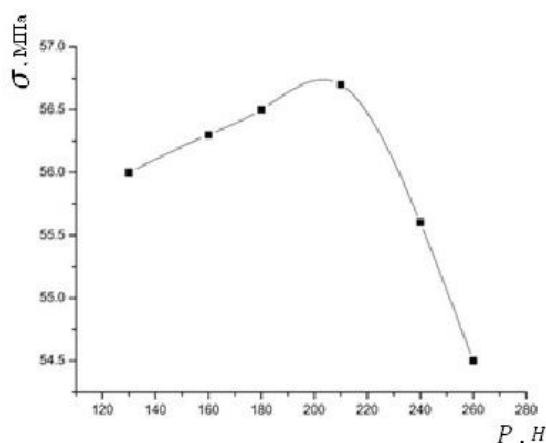


Рис.4. Влияние силы нажима на адгезионную прочность точечно-сварочного соединения.

3. Влияние времени сварки на адгезионную прочность точечно-сварочного соединения

Было экспериментально рассмотрено влияние сварочного тока на адгезионную прочность соединения при точечной сварке медной и никелированной стальной пластин.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Эксперимент был проведен методом проведения точечной сварки с изменением лишь времени сварки при закреплении всех остальных факторов технических условий сварки (сварочного тока, силы нажима, диаметра электродов и др.) и оценки адгезионной прочности.[3, 4]

Эксперимент провели при закреплённом токе сварки 7300А и закреплённой силе нажима 180Н, изменяя время в пределах 0.01 ~ 0.05С.

Адгезионную прочность оценили, как и в предыдущих экспериментах, путем оценки силы разреза на испытателе растяжения.

Таблица 3. Адгезионная прочность точно-сварочного соединения в зависимости от времени сварки.

время сварки, С	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
адгезионная прочность, МПа	53.9	54.4	55.3	55.7	56.3

Чем больше дается времени прохождения тока, тем увеличивается диаметр соединения сварочного соединения и столько увеличивается его адгезионная прочность. Однако при чрезмерном времени прохождения тока перегревается соединение, что мешает нормальному образованию соединения и приводит к прилипанию материала к поверхности электрода.

А также, если слишком долго теплоизлучение в сварочном соединении, медная пластина подвергается отжигу и лишается упругости, в следствие чего не сможет выполнить свою функцию как музыкальный инструмент.

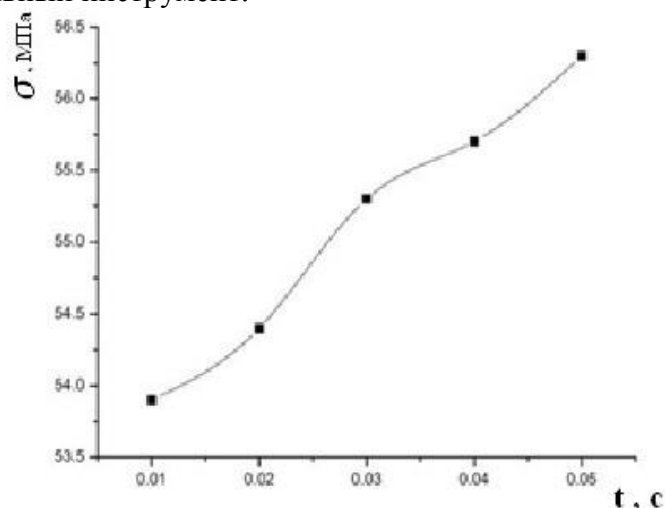


Рис.5. Влияние времени сварки на адгезионную прочность точно-сварочного соединения.

Заключение.

В этой статье было экспериментально рассмотрено влияние каждого фактора (тока сварки, силы нажима, времени сварки. и др) на прочность адгезии при точечной сварке меди со сталью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Банов М.Д. Технология и оборудование контактной сварки: учебник / — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 224 с.
2. Катаев, Р.Ф. Теория и технология контактной сварки: учебное пособие/— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 144 с.
3. Н. В. Cary: 'Modern welding technology'; 2002, Upper SaddleRiver, NJ, Prentice Hall.
4. U. Dilthey and P. Ohse, "The front line in modeling of resistance welding," Journal of Japan Welding Society, vol. 76, p. 14–18, 2007.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Шаронов Амиршоҳ Аҳадҷонович

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Горбенко Юрий Михайлович, канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, системы подвижной радиосвязи, непреднамеренные электромагнитные помехи.

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) систем подвижной радиосвязи радиоэлектронных средств (СПР) возникла из насущных нужд развивающейся радиоэлектроники. Первыми результатами решения проблемы ЭМС были частные успехи по ослаблению влияния непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП). Затем проблема ЭМС распространилась на все виды радиоэлектронных и электронных средств. Стало очевидным, что нельзя проектировать, конструировать, производить и эксплуатировать упомянутые средства без учета обеспечения их ЭМС. Оказалось, что для дальнейшего развития радиоэлектроники задача обеспечения ЭМС имеет не меньшее значение, чем обеспечение аппаратурной надежности работы или миниатюризация тех же средств. Поэтому любой специалист в области радиоэлектроники должен знать принципы обеспечения ЭМС и применять свои знания в этой области при разработке, производстве и эксплуатации средств. Все это говорит о том, что проблема обеспечения ЭМС превратилась в новое самостоятельное научно-техническое направление современной радиоэлектроники.

Характерная особенность нового направления - его комплексность, заключающаяся в том, что проблема обеспечения ЭМС проникает почти во все существующие направления радиоэлектроники, устанавливает взаимосвязи между ними и даже объединяет их с позиций целостности радиоэлектроники как отрасли хозяйства.

В каждом конкретном случае задача обеспечения ЭМС решается путем системного подхода, что также является особенностью нового направления. «Системность» различных технических средств, имеющих электромагнитные свойства, характеризуется «параметрами ЭМС». Их изучение и использование в практической деятельности обогащает теоретико-практическую базу радиоэлектроники.

Электромагнитная совместимость радиоэлектронного (электронного) средства - это его способность функционировать совместно и одновременно с другими средствами, имеющими электромагнитные свойства, при возможном действии непреднамеренных электромагнитных помех, не создавая при этом недопустимых помех другим радиоэлектронным и электронным средствам.

В настоящее время конвергенция фиксированных и мобильных сетей связи создала ситуацию, когда несколько цифровых технологий стали являться конкурентами в области предоставления услуг на рынке подвижной радиосвязи. Несмотря на изменение политики регулирования использования радиочастотного ресурса и введение гибкого подхода к использованию радиочастотного спектра [1], вопросы качества предоставления услуг в области подвижной радиосвязи не получили облегчения ситуации из-за дефицита частот.

Политика беспроводного доступа для служб электронных коммуникаций (WAPECS – Wireless Access Platforms for Electronic Services) – это политика, которая представляет концепцию гибкого варианта регулирования радиочастотного спектра.

Концепция WAPECS предполагает, что услуги связи могут предоставляться с использованием принципов технологической и сервисной нейтральности на основе требований по избеганию взаимных помех.

По концепции WAPECS под сервисной нейтральностью понимается, то, что любая услуга службы подвижной радиосвязи может быть предоставлена в любом из выбранных из WAPECS-диапазонов частот посредством любого типа сети электросвязи и не должно быть диапазонов частот, зарезервированных для какого-либо пользователя или использования от-

дельными службами радиосвязи». Однако, основным условием остается отсутствие помех другим радиослужбам, что относится к вопросам межсистемной электромагнитной совместимости [1].

Согласно принципу технологической нейтральности, частотный диапазон становится более не привязан к технологии, например, GSM. Этот же диапазон становится доступным и иным технологиям, таким как, например, LTE. Но реализация этого принципа может быть усложнена тем, что для соблюдения электромагнитной совместимости внутри самой системы и между различными системами выделены полосы частот для организации защитного интервала не столько между различными службами, сколько это необходимо технологиям для того, чтобы передача данных не создавала помех передаче голоса.

В целях соблюдения ЭМС основным методом реализации технологической нейтральности использования радиочастот является введение понятия «маски излучения передатчика» (BEM – Block Edge Mask) или «краевая маска блока», далее – «маска BEM». В соответствии с Рекомендацией ЕСС (11)06: «Измерения соответствия маске границы блока для базовых станций» разработаны возможные способы выполнения требований ЭМС с помощью вышеуказанных масок путем использования оборудования с требуемыми спектральными характеристиками (а), либо с использованием защитной полосы частот (б) (см. рис. 1).

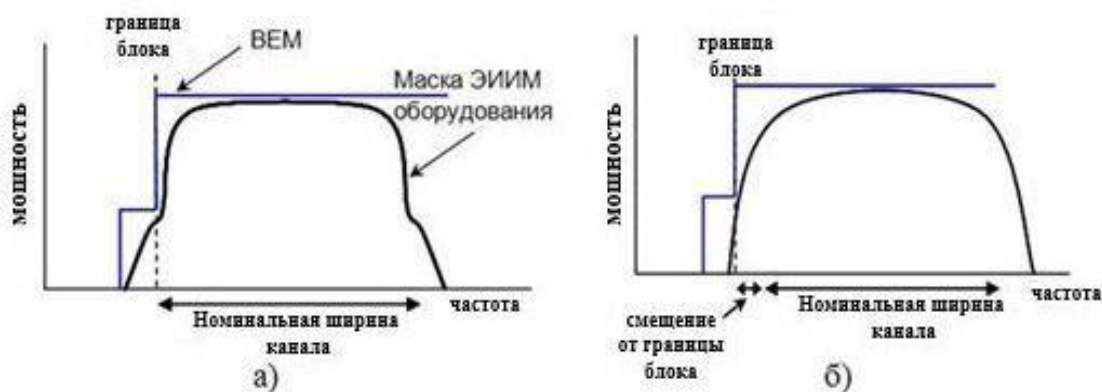


Рис. 1. Способы выполнения ЭМС с помощью маски BEM.

Соблюдение требуемых норм ЭМС возможно также с использованием дополнительных фильтров, т.е. посредством снижения мощности передатчика (рис. 2 в), а также с использованием возможности самостоятельно договориться о снижении требований маски BEM (см. рис. 2 г).

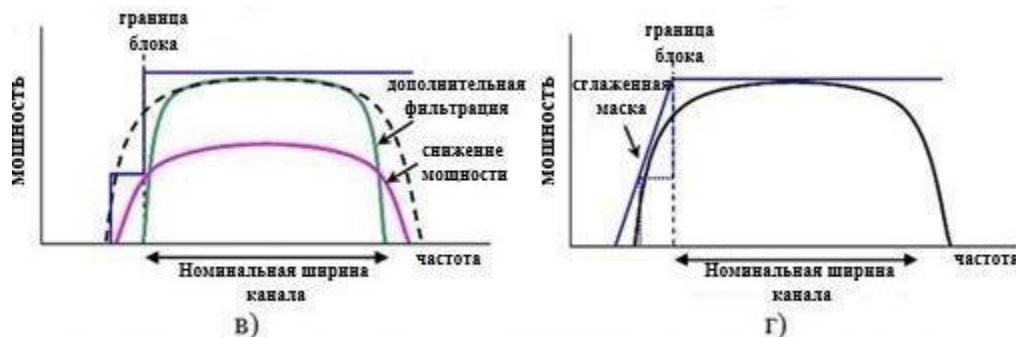


Рис. 2. Способы выполнения ЭМС с помощью маски BEM.

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Однако использование масок ВЕМ не гарантирует отсутствия помех на 100%, а только лишь обеспечивает их минимизацию до требуемого уровня и не всегда может решить проблемы с ЭМС.

В таких случаях в лицензии операторов включаются требования по исключению возможных помех приемникам в соседних полосах частот за счет самих же операторов, например, путем установки фильтров на приемники. При переходе к технологической нейтральности контролирующие органы надзора отслеживают только граничные условия (на границе лицензируемой территории) без осуществления детальной экспертизы ЭМС.

Таким образом, использование полос частот на основе маски ВЕМ целесообразно только в тех диапазонах, где отсутствуют РЭС других радиослужб или технологий, особенно там, где присутствуют РЭС военного назначения.

Однако существующий традиционный метод с указанием перечня технологий и условий для них хорошо согласуется с принципом разработки норм частотно-территориальных разнесов, уже использующийся на территории РФ. Это означает, что в РФ уже существуют примеры технологической нейтральности. Теперь практически рассмотрим возможности современных операторов сотовой связи по внедрению LTE с использованием собственных радиочастотных ресурсов.

Общий радиочастотный ресурс имеет следующие ограничения и содержит для GSM 124 несущие и 374 несущие для стандарта GSM-1800 (DCS1800). Этот запас частот, как правило, предназначен для всех конкурирующих операторов систем подвижной радиосвязи, функционирующих на одной и той же территории. Количество операторов, одновременно работающих на лицензионной территории, как правило, 4 (но не более 5). Исходя из уже известных правил ЭМС, утвержденных для системы GSM разнос между частотными каналами составляет 200 кГц. Таким образом, в среднем один оператор может иметь ширину полосы 4-5 МГц (от 20 до 25 частотных каналов) в диапазоне GSM900 и 16-17 МГц (80-85 частотных каналов) в диапазоне DCS-1800.

В соответствии с WAPECS использование диапазона LTE совместно с диапазоном передачи голосовых сообщений должно происходить при соблюдении требований ЭМС.

В настоящее время условия совместимости стандартов разработаны и приняты для GSM900 и UMTS. И в перспективе лишь планируется переход на LTE, но это потребует дополнительного решения Главного радиочастотного центра РФ. Более того, количество номиналов частот в диапазоне GSM900 невелико (см. рис. 3).

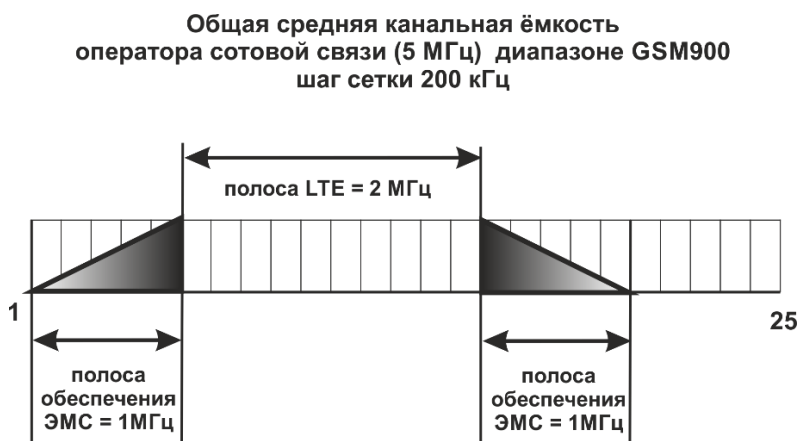


Рис. 3. Ёмкость полосы частот, занимаемой в GSM стандартом LTE в 2 МГц.

И при наличии у оператора 20–25 номиналов частот для планирования сети, соиспользуя минимальный разнос частот для класса излучения «1M08 и 1M40», минимум 10 номиналами радиочастот голосового трафика необходимо будет пожертвовать для защитной полосы LTE в целях соблюдения ЭМС. Это решение может стать критическим в плане значительного снижения количества голосовых каналов. Использование диапазона DCS-1800 (см. рис. 4) в качестве частичного использования для системы LTE является наиболее обоснованным.

Общая средняя канальная ёмкость
оператора сотовой связи (17 МГц) в диапазоне DCS-1800
шаг сетки 200 кГц



Рис. 4. Ёмкость полосы частот, занимаемой в DCS стандартом LTE в 2 МГц.

Из рисунка 4 видно, что использование ресурса диапазона DCS в процентном отношении приносит меньше сложностей по сравнению с диапазоном GSM.

В целях сохранения имеющегося уровня качества в системах подвижной радиосвязи и не снижения одного из основных параметров качества сотовой сети связи – пропускной способности сети – наиболее целесообразным, безусловно, является использование диапазона DCS-1800. Особенно это рекомендация важна для тех операторов мобильной связи, которые не обладают лицензией на 3G технологию (технологию третьего поколения), так как на сегодняшний день только она способна предоставлять голосовые каналы вместо систем 2G диапазонов.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Шевченко Надежда Вячеславовна

*Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники
Научный руководитель: Дремин Петр Антонович, начальник отдела
управления производственными активами,
филиал ПАО «ФСК ЕЭС» «ПМЭС»*

Ключевые слова: заземляющее устройство, контроль состояния, методы контроля.

В данной статье рассмотрены проблемы контроля состояния заземляющих устройств (ЗУ). Актуальность этой темы не вызывает сомнений. Проанализированы существующие методы и способы оценки состояния ЗУ. Выявлена и обоснована необходимость разработки современных мероприятий по контролю ЗУ. На основе проведенного исследования автором предлагается проанализировать неисправности ЗУ большинства подстанций и разработать комплекс мер которые смогут обеспечить соответствие ЗУ требованиям электробезопасности.

Заземление — это очень важный элемент любой электроустановки. Необходимо правильно эксплуатировать ЗУ, а также вести контроль за их состоянием. Несвоевременное обслуживание может привести к серьезной аварии или гибели людей. Задачей заземления является возможность предотвращения поражения электрическим током при соприкосновении с токоведущими частями или оборудованием, оказавшимся под напряжением вследствие неисправностей. Проблема контроля состояния ЗУ актуальна по сей день, так как в большинстве случаев на предприятиях используется несовременное оборудование и работает недостаточно квалифицированный персонал. Существующие методы контроля не позволяют с точностью определить состояние устройств.

Как определить состояние ЗУ? Для этого необходимо:

1. Определить сопротивление грунта.
2. Провести измерение сопротивления ЗУ.
3. Определить напряжение на ЗУ.
4. Провести измерение напряжения прикосновения.
5. Определить распределение напряжения и тока по элементам ЗУ при токах короткого замыкания.
6. Определить тепловую стойкость заземлителей, заземляющих проводников и экранов кабелей.
7. Определить коррозионное состояние заземляющих проводников и заземлителей.

Очень важно, чтобы работы по определению состояния ЗУ производились в соответствии с действующими Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок. Ниже представлены основные требования к работам, проводимым на ЗУ.

1. Все работы, проводимые по измерению электрических характеристик необходимо выполнять по специальным нарядам. Наряд – допуск оформляется допускающим. Так же допускающий должен провести целевой инструктаж.

2. На функционирующих энергетических объектах все измерения производятся с использованием вынесенных токовых и потенциальных электродов. Обязательно должны приниматься меры к защите от воздействия полного напряжения на заземлителе при стекании с него тока однофазного короткого замыкания на землю.

3. Весь персонал, который производит измерения на энергетических объектах, должен работать в специальных диэлектрических ботах, диэлектрических перчатках, пользоваться инструментом с изолированными ручками. Это очень важный пункт, так как часто на энергетических объектах работает недостаточно квалифицированный персонал. К сожалению, гибель персонала на рабочем месте не редкое явление.

4. При сборке измерительных схем необходимо сначала присоединять провод к вспомогательному токовому или потенциальному электроду, и только потом присоединить к соответствующему измерительному прибору.

Когда будут соблюдены все правила техники безопасности, представленные выше, можно приступить к проверке состояния устройств. Контроль состояния ЗУ и проведение испытаний на подстанциях проводят не реже одного раза в три года, либо перед вводом в эксплуатацию. На цеховых установках – не реже одного раза в год.

Для того, чтобы оценить состояние ЗУ необходимо для начала произвести внешний осмотр, следом проверку, а потом испытание данного устройства. Так же сюда относится исследование документации, это могут быть акты монтажа, протоколы измерений, исполнительные чертежи или иная техническая документация. При визуальном осмотре ЗУ особое внимание следует уделить контактному соединению с землей, креплению проводников, степени коррозии, и наличию или отсутствию нагрева. Проводится внешний осмотр не только заземления, но и всего оборудования.

Проверка происходит после осмотра, и в первую очередь внимание уделяется тем узлам, состояние которых вызывает сомнения. Проверяются на прочность мелкие детали устройства, при необходимости производится, как говорят, косметический ремонт, например, окраска отдельных частей, пострадавших от воздействия окружающей среды. Помимо косметического ремонта производится капитальный ремонт. К капитальному ремонту относятся, например, замена проржавевших креплений. Заключительным этапом проверки состояния ЗУ является его испытание. Испытание проводится только после завершения текущего или капитального ремонта. Дать оценку состояния ЗУ без привлечения специалистов электроизмерительной лаборатории невозможно, так как требуется работа с документацией и специальным оборудованием. Для этого привлекаются специалисты, имеющие опыт и разрешения на выполнение данной работы.

Если при проверке состояния ЗУ присутствует отклонение параметров от нормы или обнаруживается повреждение, то необходимо провести внеплановый ремонт. В большинстве случаев ремонт можно выполнить собственными силами предприятия. В зависимости от причины повреждения или отклонения предпринимаются наиболее эффективные меры.

В случае если сопротивление ЗУ или напряжение прикосновения выше нормы, то его необходимо понизить до нормального. С этой задачей может справиться квалифицированный персонал, работающий на предприятии.

В случае обнаружения коррозионных повреждений могут быть изолированы места входа в грунт заземляющих проводников, либо увеличено их сечение. Также необходимо принять меры при обнаружении слабых металлических связей.

ЗУ посвящено огромное количество как отечественных, так и зарубежных работ. Написано множество статей, книг, докладов, описаны методы контроля состояния заземляющих устройств. Разработана нормативная документация по работам, проводимым на ЗУ и их эксплуатации. Непрерывно ведутся работы по усовершенствованию методик расчета ЗУ, а также по усовершенствованию аппаратуры, применяемой для контроля состояния ЗУ. Изучив множество материалов и пообщавшись с сотрудниками станций, стало ясно, что почти на всех подстанциях есть проблемы с заземлением. Это различного рода неисправности, для устранения которых необходимы материальные и трудовые средства. При анализе всех неисправностей обследуемых подстанций можно разработать необходимые мероприятия, которые смогут обеспечить соответствие ЗУ требованиям электробезопасности. Разработанные мероприятия помогут решить проблему контроля состояния ЗУ.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Ярославцева Елизавета Константиновна

Инженерная школа; кафедра электроэнергетики и электротехники.

Научный руководитель: Кислюков Виктор Анатольевич, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, микропроцессорные устройства релейной защиты, электромагнитные воздействия.

В конце 1990-х – начале 2000-х гг. в электроэнергетических системах начали внедрять первые микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ), сегодня опыт их эксплуатации уже превышает 15 лет. В настоящее время в энергосистемах единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕНЭС) России в эксплуатации продолжают находиться более 65% электромеханических устройств, которые эксплуатируются не менее 25 лет, превысив более чем в два раза средний срок службы 12 лет, установленный техническими условиями на электромеханические устройства и релейную аппаратуру [1]. Это обстоятельство обуславливает необходимость дальнейшей работы по переходу на МУРЗ, что позволит расширить функциональные возможности, упростить эксплуатацию и снизить стоимость релейной защиты и автоматики (РЗА).

По сравнению с устройствами на электромеханической и микроэлектронной базе, новые устройства МУРЗ позволили добиться совершенствования защитных функций и основных характеристик РЗА. Известно, что в практику управления противоаварийной автоматики введены новые функции, в первую очередь функции самодиагностики состояния самой релейной защиты, непосредственная регистрация процессов и событий, и определения мест повреждений. Другим направлением совершенствования МУРЗ является снижение массы и габаритов устройств, которые позволяют экономить на площади помещений под терминалы. За время эксплуатации МУРЗ выявились не только положительные стороны от внедрения защит, но и отрицательные [1].

Основной проблемой являются вопросы электромагнитного воздействия на МУРЗ. В данной статье рассматриваются общие вопросы чувствительности МУРЗ к электромагнитным воздействиям, влияние грозных разрядов и коммуникационных процессов в высоковольтных аппаратах, а так же причины отказов МУРЗ и решение этих проблем.

Проблема электромагнитной совместимости электронной аппаратуры (ЭМС) возникла вместе с самой этой аппаратурой, поскольку одни ее узлы функционально построены таким образом, что являются приемниками электромагнитного излучения, тогда как другие — источниками излучения. Проблемы возникали как из-за взаимного влияния одних узлов на другие внутри аппаратуры, так и при воздействии на электронную аппаратуру внешних излучений различного происхождения. Десятилетиями проблемы ЭМС были прерогативой специалистов в области электроники, радиотехники и связи. В последние 10–15 лет, эта проблема стала весьма актуальной и в электроэнергетике. Конечно, довольно значительные электромагнитные поля на объектах электроэнергетики существовали всегда. Однако применявшиеся десятилетиями устройства автоматики, управления и релейной защиты электромеханического типа были мало подвержены этим полям, и никаких особых проблем с ЭМС не возникало. Последние два десятилетия характеризуются интенсивным переходом от электромеханических к микропроцессорным устройствам релейной защиты и автоматики в электроэнергетике. Суперсовременные МУРЗ оказались весьма чувствительны к электромагнитным помехам, поступающим «из воздуха», по цепям оперативного тока, цепям напряжения и от трансформаторов тока. Отмечались случаи ложного срабатывания МУРЗ даже от мобильного телефона [2].

На рисунке 1 изображена статистика исследования по повреждаемости МУРЗ от электромагнитных воздействий по данным крупнейших японских компаний-изготовителей.

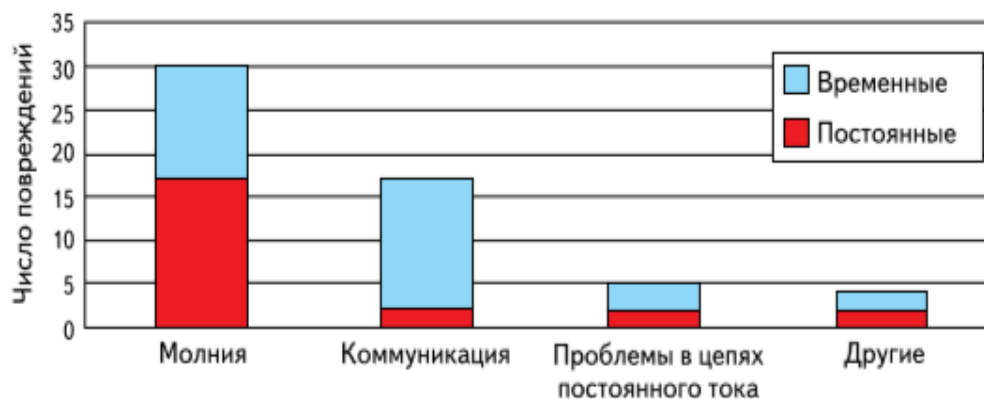


Рис.1. Данные японских компаний – изготовителей по повреждаемость МУРЗ от электромагнитных воздействий.

Основным назначением релейной защиты является выявление места возникновения короткого замыкания (КЗ) и быстрое автоматическое отключение выключателей поврежденного оборудования или участка сети от остальной неповрежденной части электроустановки или сети. Повреждения бывают постоянными и кратковременными. На представленной диаграмме видно, что кратковременные неповторяющиеся нарушения функционирования (сбои в работе) МУРЗ являются преобладающими в большинстве случаев. Согласно их данным, нарушения функционирования такого рода составляют почти 70% от общего числа повреждений МУРЗ, причем до 80% этих сбоев происходит в интегральных микросхемах.

Согласно статистике, основными источниками повреждений от электромагнитных воздействий являются грозовые разряды и коммутационные процессы, и электромагнитные поля от работающего оборудования.

Грозовые разряды являются самым мощным источником импульсных воздействий на аппаратуру электростанций и подстанций. Каждую секунду около 50 молний ударяются в поверхность земли, и в среднем каждый ее квадратный километр молния поражает шесть раз за год. Напряжение молнии может составлять до ста миллионов вольт. При ударе молнии в молниеотвод электрический ток, поступает в землю и растекается в грунте во все стороны до нескольких десятков и даже сотен метров, причем из-за сопротивления грунта этот ток создает на нем падение напряжения. Для снижения потенциала, наводимого при протекании тока молнии в грунте, молниеотводы делают раздельным. Однако на реально существующих подстанциях выполнить такое разделение нереально.

Коммутационные процессы и электромагнитные поля от работающего электрооборудования — это второй по степени влияния источник импульсных помех, воздействующий на МУРЗ в обычных условиях эксплуатации. Источниками коммутационных помех в электроэнергетике являются, как правило, высоковольтные выключатели и разъединители, низковольтные реле и контакторы, управляемые батареи конденсаторов. Мощные преобразователи частоты электроприводов, коронный разряд, электроискровые технологии считаются источниками электромагнитных излучений, опасных для электронной аппаратуры. При этом пути проникновения помех в МУРЗ могут быть разными: от прямых индуктированных наводок на низковольтные провода и кабели вторичных цепей подстанций до импульсных и высокочастотных перенапряжений, возникающих во вторичных обмотках трансформаторов тока и напряжения.

Эффективной мерой борьбы с наведенными перенапряжениями на входах электронной аппаратуры и на ее зажимах питания является широкое использование элементов с нелинейной характеристикой: газовых разрядников, варисторов, специальных полупроводниковых элементов на основе стабилитронов и других устройств, включаемых параллельно защищаемому объекту (например, параллельно входу МУРЗ) и между каждой клеммой этого объекта и «землей».

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

Для предотвращения повреждений от электромагнитных воздействий разработан комплекс мероприятий по решению проблем, который позволит избежать влияния мощных электромагнитных помех на МУРЗ. Это решение должно включать в себя:

- использование МУРЗ только на подстанциях, спроектированных и построенных с учетом самых современных требований к электромагнитной совместимости и рассчитанных на эксплуатацию высокочувствительной электронной аппаратуры;
- совершенствования конструкций самих МУРЗ;
- размещение МУРЗ в металлических шкафах, специально предназначенных для защиты электронного оборудования и снабженных фильтрами на всех кабелях, входящих в шкаф.

Все случаи неправильной работы МУРЗ разделяются на организационные и технические [3]. Основные технические моменты – старение оборудования, дефекты и неисправность аппаратуры, электромагнитная совместимость. Организационные моменты – ошибки эксплуатационного персонала (так называемый «человеческий фактор») и нарушение требований директивных материалов и инструкций.

По данным ПАО «Россети» на рисунке 2 изображена диаграмма, на которой представлены причины неправильного срабатывания работы устройств РЗА на 2015 г.

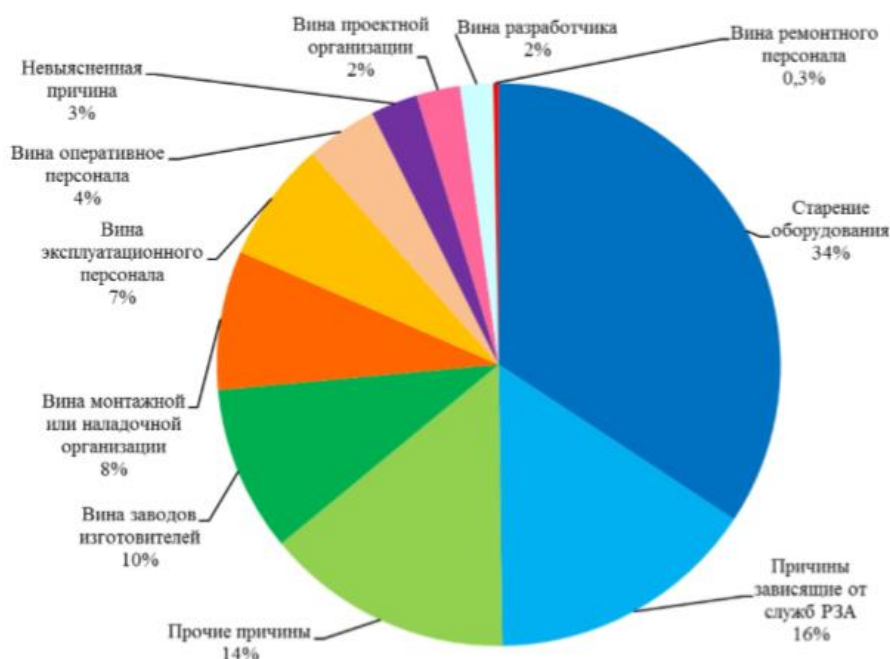


Рис.2. Причины неправильного срабатывания работы устройств РЗА на 2015 г. по данным ПАО «Россети».

На диаграмме видно, что старение является причиной более 30% от всех неправильных срабатываний всех МП УРЗА.

Старение устройств неизбежно, даже самая современная защита со временем устаревает. По сведениям, приведенным в [1], на начало 2015 г. на объектах ДЗО ПАО «Россети» в эксплуатации находилось более 1,7 млн устройств релейной защиты, из которых доля микропроцессорных устройств составляла 18,43% (320 тыс.). Количество устройств МУРЗ со сверхнормативным сроком службы (более 15 лет) составляет уже 3,26% (10,4 тыс.). Следует отметить, что данный показатель в 2013 г. был 4,01%. В микропроцессорных реле большинство электронных элементов находятся под воздействием приложенного напряжения питания, а часть из них – и под воздействием входного тока или напряжения. Часть элементов постоянно находится в режиме генерации сигналов. Некоторые компоненты, например, электролитические конденсаторы, чей срок службы не превышает 7–10 лет, усиленно стареют при постоянном воздействии рабочего напряжения. Микросхемы – основные активные элементы микропроцессорных реле, являются причиной большинства отказов реле [4]. Из-за

отсутствия достаточного опыта более длительной эксплуатации этих устройств МУРЗ предлагается после 12 лет эксплуатации проводить техническое обследование состояния устройства, совмещенное с очередным профилактическим восстановлением, по результатам которого можно будет определить допустимость продления срока эксплуатации на следующие 3 года. Очередное продление срока еще на 3 года допустимо при положительных результатах очередного технического обследования

Одной из основных причин отказов является человеческий фактор. Микропроцессорные терминалы являются сложным устройством с множеством функций, параметров. Это отражается на эксплуатации персоналом данного оборудования. Современные МУРЗ содержат большое количество функций и сложны в эксплуатации. Требуется высокая квалификация персонала. Для каждого устройства требуется своя учебная база и практические навыки работы с ним. Это требует отдельного обучения для работы с устройствами конкретного производителя, а часто и с конкретным устройством. Руководства по эксплуатации терминалов сложны и состоят из сотен, а порой и тысяч страниц. Для каждого устройства требуется знать определенную информацию и иметь навыки работы с ним. Это ведет к ошибкам при эксплуатации МП УРЗА, так называемому «влиянию человеческого фактора». МП УРЗА работают по определенной программе и если допустить ошибку, то терминал может ложно сработать или не сработать вовсе.

Таким образом, обеспечение электромагнитной совместимости микропроцессорной релейной защиты является необходимым условием для их надежной работы. В энергосистеме России неправильная работа МУРЗ по причине недостаточной ЭМС, по данным «Мосэнерго», составляет до 10% от всех случаев ложной работы. В связи с чем, я считаю, необходимо совершенствование конструкций самих МУРЗ, учитывая при этом требования ЭМС при разработке устройств, проектировщиками при выполнении проектов, монтажниками при реализации проектов и эксплуатационниками при приемке энергообъекта. Кроме этого, должен осуществляться контроль соблюдения требований ЭМС в течение всего срока жизни энергообъекта. Другая часть из рассматриваемых в статье проблем требует дополнительную подготовку персонала, без которой возможны ошибки в работе с МУРЗ. Большое количество функций ведет к тому, что необходимо учитывать множество параметров. Вместе с этим увеличивает количество литературы (инструкции, руководства) необходимой для работы с МУРЗ, ведь каждый производитель выпускает разные терминалы, порой мало похожие и несовместимые друг с другом. Вследствие этого, появляются отказы МУРЗ по вине персонала. Необходимо применять различные подходы для улучшения эффективности работы МУРЗ.

Несмотря на все трудности, связанные с эксплуатацией МУРЗ, за последние годы доля устаревших устройств снижается, снижается процент отказов, как по техническим причинам, так и по вине персонала. Общее количество технологических нарушений в МУРЗ за последние 7 лет снизилось в 2 раза, а число нарушений по вине персонала снизилось в 3,5 раза [3]. Все это достигнуто благодаря правильным действиям персонала, введению новейших разработок и своевременному устранению возникших неполадок. Современная тенденция такова, что можно и дальше ожидать снижение числа отказов защит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса. – М., 2015.;
2. Шалин А. И. Об эффективности новых устройств РЗА // Энергетика и промышленность России. 2006. № 1.
3. Обзор аварийности на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» в период с 1 января по 31 декабря 2015 г.;
4. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты. Новые перспективы или новые проблемы? / В. И. Гуревич // Новости ЭлектроТехники. – 2005. – № 6.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Яуров Андрей Константинович

Инженерная школа: кафедра электроэнергетики и электротехники

Научный руководитель: Холянова Ольга Моисеевна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, атомная электростанция, технические средства, помеха, источник помех, рецептор, программно-технические средства, программно-технические комплексы для автоматизированных систем управления технологическими процессами, испытания, схемы, фильтры, цепи.

Под электромагнитной совместимостью (ЭМС) понимается способность технических средств (ТС) функционировать в конкретной электромагнитной обстановке, не создавая при этом недопустимых помех другим ТС. Это свойство является системным в отличие от функционального свойства, которое определяется характеристиками функционирования ТС по своему назначению.

Атомная электростанция является потенциально опасным объектом, поэтому обеспечение электромагнитной зависимости необходимо для поддержания надежности систем контроля, управления и связи. Нарушение работы ТС может привести к различным негативным последствиям: от неудобства работы обслуживающего персонала до отказов, критичных для безопасности различных объектов. Для того, чтобы избежать выше указанных последствий, необходимо проводить испытания оборудования на соответствие требованиям электромагнитной совместимости на этапах «жизненного цикла». Эти испытания проводят согласно следующим методикам:

1. Методика подготовки, назначения требований ЭМС при разработке технической документации и проведения испытаний ПТС (Программно-технические средства) и ПТК АСУ ТП (Программно-технические комплексы для автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных станций) для оценки соответствия требованиям обеспечения электромагнитной совместимости на этапах разработки, изготовления и приемки, с целью применения единых принципов и правил испытаний и подтверждения соответствия, связанные с обеспечением безопасности в области использования атомной энергии.

2. Методика подготовки и проведения испытаний ПТС и ПТК АСУ ТП для оценки соответствия требованиям обеспечения электромагнитной совместимости на этапе интеграционных испытаний на полигоне Главного конструктора автоматизированных систем управления технологическим процессом перед поставкой на АЭС, с целью интеграционных испытаний АСУ ТП в качестве первого этапа предварительных автономных испытаний перед поставкой на энергоблоки АЭС.

3. Методика подготовки и проведения обследования электромагнитной обстановки в окружающей местности и в помещениях размещения оборудования АСУ ТП для оценки соответствия требованиям обеспечения электромагнитной совместимости на этапах сооружения энергоблоков АЭС, при предварительных и комплексных испытаниях и при опытной эксплуатации на АЭС, с целью классификации площадок АЭС, помещений размещения систем, важных для безопасности по степеням опасности от электромагнитных воздействий радиолокационных установок физической защиты территории АЭС.

4. Методика проведения оценки соответствия ПТС и ПТК АСУ ТП требованиям обеспечения электромагнитной совместимости при приемочных испытаниях на АЭС, в период промышленной эксплуатации и при нарушениях нормальной эксплуатации энергоблоков АЭС, с целью оценки качества функционирования АСУ ТП в условиях реальной электромагнитной обстановки, поиска и устранения первопричин нарушений нормальной эксплуатации АСУ ТП при возникновении электромагнитных помех.

5. Методика проведения оценки соответствия ПТС и ПТК АСУ ТП требованиям обеспечения электромагнитной совместимости при продлении эксплуатации сверх назначенного

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

срока службы, с целью оценки оперативных запасов технических средств по устойчивости к промышленным помехам, не подлежащих замене при модернизации АСУ ТП.

Согласно этим методикам, испытания оборудования на соответствие требованиям электромагнитной совместимости целесообразно проводить на протяжении всего эксплуатационного цикла.

Любой элемент или устройство принципиально могут рассматриваться одновременно и как источник помех, и как рецептор. При решении практических задач обеспечения ЭМС к категории источников помех необходимо относить в основном элементы, создающие относительно большие уровни помех, а к категории рецепторов – элементы с достаточно высокой чувствительностью. Обеспечение ЭМС этих элементов приведет одновременно к обеспечению ЭМС менее чувствительных и менее шумящих элементов.

Имеющийся опыт показывает, что к источникам помех в первую очередь относятся:

- генераторы различного класса напряжений (в т. ч. тактовые вычислительных средств);
- источники электропитания (создают постоянные и переменные магнитные поля, пульсации, провалы напряжения и перенапряжение в сети питания);
- коммутационная аппаратура (создает броски тока, провалы напряжения, импульсные помехи);
- электронные приборы, генерирующие или усиливающие энергию импульсного характера (создают импульсные помехи, затухающие гармонические колебания – «звон»);
- катушки индуктивности (обмотки трансформаторов, реле, электродвигателей, электроклапанов – создают броски напряжения при снятии питания за счет ЭДС самоиндукции);
- несогласованные с нагрузкой линии связи (неоднородные линии с переменным волновым сопротивлением, линии, нагруженные на сопротивления, отличающиеся от волнового сопротивления и т.д).

Основными элементами, способствующими распространению и излучению электромагнитных помех, являются:

- соединительные провода и кабели;
- катушки реле и трансформаторов;
- паразитные индуктивности и емкости (взаимоиндукция и емкости связи в кабелях и т.д. – создают условия для образования перекрестных помех);
- элементы конструкции ТС

К основным рецепторам помех относятся:

- усилители аналоговые, особенно с большим коэффициентом усиления;
- аналоговые и цифровые схемы в блоках электроники с относительно небольшими уровнями сигналов (АЦП, ЦАП, различного вида памяти и др.).

Рассмотрим различные технические решения, направленные на ослабление влияния помех как на этапе конструирования, так и на этапе эксплуатации.

Специалисты обращают внимание на требования к:

- компоновке;
- экранировании узлов и элементов;
- фильтрации помех.

Разбиение и компоновка дают представление о том, что и где должно быть размещено. На этом этапе проблемы возникновения помех и наводок можно свести к минимуму, изолировав рецепторы от источников помех, устранив паразитные индуктивные и емкостные связи.

Для этого необходимо:

- располагать маломощные схемы (рецепторы) поблизости от источников сигналов;
- располагать мощные схемы (источники) поблизости от нагрузок;
- располагать мощные и маломощные схемы подальше друг от друга;

Электроэнергетика, электротехника, энергетическое машиностроение

- применять как можно более короткие линии связи и проводники;
- использовать максимально короткие цепи прохождения тока.

Когда применение отдельных соединителей невозможно, контакты цепей разных групп должны быть размещены в удаленных друг от друга зонах соединителя, а сами цепи экранированы.

При использовании жгутов необходимо руководствоваться следующим:

- цепи первичного и вторичного питания постоянного и переменного тока выполняются витой парой и помещаются в экран, который изолируется от корпуса и других экранов по всей длине и соединяется с корпусом с двух сторон (источника и приемника);
- сигнальные цепи, как правило, выполняются витыми парами; цепи однотипных сигналов помещаются в общий экран, изолируемый по всей длине от корпуса и других экранов;
- цепи управления допускаются не экранировать;
- использование экрана в качестве обратного провода не допускается;
- для сигналов с $f > 1$ МГц рекомендуется применять коаксиальный кабель или витую пару в экране, для $f < 50$ кГц коаксиальный кабель нежелателен;
- соединение (металлизация) блоков с корпусом производится изолированными проводниками минимально возможной длины.

Важность применения экранированных цепей и их корректное соединение с корпусом была подтверждена в процессе испытаний.

Например, при испытаниях ПЭВМ в промышленном исполнении ККСН ЭКСПРО на помехоустойчивость количество ошибок передачи с неэкранированной витой парой ETHERNET составило около 10%, а с экранированной 0%.

Основным средством борьбы с кондуктивными помехами как для целей помехоустойчивости, так и для обеспечения требований по помехоэмиссии является их фильтрация при помощи помехоподавляющих фильтров. Действие фильтров основано на отражении и частичном поглощении помех в индуктивности и емкости. Предпочтительнее фильтры, обеспечивающие подавление помех, в основном, за счет поглощения.

Как правило, обеспечение требований по помехоэмиссии невозможно обеспечить без применения фильтров в цепях первичного питания, особенно при наличии в составе аппаратуры импульсных источников питания и вычислительных средств. Так для некоторых шкафов требуемый уровень создаваемых радиопомех был обеспечен при установке в цепи питания помехоподавляющих фильтров.

При выборе фильтров прежде всего необходимо определить их частотный диапазон и затухание. Помимо этого, необходимо учесть их устойчивость к импульсным помехам, амплитуда которых может составлять несколько кВ.

Выполнение фильтрами своих функций зависит от соблюдения рекомендаций по размещению, заземлению и выполнению монтажа: минимальные линии связи, обязательное их экранирование, надежное заземление, разделение цепей по типам сигналов. Несоблюдение этих требований может существенно снизить (иногда свести к нулю) эффективность фильтров, что и наблюдалось в ряде случаев при испытаниях некоторых шкафов.

В данной статье было выяснено, что для обеспечения электромагнитной совместимости технических средств на атомной электростанции необходимо проводить испытания оборудования на этапах всего «жизненного цикла», также были рассмотрены основные технические решения, направленные на ослабление влияния помех как на этапе конструирования, так и на этапе эксплуатации, такие как:

- компоновка;
- экранирование узлов и элементов;
- фильтрация помех.

Раздел 3. Нефтегазовое дело

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

*Абросимов Константин Юрьевич, Вырупаев Александр Григорьевич,
Гулая Юлия Васильевна*

*Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии
Научный руководитель: Грамм-Осипова Валентина Никифоровна,
канд. хим. наук, профессор*

Ключевые слова: химмотология, эксплуатационные свойства, топлива, добавки, присадки.

Аннотация: рассмотрено значение химмотологии для обеспечения разработки и эксплуатации современной и перспективной техники в нефтегазовом комплексе. Показана актуальность применения химических реагентов с требуемым уровнем эксплуатационных свойств. Представлены основные направления и результаты химмотологических исследований для повышения нефтеотдачи нефтяных скважин, транспорта высоковязких нефтей, предотвращения парафино-смолистых отложений, для решения экологических проблем в районах нефтепроводов и нефтеперекачивающих станций.

Большая группа новых методов увеличения нефтеотдачи и улучшения транспортных свойств нефти связана с применением различных химических реагентов. Они применяются в процессе бурения скважин и вскрытия продуктивных пластов для повышения производительности эксплуатационных и нагнетательных скважин, подготовки нефти к транспортировке и переработке, очистки промысловых сточных вод, для защиты нефтегазового промышленного оборудования от коррозии, для борьбы с отложениями солей и парафина и др.

Трубопроводный транспорт высоковязких парафинистых нефтей остается серьезной проблемой для организаций, занятых их добычей и транспортом. На нефтепроводах, перекачивающих реологически сложные нефти, применяются традиционно сложившиеся специальные технологии перекачки. Накопленный опыт в нашей стране и за рубежом показывает, что широкое применение химических добавок позволяет существенно снизить или исключить отрицательное действие факторов, осложняющих технологические процессы добычи, подготовки и транспортировки нефти.

Транспорт высокопарафинистых нефтей по трубопроводам вызвал необходимость изыскания наиболее рационального и эффективного способа перекачки таких нефтей. Исследования, проведенные в этой области в нашей стране и за рубежом выявили возможность использования для улучшения транспорта высокопарафинистых нефтей и тяжелых нефтепродуктов стимуляторов потока, так называемых депрессорных присадок. Применение депрессорных присадок способствует увеличению производительности нефтепроводов, гарантирует надежность пуска нефтепровода после длительных остановок, улучшает работу сборных трубопроводов на промыслах нефти, а также сокращает отложения парафина на стенках трубопровода и в резервуарах.

Целью работы является применение методов химмотологии для повышения эффективности нефтеотдачи, снижения парафинизации, улучшения транспортных свойств нефти на примере Западно-Салымского месторождения.

В настоящее время описаны многие соединения, обладающие в той или иной степени депрессорной активностью по отношению к нефти и нефтепродуктам. В качестве депрессоров находят применение низкомолекулярные и полимерные органические соединения. Наибольшее распространение получили промышленные алкилароматические депрессорные присадки (депрессатор АзНИИ, АФК, парафлор, сантопур), полиметакрилатные (ПМА-Д), сополимеры этилена и винилацетата и др.

Нами проведен патентный поиск по запросам: «ПАВ в нефтеотдачи» и «депрессорные присадки к нефти». На основании формулы изобретения с учетом описания состава запатентованных моделей выполнен отбор наиболее эффективных и реализуемых на промысле.

По результатам патентного поиска показано, что наибольшее распространение получили присадки на основе сополимера этилена с винилацетатом.

В данной работе применение ПАВ для повышения нефтеотдачи и транспорта высоковязких нефтей рассмотрено с учетом показателей их свойств: поверхностной активности на границе «нефть – вода»; степени предельной адсорбции на поверхности породы; скорости диффузии; эмульгирующих свойств. Для подбора ПАВ по снижению поверхностного натяжения нефти предложена схема расчёта их оптимальных показателей.

Для расчета выделялся элемент объёма пласта $\Delta V = \Delta x b h$, где b , h – ширина и толщина водонасыщенного участка пласта (м), соответственно, в котором рассматривается движение жидкостей, происходящее вдоль оси Ox (рис. 1).

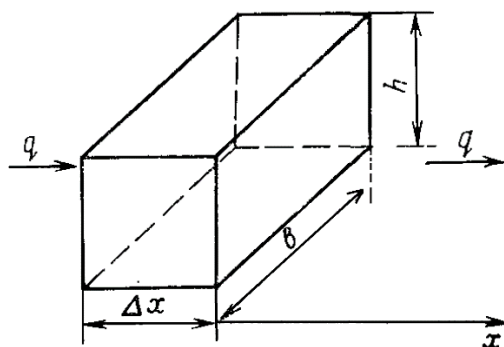


Рис. 1. Элемент прямолинейного пласта для расчета материального баланса.

На основании уравнения материального баланса выполнен расчет скорости фронта ПАВ и распределения его концентрации в пласте.

Получена форма уравнения баланса водного раствора ПАВ в водонасыщенном пласте. Сформулированы начальные и граничные условия для решения уравнения. Подставляя в выражение для скорости фронта сорбции ПАВ значение скорости фильтрации и заданные значения пористости и коэффициента сорбции ПАВ, получаем скорость фронта сорбции ПАВ.

По результатам выше приведенного расчета построен график распределения концентрации ПАВ в пласте.

Таким образом предлагается решение задачи определения скорости продвижения сорбции ПАВ и распределения его концентрации в произвольный момент времени в водонасыщенном участке пласта с определенными начальными условиями пласта, концентрацией и объемом закачки ПАВ.

Объектом исследования по применению предлагаемого мицеллярного раствора ПАВ для нефтеотдачи и депрессорной присадки ДМН-2005 для улучшения транспортных свойств нефти было выбрано Западно-Салымское месторождение Нефтеюганского района Ханты-Мансийского автономного округа. На Западно-Салымском месторождении с 2008 года реализуются химические методы интенсификации нефтедобычи и транспорта нефти, имеется практический опыт применения данной технологии. Предлагаемые к внедрению мицеллярный раствор ПАВ и депрессорная присадка ДМН-2005 имеют существенные преимущества, показанные в процессе нашего исследования, и могут быть целесообразны для внедрения и совершенствования применяемой в настоящее время технологии нефтеотдачи и транспорта на Западно-Салымском месторождении.

Для расчета использованы физико-химические показатели и групповой состав нефти Западно-Салымского месторождения по плотности, вязкости, групповому углеводородному составу.

В настоящее время на Западно-Салымском месторождении применяется сложный, многокомпонентный состав, куда входит трудноразлагаемый и довольно дорогостоящий полимер, требующий непосредственно дополнительных мер по утилизации. Сравнивая

применяемую химическую смесь и предлагаемый нами мицеллярный раствор ПАВ, можно сделать вывод, что он может стать перспективным для использования и реализации на Западно-Салымском месторождении, так как в его состав входят доступные, недорогие составляющие компоненты отечественного производства и при невысоких затратах позволяет достичь высокого значения КИН до 35,1%.

В соответствии с ГОСТ 10585-2013 допускается добавлять в высоковязкую нефть депрессорную присадку. Для эксперимента использована присадка ДМН-2005, производитель ООО НПФ «Депран» (Россия, Республика Татарстан, г. Казань). Действие присадок серии «ДМН» состоит в том, что они препятствуют росту кристаллов парафина и асфальтеновых веществ, улучшают реологические свойства нефти. За счет этого происходит существенное снижение затрат на перекачку, вследствие понижения температуры застывания нефтепродуктов после введения присадки. Ввод присадки ДМН-2005 позволяет снизить температуру застывания нефти и таким образом улучшить ее текучесть.

Присадки серии ДМН представляют собой смесь следующих компонентов: сополимеры этилена и винилацетата $[\text{CH}_2\text{CH}_2-]_m-[\text{CH}(\text{CH}_2)\text{O}]_n$, активирующий компонент, растворители.

Для использования присадки ДМН-2005 необходимо приготовить 10% раствор. В качестве растворителя предложено использовать топливо маловязкое (ТМ), вместо агрессивных растворителей, таких как толуол, о-ксилол и др. Раствор готовится при температуре 50-60 °С смешением ТМ и присадки.

Температура нефти перед вводом присадки должна быть на 10-15 °С выше температуры плавления содержащихся в ней парафинов. Это требование объясняется необходимостью до ввода присадки расплавить парафины и разрушить их пространственную структуру, если она уже образовалась. Если это условие не выполнено, то действие присадки либо не проявится, либо проявится не в полной степени.

Определены следующие условия эксперимента: растворитель - ТМ; температура нагрева присадки ДМН-2005 50-60 °С; температура нагрева нефти до 75 °С, исходя из температуры плавления парафинов (45-65 °С).

Основной элемент технологической схемы закачки раствора присадки ДМН-2005 — дозировочная установка, предназначенная для разогрева, слива и приготовления водных растворов высоковязких ПАВ (рис. 2).

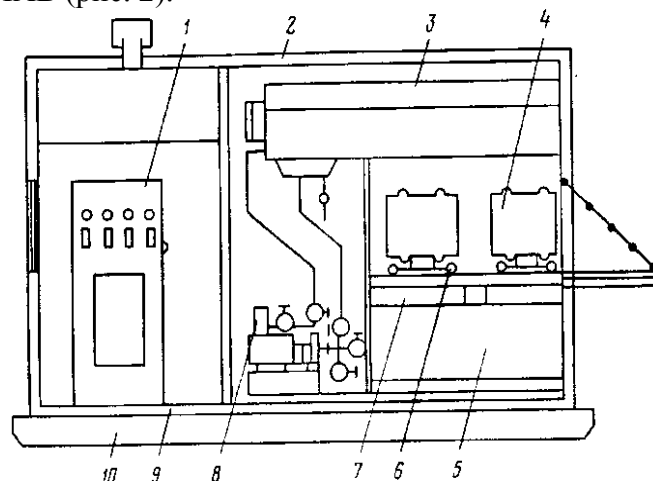


Рис. 2. Блочная дозировочная установка для подготовки раствора присадки ДМН-2005: 1 — электрошкаф; 2 — корпус будки; 3 — верхний бак-смеситель; 4 — тележка; 5 — нижние баки; 6 — ролики; 7 — электронагреватели; 8 — центробежный насос; 9 — стенка будки с термоизолирующим материалом; 10 — платформа

Равномерное распределение концентрата всему объему перекачиваемой нефти осуществляется с помощью распылительного устройства, по установленному на оси трубопровода. Для очистки концентрата от возможных механических примесей, которые могут засорить распыляющее устройство, применяются фильтры.

Нефтегазовое дело

Для исключения застывания присадки, концентрата, а также высокопарафинистой нефти в трубопроводах дозирочной установки их рекомендуется оборудовать пароспутниками и покрывать теплоизоляцией.

Предложен блок дозирования для введения депрессорной присадки ДМН-2005 в трубопроводный транспорт Западно-Салымской нефти в любой точке промышленного трубопровода системы транспортирования и подготовки нефти на участке от скважины до установки комплексной подготовки нефти.

ОАО "Промприбор" производит автоматизированную систему дозирования присадки, которые можно использовать на Западно-Салымском месторождении.

При закачке ПАВ в нефтяные пласты и трубопровод возможно загрязнение окружающей среды.

Для устранения вредного влияния ПАВ на окружающую среду рекомендуется использовать специальную блочную установку для дозирования ПАВ в нефтяные пласты типа УДПВ-5 (рис. 3).

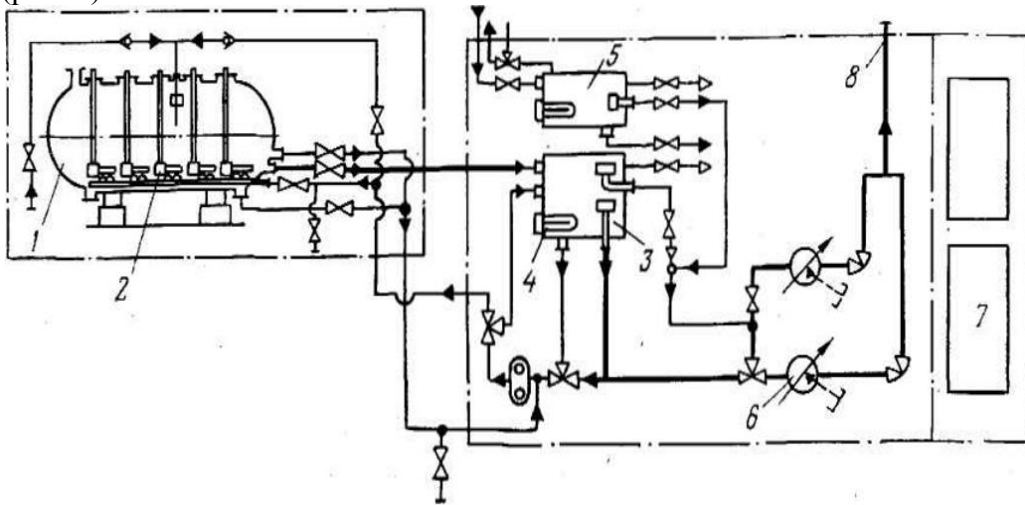


Рис. 3. Технологическая схема установки УДПВ-5:

1 – емкость; 2 – погружной электронагреватель; 3 – блок подогрева ПАВ; 4 – электронагреватель; 5 – водонагреватель; 6 – дозирочные насосы; 7 – электрооборудование КИПиА; 8 – водовод КНС.

Процессы подготовки и закачки ПАВ в данной технологической схеме осуществляются по закрытой герметичной системе, что предотвращает вредное воздействие ПАВ на обслуживающий персонал и загрязнение окружающей среды.

Таким образом, в работе приведены результаты анализа преимуществ предлагаемого мицеллярного раствора ПАВ для повышения нефтеотдачи и депрессорной присадки ДМН-2005 для улучшения нефтепроводного транспорта. Показано, что эффективность депрессорной присадки в нефти определяется депрессией температуры застывания, температуры помутнения, предельной температуры фильтруемости и концентрацией присадки, обеспечивающей максимальный депрессорный эффект.

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ОХРАННОЙ ЗОНЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

Анисимова Екатерина Юрьевна

Инженерная школ., кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Никитина Анна Владимировна, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: растительность, механические способы, гербициды, почва, борьба

Проблема борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью является сложной и актуальной. Несвоевременное ее уничтожение способствует преждевременному разрушению конструкций, возникновению пожароопасной ситуации, затрудняет доступ к объектам различного назначения при необходимости проведении регламентных и ремонтных работ.

Охранные зоны трубопроводов, транспортирующих жидкие, газообразные или твердые продукты создаются с соблюдением правил их эксплуатации, утвержденных ОАО «Газпром» и Минэнерго РФ. При формировании охранной зоны должна быть обеспечена возможность проезда транспортных средств вдоль трубопровода и возможность подъезда к любой точке трубопровода для профилактики, ремонта и аварийных работ. ДКР в охранной зоне на расстоянии 3 м от оси трубопровода и обслуживающих их ЛЭП и ЛС должна быть расчищена с помощью машин или ручных инструментов (топоров, бензиномоторных пил).

Охранные зоны для промышленных трубопроводов в целях обеспечения нормальных условий эксплуатации и исключения возможности повреждения трубопроводов устанавливаются по аналогии с магистральными трубопроводами размещают вдоль трасс трубопроводов, причем края этой зоны расположены на расстоянии 50 м от оси крайнего трубопровода. [1]

Существует три основных способа уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности: механический (срезка, корчевание), химический (обработка специальными химическими веществами, уничтожающими растения - арборицидами) и термический или огневой.

Каждый из этих способов, применяемый в отдельности, за исключением удаления растений с пнями и корнями механическим способом, из-за высокой жизнеспособности деревьев и кустарников обычно полного эффекта не дает. Поэтому способы борьбы часто применяются комплексно. Химический способ самостоятельно применяется только в лесном хозяйстве, когда нет необходимости удалять из леса высохшие в результате химической обработки надземные части деревьев и кустарников. Во всех остальных случаях химическая обработка сочетается с последующим удалением растений механическими средствами.

Выбор способа удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности зависит от состава пород, густоты, возраста и местоположения растений на элементах дороги, наличия необходимых технических средств и других природных и хозяйственных условий, которые необходимо учитывать при планировании и проведении работ.

Удаление деревьев и кустарников путем рубки или опиливания их стволов у поверхности почвы является наиболее простым и распространенным приемом борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью. Однако, как было отмечено выше, удаление только надземной части деревьев и кустарников дает временный эффект, так как эти растения способны возобновлять свой рост порослью пней и корней. По этой причине для полного уничтожения сорных растений после срезки стволов деревьев и кустарников применяется удаление их пней и корней корчеванием.

Применение мульчирующей техники целесообразно при необходимости удаления пней, корней и утилизации древесных отходов путем измельчения и перемешивания их с почвой.

Наличие корнеотпрысковой поросли и самосев семенами быстрорастущей древесной растительности на почвах, способствующих интенсивному росту древесной растительности,

уменьшает период между расчистками площадей от ДКР. В этом случае эффективно применение совокупности механической расчистки и химической обработки оставшихся пеньков арборицидами. [2]

Большое значение имеет предотвращение дальнейшего зарастания охранных зон листовыми породами путем замедления их роста, это может быть достигнуто с помощью специальных синтетических замедлителей роста – ретардантов. Поэтому между периодами сплошного механического удаления древесно-кустарниковой растительности по результатам обхода и осмотра расчищенных участков в зависимости от степени возобновления поросли на нее воздействуют ретардантами, сдерживающими рост побегов в высоту за счет укорачивания междоузлий. Результатом воздействия ретардантов являются более короткие и более толстые стволы растений, это увеличивает промежутки между периодическими сплошными механическими расчистками. При этом стволы поросли становятся более жесткими, теряют гибкость и хорошо поддаются срезанию, что улучшает качество последующего периодического сплошного механического удаления древесно-кустарниковой растительности, исключая «огрехи» (не срезанные тонкие и гибкие стволы) в работе техники. [3]

Рассмотрим отдельно механические и немеханические способы.

Для скашивания трав и мелкого одиночного кустарника предлагается использовать роторные косилки. Они позволяют довести до минимума количество оставшейся не срезанной растительности, уменьшить высоту ее среза и обеспечить равную поверхность стерни скошенной растительности.

Более производительными и приспособленными для удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности по сравнению с косилками являются кусторезы. [4]

Недостатком вышеуказанных изобретений является то, что рассмотренные машины не утилизируют порубочные остатки (а это негативным образом отражается на экологии) и не позволяют производить удаление нежелательной поросли, растущей в неудобных местах (например, возле столбов линий электропередач).

Для уборки после срезания порубочных остатков используют специальные подборщики. Но такое использование несколько механизированных устройств предполагает высокие энергозатраты и большие финансовые вложения. Ни одно из изобретений не может решить задачу полностью. [5]

Среди немеханических методов наибольшее распространение получили химические средства борьбы с нежелательной растительностью. Так, например, отечественный гербицид нового поколения «Анкор», испытания которого проводились при проведении ухода за культурами кедра, при дозах 0,2 кг/га надежно подавлял сорную растительность в течение одного вегетационного сезона, не оказывая негативного воздействия на культуры [4]. Наиболее совершенным современным гербицидом системного действия является глифосат. Он не накапливается в почве, воде и пищевых цепях, чем выгодно отличается от других гербицидов. Однако его внесение необходимо осуществлять контактным способом, при помощи лубрикаторов. Это исключает снос гербицида ветром, попадание его на почву и культурные растения. По результатам испытаний данного гербицида при уходе за культурами ели было установлено, что на обработанных участках при дозах 2...3 кг/га в течение двух лет произошло полное усыхание 58 % мягколиственных пород. При этом опрыскивание повреждало 47...48 % культур ели, а контактная обработка лишь 15 % . [6]

Однако, при всех преимуществах химических средств в борьбе с нежелательной растительностью (сокращение трудо- и энергозатрат), им присущи существенные недостатки. Среди таких недостатков отмечают: изменение видового состава сорняков и появление устойчивости сорняков к гербицидам (наиболее быстро эта устойчивость возникает у размножающихся вегетативными органами сорных растений, особенно корнеотпрысковых), неблагоприятное воздействие на почвенные микроорганизмы и мезофауну (дождевые черви, многоножки, мокрицы, насекомые и их личинки), отсутствие рыхления почвы и необходимость применения средств механизации внесения химикатов.

Нефтегазовое дело

В перспективе для борьбы с сорняками могут применяться излучатели ультравысоко-частотных электромагнитных колебаний (УВЧ), электрические поля высокого напряжения и лазерное излучение. Исследования в штате Техас (США) показали, что использование УВЧ колебаний в полевых условиях приводит к гибели 81...100 % однолетних двудольных и многолетних сорняков. УВЧ вызывают усиленное движение молекул в тканях, возникающее при прохождении через них микроволн, или чрезмерное нагревание тканей.

В Шеффилдском университете (Великобритания) сконструировано устройство, позволяющее вести борьбу с сорняками с использованием высоковольтных разрядов. Устройства, применяемые для борьбы с сорняками этими способами, навешиваются на трактор, при этом один электрод в виде пластины по мере движения агрегата касается верхних частей растений междурядья лесных культур, а второй заземляется.

В Денмаркском университете (Дания) исследовалась возможность борьбы с сорняками при помощи лазерного излучения (СО₂ лазер). Были установлены необходимые дозы экспозиции для различных сорных растений и подтверждена перспективность данного направления.

Еще один физический способ борьбы с сорняками это тепловой контроль. Экспериментальные исследования в Норвежском сельскохозяйственном университете позволили определить оптимальные соотношения времени и температуры обработки необходимые для гибели различных видов сорняков. На основании этих данных были разработаны конструкции рабочих органов с защитными и направляющими экранами, позволяющими поддерживать оптимальную температуру в обрабатываемой области. Эффективность данного метода во многом зависит от стадии развития сорняков [2].

Но все эти способы пока находятся только в разработке. Нужно проводить дальнейшие исследования. Также пока эти методы очень финансовозатратны и могут использоваться только при определенных условиях.

В последние десятилетия значительно расширились исследования по применению для борьбы с сорняками фитопатогенных и др. микроорганизмов. Выявлено, что продукты жизнедеятельности патогенных грибов могут быть использованы в качестве биологических гербицидов. Преимущество биологического метода состоит в отсутствии токсического действия на культурные растения и безопасности для человека и окружающей среды. Однако этот метод имеет ряд существенных недостатков: возможно появление вместо одних видов нежелательной растительности других; затруднена борьба с местными видами сорных растений. Биологический метод применим только против отдельных видов сорняков и его нецелесообразно использовать на территориях с большим разнообразием сорной растительности. [6]

Итог обзора методов представлен в таблице.

Тип метода	Механический	Химический	Биологический
Достоинства	Удаление и дкр, и остатков от него Расчистка почвы Применяется в любых условиях и при любых видах	Низкая энерго и трудозатратность Удаление дкр на длительный срок Удаление большого объема за короткий срок	Отсутствие токсичного действия Безопасность для окружающей среды
Недостатки	Длительное по времени мероприятие, требующие больших капиталовложений	Появление устойчивости Распыление на близ лежащие территории	Используется только для отдельных видов Возможность появления нового вида сорняка

Также существуют изобретения, в которых сочетаются сразу несколько методов. Например, срезанную механическим способом древесно-кустарниковую растительность измельчают до получения мульчи, которую распределяют по площади очищаемого участка.

Затем осуществляют химическую обработку молодой поросли и мульчи гербицидами через период времени, необходимый для образования молодой поросли древесно-кустарниковой растительности высотой не более 0,5 м. Или после окончания роста вегетативных органов у пород деревьев, к которым относятся пни спиленных деревьев, начинается интенсивный нисходящий поток сокодвижения. В этот период проводят спиливание верхней части пня на высоту 5-20 см. Свежий срез пня обрабатывают раствором гербицида корневого действия с помощью опрыскивателя или аппликатора. Раствор гербицида под действием нисходящего потока, создаваемого всасывающей силой корневой системы, поступает в корни пня, вызывая их отмирание и соответственно прекращая жизнедеятельность репродуктивных органов, препятствуя таким образом образованию и росту поросли. [7]

Способ авиационного нанесения жидких, порошкообразных и других веществ включает установку емкости с наносимыми веществами на вертолете и распыление их с помощью распределяющих устройств, установленных на беспилотном летательном аппарате, снабженном двигателем и связанным с вертолетом гибкой связью. На гибкой связи закреплены трубопровод для подачи наносимого вещества к распределяющим устройствам и линия подвода энергопитания к двигателю беспилотного летательного аппарата. Вертолет оборудован пультом управления беспилотным летательным аппаратом и работой распределяющих устройств. Изобретение позволяет исключить снос наносимого вещества за пределы обрабатываемой трассы при соблюдении безопасной высоты полета.

Таким образом, можно сделать вывод, что методов по удалению древесно-кустарниковой растительности очень много. Наиболее эффективно применять их комбинированно. Но при этом стоит учесть, что не существует универсальных методов, и нельзя отметить, какой из них лучше, потому что механические методы энергозатратны, а химические зависят от погодных условий и должны изменяться с изменением свойств растительности. Поэтому можно сказать, что эта проблема остается актуальной и требует повышенного внимания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Промысловые трубопроводы и оборудование [Текст] / Ф. М. Мустафин, Л. И. Быков, А. Г. Гумеров и др. – М. : Издательство Недр, 2004. – 662 с.
2. Шегельман И.Р. Новые технические решения для защиты линейных сооружений от древесно-кустарниковой древесины [Текст] / И.Р. Шегельман, М.В.
3. [Электронный ресурс] Электронный научно-практический журнал «Современная техника и технологии». Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2016/09/10567>
4. Кусторез: пат. 2258354 Рос. Федерация. № 2003135825/12; заявл. 10.12.2003. опубл. 20.08.2005. Бюл. № 23.
5. Способ расчистки вырубок для искусственного лесовосстановления со сбором лесосечных отходов: пат. 2554447 Рос. Федерация. № 2013141127/13; заявл. 06.09.2013. опубл. 27.06.2015. Бюл. № 18.
6. Способ очистки охранной зоны магистральных трубопроводов и площадочных объектов от древесно - кустарниковой растительности: пат. 2 635 401 Рос. Федерация. № 2017104754; заявл. 15.02.2017. опубл. 15.02.2017. Бюл. № 32.

КОМПАУНДИРОВАНИЕ БУНКЕРОВОЧНЫХ НЕФТЕЙ КАК СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТОПЛИВА ДЛЯ СУДОВЫХ ДВС

Анисимова Екатерина Юрьевна

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Никитина Анна Владимировна, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: компаундирование, топливо, нефтепродукты, установки, физико-химические свойства

Рынок перевозок водным транспортом растет, однако владельцы судоходных компаний сегодня стоят перед весьма непростым выбором. В развитых странах идет борьба за ужесточение экологических норм и требований по выбросам вредных веществ в атмосферу и акваторию. Соответственно, судовладельцам придется переходить на все менее тяжелое топливо. Это, прежде всего, отразится на морских судах, которые сейчас заправляются в основном мазутом. Вероятно, что значительная часть из них перейдет на более экологически чистый дизель или низкосернистый мазут (которого в России производится немного, и массовый спрос потребует очередной модернизации НПЗ).

Неоднородность состава мазута (переменная вязкость и плотность перекачиваемой среды) является причиной нарушения не только гидродинамических, но и тепловых процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, работающих на мазутном топливе, повышенной коксуемости мазута, снижения качества его распыливания, ухудшения функционирования горелочных устройств, снижения качества процесса горения топлива в топках котлов. Это в конечном итоге приводит к снижению экономичности, надежности, загрязнению окружающей среды. Таким образом, наиболее актуально для решения данной проблемы – изготовление высококачественного маловязкого мазута низкими показателями вязкости, серосодержания, коксуемости, зольности и температуры застывания, т.к. данный вид топлива отличается от других марок мазута высокой энергоэффективностью, а также менее агрессивно воздействует на окружающую среду. Целью работы является: исследование процесса компаундирования нефтепродуктов для получения флотского мазута марки Ф-5 нормативного качества. [1]

В результате анализа, имеющихся нормативных документов о качестве топлива выявлены основные физико-химические свойства, которые необходимо учитывать при приготовлении товарного нефтепродукта: вязкость, температура застывания, температура вспышки, содержание воды, зольность, коксуемость, механические примеси, содержание серы.

Компаундирование – один из важных процессов заключительной стадии производства товарных нефтепродуктов. При компаундировании следует учитывать различную склонность к фазообразованию при обычных условиях светлых и темных топлив и специальных нефтепродуктов. Учет критериев устойчивости особенно важен для темных, а также специальных нефтепродуктов, которые получают при смешении компонентов различной лиофобности и способности к фазообразованию.

Если смешивать нефтепродукты, содержащие высокомолекулярные соединения, актуальны вопросы регулирования агрегативной устойчивости образующей нефтяной дисперсной системы. При смешении различных компонентов и получении товарных нефтепродуктов формируются структурные единицы, при определенных условиях вызывающие расслоение нефтяных дисперсных систем с образованием осадков при хранении и применении. В каждом случае специальные мероприятия позволяют предупредить нежелательные явления.

При компаундировании светлых нефтепродуктов этот метод обеспечивает достаточно хорошее перемешивание. Тщательность перемешивания контролируется взятием проб с различных высот аппарата. Однако данный метод связан с большим расходом энергии и времени, ибо, как показывает опыт, даже при смешении светлых нефтепродуктов требуется пере-

качать по схеме емкость — насос — емкость около 30% содержимого емкости, а в некоторых случаях и значительно больше.

До последнего времени в процессах переработки нефтяного сырья не учитывались или учитывались косвенно физические и коллоидно-химические взаимодействия между компонентами в объеме нефтяной системы, которые усиливаются или ослабляются при определенных условиях. Эти взаимодействия могут оказывать влияние на изменение структурной организации нефтяной системы, в частности привести к возникновению надмолекулярных структур и к значительному изменению свойств нефти и нефтепродуктов, вызывая существенные отличия нефтяных систем от истинных молекулярных растворов.

Процесс смешивания топлива с определенным количеством присадок в заданных пропорциях с последующей гомогенизацией смеси называют компаундированием топлива. Технологически же процесс может быть реализован в двух вариантах:

- смешение в объеме;
- смешение в потоке.

В первом случае речь идет о наиболее простой и старом способе смешения. Топливо и необходимые присадки в заданном соотношении помещаются в емкость, где и подвергаются перемешиванию. Надежность такого метода невысока, производительность относительно низка ввиду периодического режима работы, а получаемый бензин часто уступает в качестве тому, который был получен смешением в потоке.

С момента появления данный процесс подвергался множеству усовершенствований, таких как использование более продуманных конструкций мешалок и установка дополнительных ребер для улучшения условий циркуляции, организация нескольких точек ввода присадок, распределенных по объему емкости, с целью добиться большей гомогенности смеси и т.д. Однако ни один из способов не смог обеспечить достаточной надежности процесса и качества получаемого топлива, что в итоге и определило данный способ как устаревший. В настоящее время смешение в объеме все еще может применяться, но крайне ограничено и лишь в небольших емкостях.

Альтернативный способ заключается в смешении компонентов в потоке. Эта технология более современная, и как следствие более совершенная. Ключевыми ее отличиями от варианта смешения в объеме является значительно возросшая производительность и высокое качество получаемого бензина. В дополнение можно назвать такие преимущества как возможность работы с большим количеством присадок, возможность в реальном времени регулировать расход смешиваемых компонентов, а также в целом большую технологичность.

Сам процесс смешения в потоке также может быть реализован несколькими способами, и наиболее распространенными принято считать:

- впрыском;
- эжекцией.

При неуправляемом смешении значения показателей качества нефтепродукта в потоке нестабильны во времени и варьируются вследствие реализации разных режимов перекачки. При управляемом смешении характерную нестабильность потока сглаживают путем дозированной подкачки подготовленных к компаундированию исходных нефтепродуктов в общий поток. Для обеспечения данного режима регулирования контролируются следующие параметры: физико-химические показатели нефтепродукта в потоке (плотность, серосодержание, вязкость и пр.), температура нефтепродукта и расход нефтепродукта в потоке. Основным показателем при выборе мазута является вязкость, т.к. чем меньше вязкость мазута, тем меньше требуется топлива судового маловязкого. При этом учитывается, что, чем меньше вязкость мазута, тем выше содержание керосино-газойлевых фракций, которое регламентируется для флотского мазута по ГОСТ 10585-2013 и не должно превышать 22% в полученном продукте. По номограмме Райта (ASTM D 7152-11) производится расчет процентного содержания каждого из двух смешиваемых компонентов для получения топливной смеси необходимой вязкости.

Нефтегазовое дело

Таким образом, при данном алгоритме действий возможно получить необходимый тип мазута, который в дальнейшем может использоваться для судовых двс. Но необходимо учитывать, на каком объекте происходит процесс компаундирования, т.к. от этого зависит тип установки. В дальнейшем планируется изучение данного механизма компаундирования бункеровочных нефтей в лабораторных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Производство флотского мазута методом компаундирования / Грамм-Осипова В.Н., Сафонова И.В. // Вестник научных конференций, № 3-4 (7), 2016 с.29-31
2. ГОСТ Р 54299-2010 Топлива судовые
3. [Электронный ресурс] Деловой Журнал Neftegaz.RU. Режим доступа: <https://neftegaz.ru/analysis/view/7910-Konkurenciya-mezhdu-krupneyshimi-ros-siyskimi-neftyanyami-kompaniyami-za-rynok-bunkerovki-sudov-obostryaetsya>.
4. [Электронный ресурс] ИНТЕХ ГмбХ. Режим доступа: http://intech-gmbh.ru/oil_blending_unit/
5. [Электронный ресурс] B2Blogger.com — онлайн-служба распространения пресс-релизов. Режим доступа: <https://b2blogger.com/articles/review/163.html>

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ РЕЗЕРВУАРОВ

Аскарров Рустам Фаритович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: нефть, вода, очистка, эмульсия, сепарация.

На сегодняшний день актуальна проблема ресурсосбережения и оптимизации производственного процесса. Одной из существующих проблем при очистке резервуаров от остатков нефти является значительное использование водных ресурсов, которые после использования очищаются и сбрасываются. Также при этом приходится значительная нагрузка на очистные сооружения объекта. Данная ситуация также может служить проблемой при необходимости расширения объёмов резервуарного парка, так как имеющихся очистных мощностей может оказаться недостаточно, что повлечёт за собой и расширение станции очистки. Все эти мероприятия ведут к значительному повышению капиталовложений. [7]

На сегодняшний день зачастую система очистки состоит из целого комплекса различного оборудования, которое является достаточно громоздким и металлоёмким. Рассмотрим пример технологической схемы работы установок по очистке сточных вод. Очистка нефте содержащих сточных вод предусматривается по следующей технологической схеме:

I Этап: После замывки резервуара, вода с нефтепродуктами попадает в резервуары накопителя сточных вод каждый. Далее вода попадает в два резервуара статического отстоя меньшего объёма. В данных резервуарах происходит статическое разделение водонефтяной эмульсии, после разделения фаз, нефть собирается сверху, откуда после накопления удаляется в сборник уловленной нефти.

Метод статического отстоя не в полной мере удаляет нефтепродукты из воды, поэтому вода, которая не успела отстояться поступает дальше на станцию очистки.

После заполнения приемного резервуара производственно-дождевыми стоками, прошедшими предварительную очистку, автоматически включается в работу флотаторы, работающие в режиме напорной флотации с применением реагентов.

Реагенты подаются в напорный трубопровод флотатора при помощи установки дозирования реагентов. Расход реагентов уточняется при проведении пусконаладочных работ в соответствии с инструкцией по их применению.

Образующийся в процессе флотационной очистки флотошлам из флотатора направляется в отстойник-декантатор, в котором происходит разделение флотошлама на осадок и нефтепродукты. Объём воды, удаляемый из флотатора с пенным продуктом, составляет 1% от объёма очищаемой сточной воды. Из отстойника декантированная вода направляется в промежуточную ёмкость.

Осадок и нефтепродукты, накапливающиеся в отстойнике-декантаторе, удаляются из него в ёмкости для сбора осадка и нефтепродуктов и подлежат вывозу для последующей утилизации.

II Этап: После флотационной очистки вода подаётся на секционный фильтр, который состоит из четырёх последовательно работающих секций. Загрузка любой из ступеней очистки фильтра может быть выведена на регенерацию (промывку или замену) без остановки работы всего фильтра. Вода от промывки фильтра направляется в приямок, откуда в «голову» очистных сооружений.

III Этап: Вода, прошедшая фильтр, поступает на глубокую доочистку в фильтр глубокой очистки (через промежуточную ёмкость с насосами), который состоит из трёх параллельно работающих секций. После прохождения фильтра, очищенная вода поступает на установки обеззараживания. После этого очищенная вода сбрасывается в систему канализации.

Недостатком данной системы в том, что вода не возвращается в производство, а сбрасывается, это увеличивает затраты на повторный забор воды и её использование. Данную

Нефтегазовое дело

проблему можно решить путём установки дополнительного оборудования по отделению нефти от воды и возврату воды в производство. Повторное использование воды позволит снизить эксплуатационные затраты и количество сброшенной воды.

Для возврата воды в производство и сокращения её используемого в цикле количества необходимо установить независимое сепарирующее оборудование, на которое вода будет поступать сразу из резервуара, без использования резервуаров отстоя, что позволит значительно ускорить циркуляцию воды и тем самым снизить её потребление. После прохождения сепаратора, отделённая от воды нефть направляется в ёмкости сбора нефти, откуда поступает на утилизацию, очищенная вода из сепаратора подаётся на доочистку в блок фильтров, где происходит более глубокая очистка от нефти. После этого вода снова подаётся в резервуар для его дальнейшей очистки. Данная замкнутая схема очистки воды обладает рядом преимуществ, таких как:

- компактность системы;
- меньшие металлозатраты при строительстве;
- значительное снижение потребляемых водных ресурсов;
- повышение экономической эффективности за счёт снижения эксплуатационных затрат.

Также применение повторного использования воды позволит решить проблему связанную с расширением резервуарного парка. При строительстве новых резервуаров данной системой могут быть укомплектованы пары близлежащих резервуаров. При этом процесс организации эксплуатации можно наладить таким образом, чтобы резервуары, связанные одной системой очистки промывочной воды, очищались поочередно. Применение вышеуказанных решений позволят разгрузить уже имеющуюся станцию по очистке сточных вод, тем самым повысить надёжность производства.

Рассмотрим виды оборудования, используемые для отделения нефти от воды.

Отделение нефти от газа, называемое сепарацией, проводится в сепараторах разных конструкций (горизонтальные, вертикальные, цилиндрические, сферические и т. д.). Однако все сепараторы независимо от их формы выполняют одни функции, главными из которых являются: отделение газа от нефти и отделение нефти от воды при наличии нестойких эмульсий.

Контакт воды и нефти приводит к образованию эмульсии – в данном случае двухкомпонентной системы из нерастворимых друг в друге жидкостей, где одна из фаз является сплошной, а другая находится в диспергированном состоянии. Существует несколько методов отделения нефти от воды. Классификация во многом опирается на выбор принципа, с помощью которого разрушается устойчивая водонефтяная эмульсия. Это может быть достигнуто простым отстаиванием, приводящим к расслоению фаз, однако в часто этого оказывается недостаточно. Принимая во внимание объемы добываемой нефти и высокие требования к ее качеству, от используемых методов разделения требуется высокая производительность и степень очистки, а также экономичность. К основным методам разделения относят:

- механические;
- термические;
- химические.

В поисках более эффективных и совершенных способов очистки нефти также делаются попытки воздействовать на водонефтяную эмульсию и другими способами. Так проводятся исследования по разделению или интенсификации процесса разделения с помощью магнитного поля, ультразвука и т.д.

Механические методы включают в себя отстаивание, центрифугирование и фильтрацию. Использование центрифугирования и фильтрации более эффективны. Преимуществом таких методов является относительная простота реализации и аппаратного оформления процесса, для которого в большинстве случаев не требуется подвод тепла или использование химического реагента, что также позволяет работать при большом расходе эмульсии без значительных увеличений затрат.

Нефтегазовое дело

В качестве примера центробежного аппарата, способного разделять водонефтяные эмульсии, можно рассмотреть трикантер (рис. 1), представляющий собой горизонтальную центрифугу для разделения трехфазных сред. То есть помимо стандартного отделения твердой фазы в поле центробежных сил также происходит и расслоение нефтяной и водной фаз эмульсии с их последующим раздельным выводом из аппарата.

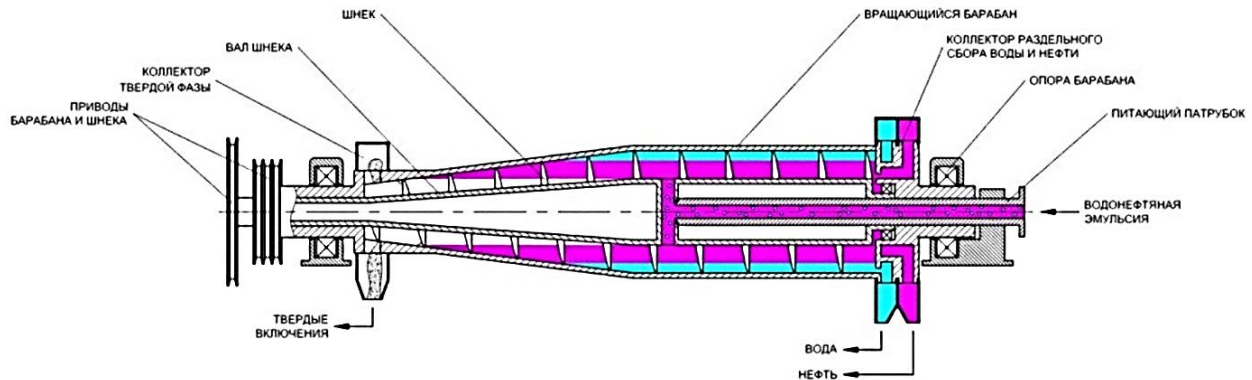


Рис. 1. Устройство трикантера.

Внутри вращающегося барабана, который и создает поле центробежных сил, располагается шнек, задача которого состоит в удалении из трикантера осаждаемых твердых включений. Шнек и барабан имеют различные угловые скорости, поэтому обычно оснащаются отдельными приводами. Исходная водонефтяная эмульсия подается в барабан через центральную питательную трубу, расположенную внутри вала шнека. В ходе расслоения фаз внутри барабана образуется два кольца жидкости: водяное и нефтяное. Первое (водяное) за счет большей плотности располагается дальше от оси вращения, а второе (нефтяное) – ближе. Это позволяет организовать их раздельный отвод с помощью коллекторной системы, выходные отверстия которой расположены одно ближе к стенке барабана, другое – к стенке вала шнека, чем и обеспечивается удаление соответствующих фаз. Отвод жидкостей осуществляется самотеком.[6]

Также можно привести пример центробежного сепаратора. Сепаратор представляет собой спиральную конструкцию, в которой обеспечивается процесс разделения нефтесодержащих стоков на три фазы: нефтепродукты, очищенная вода, взвешенные вещества. Разделение происходит в поле центробежных сил, при этом взвешенные вещества осаждаются на внутренней стенке спиральной конструкции, осветленная жидкость направляется вверх, на внутренней поверхности спирали будет выделяться нефть в виде пленки, которая из-за меньшей плотности, чем вода, опережая движение водного потока в вертикальном направлении, накапливается в «трубе выдавливания». Схема предполагаемого потока трехфазной системы представлена на рис. 2. [5]

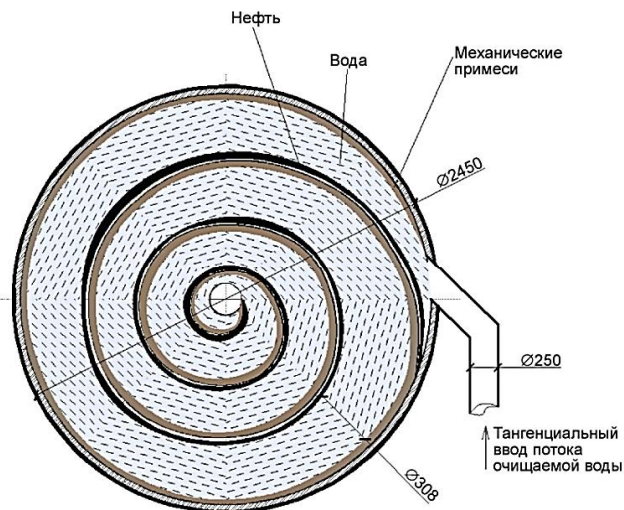


Рис. 2. Схема потока трёхфазной системы в центробежном сепараторе.

Нефтегазовое дело

С помощью применения дополнительных воздействий температурой, ультразвуком или интенсивным магнитным полем повышается эффективность отделения нефти от воды в следствии увеличения деэмульгирующего эффекта. Под внешним воздействием магнитным полем усиливается процесс каплеобразования, наблюдается поляризация глобул воды с их дальнейшим притяжением и коагуляцией (рис. 3), под воздействием температуры увеличивается скорость процесса. [1-4]

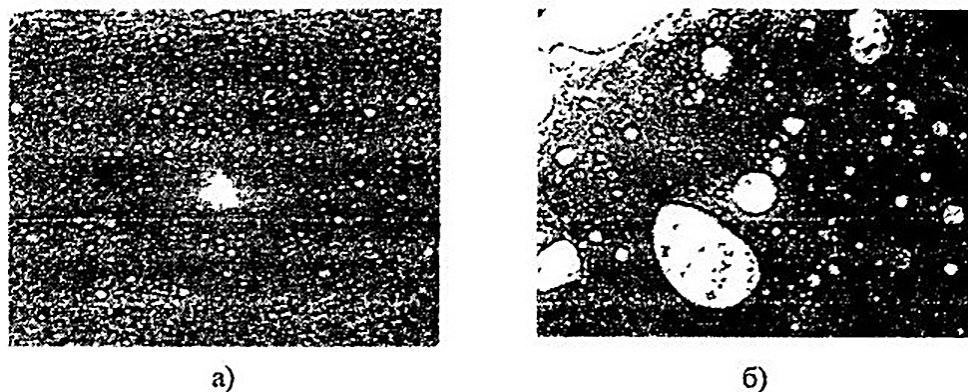


Рис. 3. Водонефтяная эмульсия до (а) и после (б) магнитной обработки.

Таким образом, при модернизации системы очистки промывочных вод можно добиться существенного снижения потребления водных ресурсов, а также снизить эксплуатационные затраты. При строительстве новых резервуаров решается ряд проблем связанных с нехваткой мощности очистной станции, и проблемы с рациональным использованием территории, так как новая система очистки является более компактной. В свою очередь применение вспомогательных мер воздействия на эмульсию повысят эффективность и степень очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Исследование термомагнитной деэмульсации нефти в лабораторной экспериментальной установке / Жилин Г.И., Шишкин Н.Д. // Вестник Астраханского Государственного технического университета, 2013, №2, с.21-25;
2. Совершенствование методов подготовки углеводородного сырья для процессов нефтехимии и нефтепереработки: диссертация кандидата технических наук / Чернова К.В., Уфа, 2006, с.157;
3. Аналитическое исследование воздействия переменного электромагнитного поля на процесс коагуляции воды в водоуглеводородных эмульсиях / Мурсалов Е.Г. // Вестник Астраханского Государственного технического университета, 2009, №1, с.51-55;
4. Изучение влияния магнитного поля на процесс обезвоживания нефтяных эмульсий / Гимазова Г.К., Вахитова А.К., Ермеев А.М., Елпидинский А.А. // Вестник Казанского технического университета, 2015, том 18, №8, с.107-109;
5. Очистка нефтесодержащих вод в поле центробежных сил / Ланина Т. Д., Прохоренко Н. Н., Селиванова Е. С. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, 2012, №7, с. 33-38;
6. Синайский Э. Г., Лапига Е. Я., Зайцев Ю. В. Сепарация многофазных многокомпонентных систем. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 621с.: ил.;
7. Экология нефтегазового комплекса: Учебное пособие. В 2 т. / Под общ. Ред. А. И. Владимирова и В. В. Ремизова. – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003 – 416 с..

МОРСКАЯ РАЗВЕДОЧНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ МЕЛКОВОДНЫХ УЧАСТКАХ ШЕЛЬФА

Барышев Владислав Николаевич,

Инженерная школа, кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Гульков Александр Нефедович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: континентальный шельф, арктические моря, ледовые условия, разведка углеводородов, разведочное бурение, мобильная платформа, ледостойкая платформа.

Аннотация: Предлагается авторская концепция платформы, направленная на решение проблем, возникающих при разведке месторождений углеводородов на арктическом шельфе, таких как небольшие «окна» навигации; малые глубины на мелководье; сложные гидрометеорологические условия. На примере Обской губы и Тазовской губы Карского моря рассмотрена возможность реализации предложенной авторами конструкции разведочной ледостойкой буровой платформы, предназначенной для разведочного бурения в мелководной зоне арктических морей.

Анализ внешних факторов и выбор основного решения конструкции платформы

Разведка и добыча нефти и газа в акваториях арктического шельфа с использованием существующих мобильных буровых платформ проблематичны в связи с тяжелыми гидрометеорологическими условиями, коротким периодом навигации (около двух месяцев) [1], а также очень сложной ледовой обстановкой. Кроме того, в таких акваториях, как Обская и Тазовская губы, преобладают грунты с малой несущей способностью, представленные илом и мягкопластичными суглинками, что создает трудности при создании надежных и устойчивых сооружений, особенно при малых глубинах акваторий [2].

Большая часть Карского моря лежит на материковой отмели, где преобладают глубины до 100 м, тогда как на отмели прибрежной зоны – от 5 до 15 м. Дно моря сложено из мягких, рыхлых и полускальных грунтов, малопригодных в качестве основания шельфовых сооружений [3].

Учитывая действие на платформу в мелководной зоне значительных горизонтальных нагрузок от ледяного покрова, для обеспечения устойчивости платформы оптимальным решением является свайно-гравитационный фундамент. Применение колонн-оболочек обусловлено их восприятием значительных горизонтальных нагрузок при малой глубине погружения в слабые грунты [5].

Целью научной работы является разработка концептуального технического решения ледостойкой нефтегазовой платформы для работы в ледовых условиях арктического шельфа. Актуальностью данной работы является то, что для реализации будущих проектов на шельфе от науки и промышленности требуется разработка и производство качественно новых технических средств, таких как универсальные платформы, способные осваивать мелководные месторождения арктического шельфа, а также уникальное оборудование, способное эффективно работать в суровых условиях северных морей.

Описание разработанной платформы

Платформа состоит из плиты основания с балластными отсеками; центральной цилиндрической колонны (опорной оболочки); оголовка опорной оболочки, внутри которого может находиться основная часть бурового модуля; верхнего строения, представляющего собой многопалубное сооружение и гибких связей центральной колонны с верхним строением и монтажного понтона, расположенного между верхним строением и плитой основания. Верхнее строение способно перемещаться по оси опорной оболочки при помощи гибких связей, закрепленных на системе полиспастов оголовка опорной оболочки и верхнего строения (рис.1).

Нефтегазовое дело

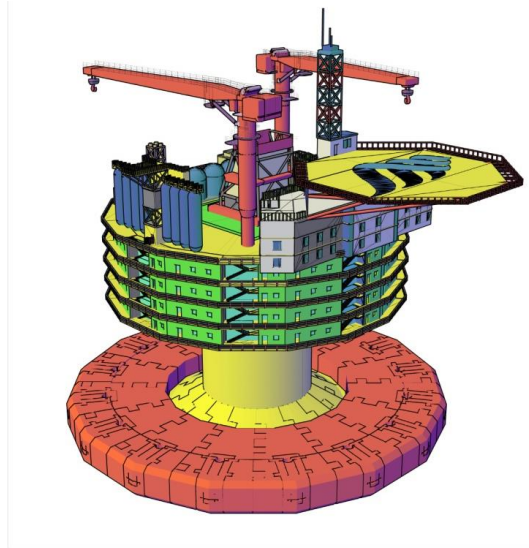


Рис. 1. Общий вид платформы платформы.

Конструкция верхнего строения позволяет произвести полное его примыкание к опорной оболочке, что дает возможность не изменять блок верхней части опорной оболочки, в котором могут осуществляться буровые операции. Также такое решение позволяет понизить центр тяжести платформы при ее транспортировке.

Плита основания снабжена системой колонн-оболочек, расположенных по ее периметру. Данное решение обеспечивает дополнительную устойчивость платформы на сдвиг при действии горизонтальных ледовых нагрузок. Диаметр колонн-оболочек равен 1,8 м, толщина стенки – 0,08 м, максимальная глубина погружения в грунт – 10 м. Схема платформы приведена на рис. 2.

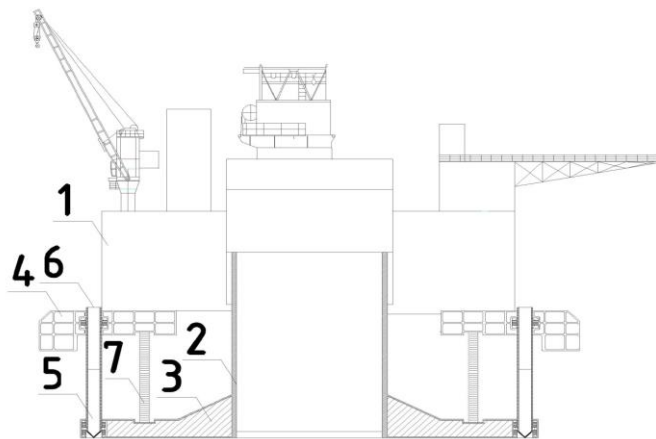


Рис. 2. Схема платформы.

. На схеме показаны:

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Верхнее строение | 5. Свая |
| 2. Опорный блок | 6. Направляющие свай |
| 3. Плита основания | 7. Шланги воздухоподачи в понтон. |
| 4. Монтажный понтон | |

Нефтегазовое дело

Понтон спроектирован таким образом, что его часть находится за периметром плиты основания. Данное решение позволяет увеличить его объем и массу без увеличения габаритов сооружения. Сваи имеют закрытый конец и имеют участки боковой поверхности для зубчатого зацепления. Понтон и плита основания снабжены зубчатыми колесами для фиксации сваи (рис. 3). Данное решение также обеспечивает центровку плиты основания и понтона.

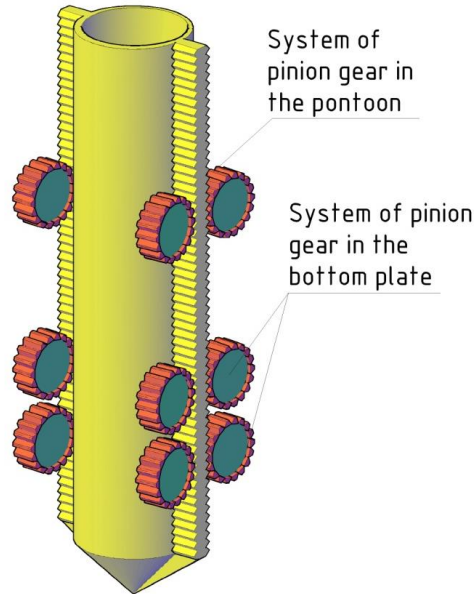


Рис. 3. Механизм спуска и подъема сваи.

Расчет плавучести и устойчивости платформы выполнены в программе «Диалог-статика». Результаты расчета, приведенные на рис. 4, показывают, что запас углов крена составляет 20%, расчетные значения расстояний до осей приложения статических плеч и углов крена находятся в пределах допустимых величин, согласно Регистру морского судоходства [6].

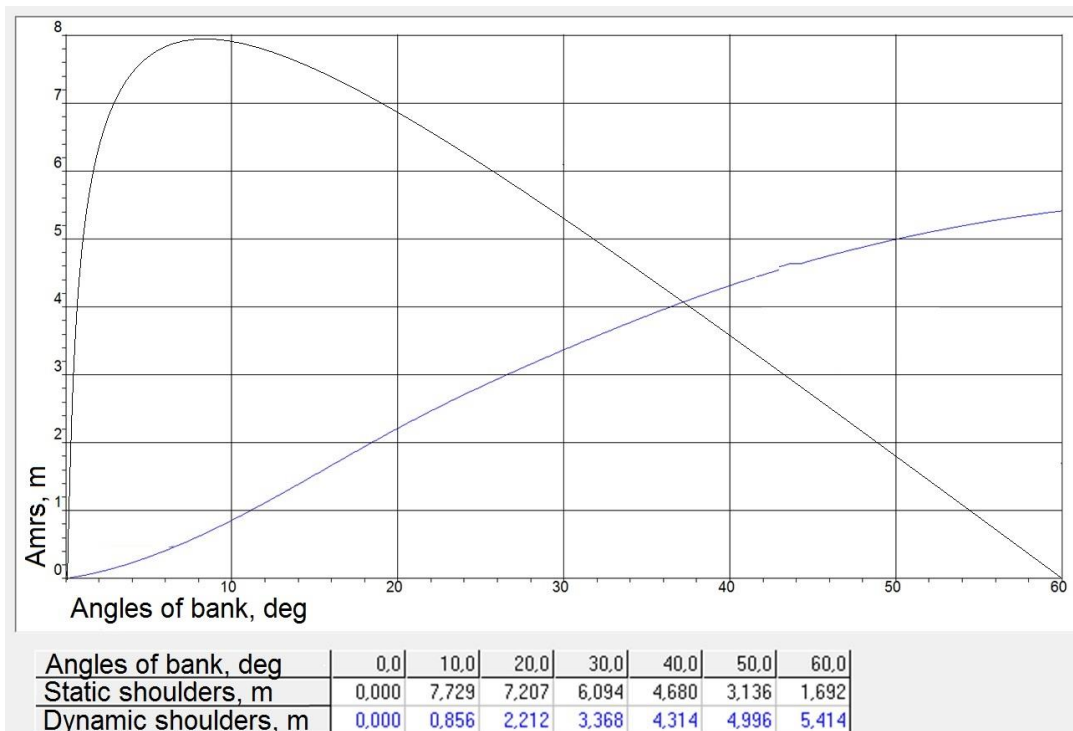


Рис. 3. Результаты расчета устойчивости.

Нефтегазовое дело

Конкретные природно-климатические и инженерно-геологические условия размещения месторождений на арктическом шельфе требуют уникальных решений платформ для разведочного бурения. На наш взгляд, оптимальным для мелководных участков шельфа является применение стальных оболочек.

Научной новизной работы является систематизация основных требований к морским ледостойким платформам на заданном участке бурения и применение методов оптимального проектирования за счет минимизации негативного воздействия на сооружение.

Научно-практической значимостью работы является то, что разработаны новые методы инженерного обеспечения процесса транспортировки и установки платформы на месторождении, результаты разработки могут быть использованы в технико-экономическом обосновании освоения морских нефтегазовых месторождений на шельфе ледовитых морей России и в проектировании реальных систем обустройства морских нефтегазовых месторождений на шельфе арктического региона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алексеев Ю.Н., Афанасьев В.П., Литонов О.Е. и др. Ледотехнические аспекты освоения морских месторождений нефти и газа. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 360 с.
2. Беккер А.Т. Вероятностные характеристики ледовых нагрузок на сооружения континентального шельфа: монография. Владивосток: Дальнаука, 2004. 401 с.
3. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения. Ч. 1. Конструирование. М.: Недра-Бизнесцентр, 2006. 555 с.
4. Морская ледостойкая платформа: пат. / В.Н. Барышев, О.А. Сабодаш, А.Т. Беккер; заяв. 2016130949 от 28.07.2016.
5. Мусабиров А.А. Разработка и исследование применимости новой конструкции ледостойких платформ на мелководном арктическом шельфе: дисс. ... канд. техн. наук. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2013. 119 с.
6. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок (ПБУ) и морских стационарных платформ (МСП). СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2014. 483 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКА ЗАСТРЯВШИХ ВНУТРИТРУБНЫХ УСТРОЙСТВ

Беспалов Арсений Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: внутритрубные устройства, трубопроводный транспорт, мониторинга местонахождения ВТУ.

На сегодняшний день для предотвращения аварий на магистральных трубопроводах и увеличения их пропускной способности эксплуатирующие организации периодически проводят механическую очистку и контроль внутренней поверхности трубопровода, запуская в него очистные скребки, снаряды-шаблоны, навигационные профиломеры, дефектоскопы и другие устройства (ВТУ). Во время выполнения работ по механической очистке и внутритрубной дефектоскопии нередки случаи остановки внутритрубных устройств. Если не удастся продавить ВТУ путем перепада давления, то с максимально возможной точностью устанавливают его местоположение и извлекают с нарушением целостности трубы[4].

В настоящее время установления местоположения застрявшего ВТУ используют данные диспетчера, определяющий участок между крановыми узлами и далее бригада линейно-эксплуатационной службы проходит вдоль трассы с локатором, реагирующим на передатчик находящийся на внутритрубном устройстве.

Недостатками такого метода являются невозможность точного контроля скорости прохождения ВТУ по трубопроводу, поскольку практически все расстояние объект находится вне зоны видимости, а также необходимости большого количества времени на обнаружение.

Поставленную проблему можно решить путем мониторинга местонахождения ВТУ во время его движения.

Наиболее эффективна в процессе определения местоположения ВТУ в реальном времени система «ССВС-001», разработанная научно-производственной фирмой «ТОРИ», и созданной сотрудниками СО РАН (г. Новосибирск)[3].

Система «ССВС-001» состоит из акустического излучателя ИП-001, закрепленного унифицированными крепежными элементами на внутритрубном устройстве; акустическим датчиком МПП-001, устанавливаемый на трубопроводе; модуль обработки и передачи сигнала МОПС-001, располагаемый в будке КИП; линии передачи информации и управляющих сигналов, центральный компьютер (рисунок 1).

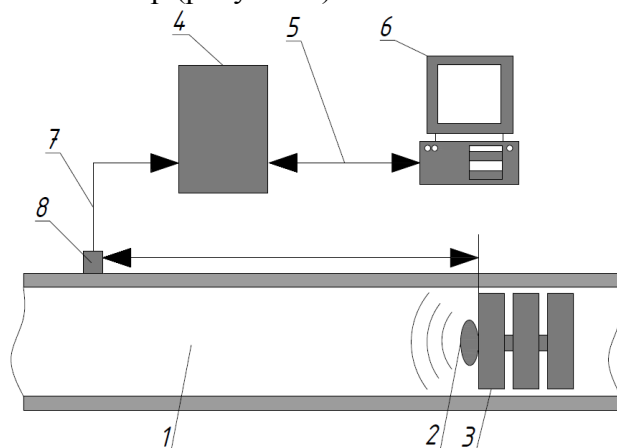


Рис. 1. Система сопровождения внутритрубных снарядов «ССВС-001»:

1 – нефтепровод; 2 - акустический излучатель ИП-001; 3 - внутритрубный снаряд; 4 - модуль обработки и передачи сигнала МОПС-001; 5 - линия связи; 6 - центральный компьютер; 7 - сигнальный кабель; 8 - модуль первичного преобразования МПП-001.

Недостатком этого метода является невозможность его использования в трубопроводах с газообразной средой (газопроводах), из-за возникающих помех вызванных различной скоростью распространения волн в жидких и газообразных средах.

Существует другой способ обнаружения ВТУ, основанный на вибродиагностическом методе. При движении ВТУ воздействует на стыки секций трубопровода (внутренних сварных соединений), тем самым возбуждая упругие волны ударными виброимпульсами (УВИ) (рисунок 2)[2].

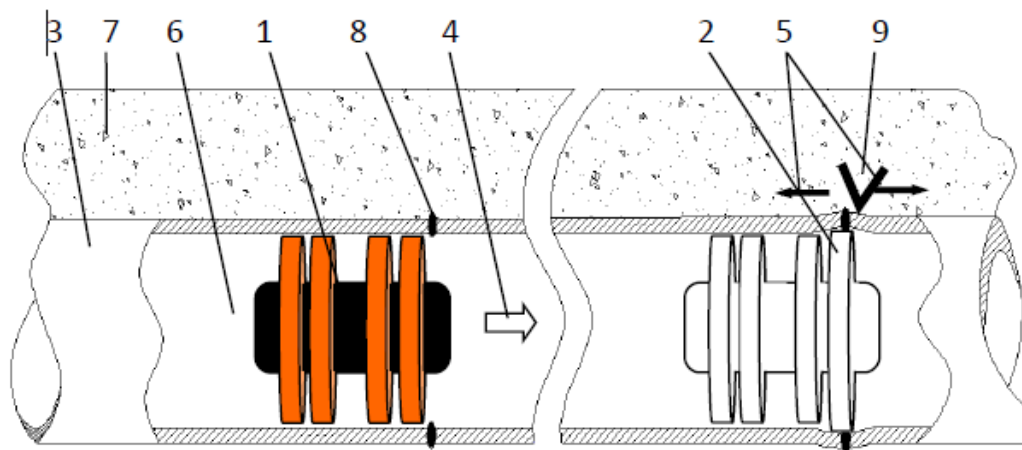


Рис. 2. Движение ВТУ по трубопроводу:

1 – ВТУ; 2 – головная манжета ВТУ; 3 – трубопровод; 4 – направление движения ВТУ; 5 – направление распространения упругих волн УВИ; 6 – зона избыточного давления; 7 – грунт; 8 – сварной шов; 9 – деформация стенок трубопровода.

Форма УВИ и их амплитуда зависят от типа ВТУ, скорости его движения, размеров внутренних выступов сварных швов и физико-механических свойств обваловки трубопровода. Упругая волна возникает одновременно по всему сечению стенки трубопровода, что является отличительной особенностью возбуждения УВИ манжетами ВТУ.

Измеряя время между отдельными УВИ, что соответствует времени прохождения ВТУ между соседними сварными соединениями трубных секций, можно определить местоположение и скорость движения ВТУ в любой момент времени при непрерывной регистрации вибраций трубопровода. Информация о размерах секций, из которых изготовлен трубопровод, т.е. о расстояниях между соседними сварными швами, содержится в так называемом «трубном журнале» каждого газопровода. Преимущество данного способа состоит в возможности его использования на любых видах трубопровода.

В данной работе были рассмотрены методы контроля местоположения внутритрубных устройств, основанные на акустическом и вибродиагностическом методах. При постоянном контроле ВТУ не возникнет проблемы его поиска при застревании, поскольку мы постоянно знаем его местонахождение. Внедрение данных способов на производстве позволит уменьшить время поиска внутритрубного прибора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бочкарев Н.Н., Курочкин А.А. Вибродиагностическое сопровождение внутритрубных объектов // Известия ТПУ. 2010. Том 317. № 2. С. 73 - 77.
2. Мельников А. В. Система дистанционного мониторинга местоположения внутритрубного объекта для нефтепроводного транспорта. – 2017.
3. Супрунчик В.В., Коновалов Н.М., Мызников М.О. Система сопровождения внутритрубных приборов «ССВС-001» // Трубопроводный транспорт. 2003 № 12. С.9-12
4. Пахомов А.С.. Современные методы определения местоположения внутритрубных объектов // том1 2015 С.71-76

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА PVT ИССЛЕДОВАНИЙ ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ FLUID-EVAL

Беспалов Арсений Сергеевич, Козенко Илья Жоржевич
Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии
Научный руководитель: Власенко Виктор Сергеевич, ассистент

Ключевые слова: PVT-установка, фазовое равновесие, пластовый флюид, многокомпонентная смесь.

При разработке нефтегазового, газового или газоконденсатного месторождения необходимо проводить анализ проб пластовых флюидов для подсчета и уточнения запасов и для проектирования дальнейшей разработки месторождения.

В процессе разработки месторождения происходит изменение равновесия между газовой и жидкой фазой, в процессе чего изменяется состав флюида. Процесс изменения равновесия можно моделировать в PVT ячейке.

В лаборатории кафедры нефтегазового дела и нефтехимии имеется установка Fluid-Eval Educational (рисунок 1). Установка предназначена для проведения четырех базовых экспериментов:

- расширение при постоянной массе и составе (CME эксперимент);
- контактное и дифференциальное разгазирование с последующим определением газового фактора (DV эксперимент);
- конденсация/истощение при постоянной массе (CMD эксперимент);
- дифференциальная конденсация при постоянном объеме и переменном составе (CVD эксперимент).



Рис. 1. Общий вид установки Fluid-Eval Educational.

Учебная PVT-установка Fluid-Eval включает:

1. PVT ячейка высокого давления и температуры;
2. Система видеокамеры;
3. Насос высокого давления;
4. Система сбора данных;
5. Газометр с системой измерения газового фактора.

В процессе изучения установки были составлены методики проведения вышеуказанных базовых экспериментов. Дальнейшей задачей является изучения прикладного потенциала данной установки. Как уже было сказано выше, прикладное значение PVT-установки — это моделирование пластовых процессов. Целью данной работы является изучение существующих методик проведения термодинамических PVT-экспериментов пластовых флюидов и их

Нефтегазовое дело

оптимизация для лабораторной установки. Сложность состоит в отсутствии проб реальных месторождений, что вынуждает к самостоятельному созданию смесей УВ максимально приближенных к промышленным.

Для изучения методик были выбраны методики ПАО Газпром и компании Schlumberger («Шлюмбержé»). Согласно этим методикам комплекс исследований нефтегазовых пластовых систем включает в себя:

- 1) оперативные (полевые) исследования керна;
- 2) промышленные гидродинамические, газоконденсатные, геофизические исследования скважин, отбор проб пластовых флюидов;
- 3) комплексные лабораторно-аналитические и экспериментальные исследования керна;
- 4) комплексные лабораторные исследования физико-химических свойств и технологических характеристик пластовых флюидов;
- 5) термодинамические исследования углеводородных систем, фазового поведения пластовых газоконденсатных систем;
- 6) физическое и математическое моделирование фильтрационных процессов в пласте;
- 7) разработка методов и технологий воздействия на пласт с целью повышения углеводородоотдачи;
- 8) разработка нормативно-методической документации в области исследований керна и пластовых флюидов.

Основной задачей работы является изучение материалов касающихся пунктов 5 и 8, для составления методик анализа многокомпонентных систем на лабораторной установке. На рисунке 2 показан план проведения PVT-эксперимента пластового газа на основе методики ПАО Газпром.

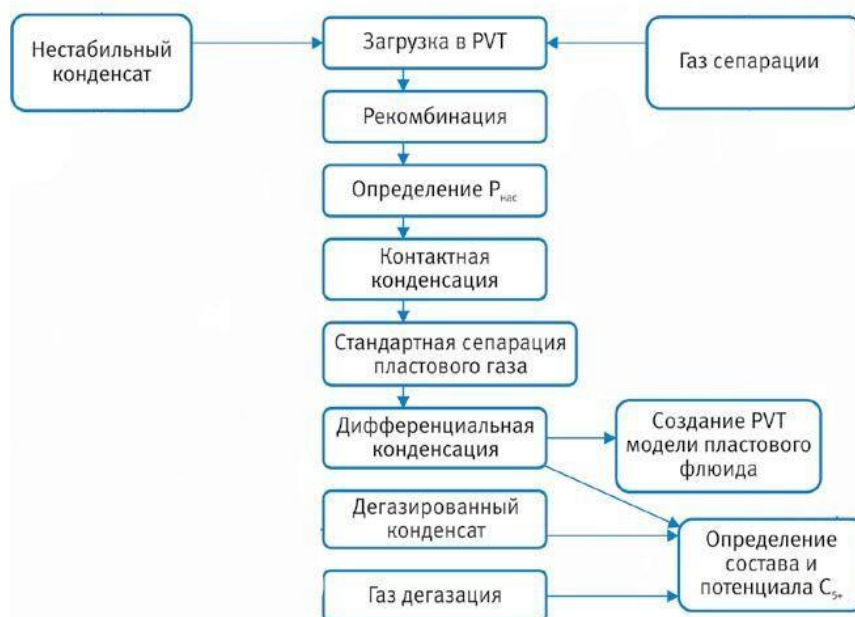


Рис. 2. Схема PVT- исследования пластового газа.

Для более наглядного представления несовершенства методики был проведен пробный эксперимент, для которого использовалась смесь двух газов: метан и гексан. Эксперимент проводился исходя из основных принципов формирования двухфазных смесей. Брали 10 мл смеси в соотношении 1:4, загружали в PVT - ячейку и поднимали давление до 200 psi, и затем постепенно снижали давление в ячейке, при этом перемешивая смесь мешалкой для полной однородности данной смеси. Эксперимент проводился в соответствии с методикой СМЕ (constant mass expansion) или расширение при постоянной массе. При этих показателях мы находили зависимость PV или зависимость давления от объема, а также давление насыщения

смеси. При каждом этапе снижения давления, измерялся объем и температура в ячейке. После проведения эксперимента по методике, основанной на приложенных документах к установке, мы получили зависимость PV. Определить зависимость между параметрами нам поможет коэффициент корреляции. Для данного эксперимента, R^2 ниже единицы, что говорит нам о недочетах проведения эксперимента.

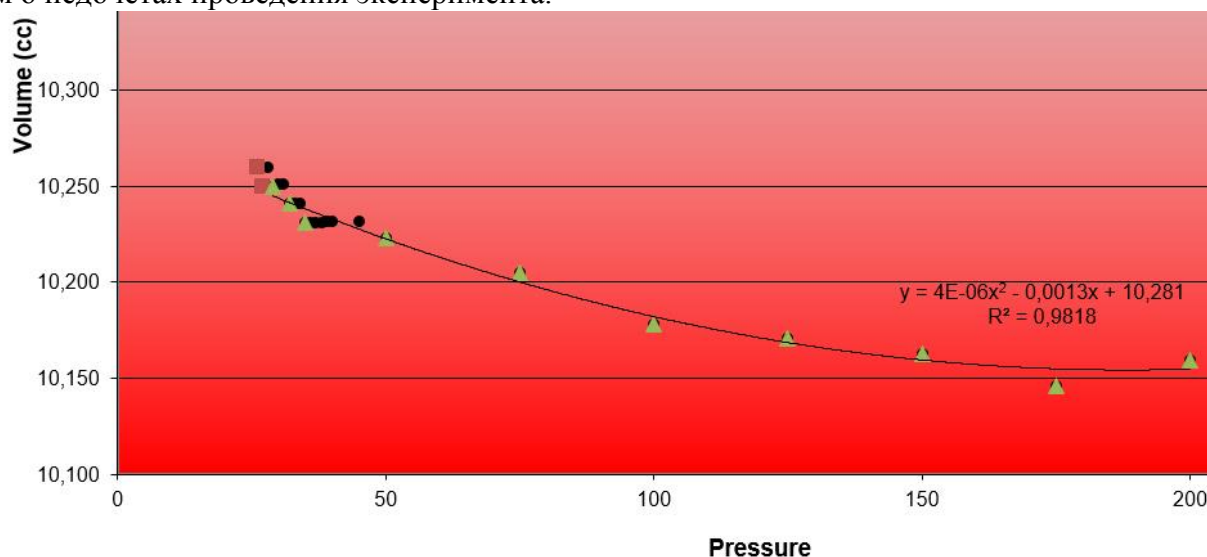


Рис. 3. Зависимость давление-объем при первоначальной методике эксперимента.

В связи с этим были предложены основные методы улучшения исследования углеводородных смесей:

1) использование хроматографа для определения максимально точной дозировки элемента в смеси. Включение этого прибора в цикл исследования позволит нам существенно увеличить точность результата.

2) усовершенствование катетометра видеосистемой. Наличие данного оборудования позволит нам уменьшить шаг исследования и увеличить точность снятия данных.

3) увеличение времени релаксации смеси по методике СТО ТюменНИИгипрогаз 07-02-2014. Способ позволит нам повысить однородность смеси в ячейке и стабилизировать флюид, что также приведет к повышению качества результатов.

4) рекомбинирование эксперимента по методике Р Газпром 086-2010.

Данный анализ дает возможность оценить методики по проведению PVT-эксперимента поэтапно и выбрать наиболее близкую к реальному процессу работы пласта. Выявлено основное различие методик и причина расхождения получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бетанкур С. и др. Современные методы измерения свойств пластовых флюидов // Нефтегазовое обозрение. – 2007. – Т. 19. – №. 3. – С. 70.

2. Рыжов А. Е., Складорова З. П. Совершенствование системного подхода к исследованиям керна и пластовых флюидов нефтегазовых месторождений в ПАО «Газпром» (создание Корпоративной системы исследований керна и флюидов) // Вести газовой науки. – 2016. – №. 4 (28).

3. Юрил Я. Э., Леонтьев С. А., Рогалев М. С. Анализ существующих методик по проведению термодинамических исследований пластовых флюидов в ПАО " ГАЗПРОМ" // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – №. 4 (50).

4. Хлус А. А. Экспериментальные методы PVT – исследования пластовых флюидов на установках фазовых равновесий / А. А. Хлус [и др.] // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – №6. – С. 23-24.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАЗМЫВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕЗЕРВУАРАХ С НЕФТЬЮ

Вырупаев Александр Григорьевич, Шульгин Владислав Евгеньевич

Инженерная школа, кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Слесаренко Вячеслав Владимирович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: размыв донных отложений, резервуар, Диоген, комбинированная система размыва

В условиях длительной эксплуатации резервуаров товарной нефти, в них образуются осадок и донные отложения, которые приводят к уменьшению полезного объёма, коррозионным разрушениям, а также затруднению замера фактического количества нефти и обследованию состояния резервуара. В связи с этим одной из важнейших операций, является очистка, предотвращение накоплений и размыв донных отложений в РВС.

Очистка нефтяных резервуаров подразумевает под собой обширный комплекс работ, направленный на увеличение эффективности удаления нефтеосадков, обеспечение безопасности проводимых работ и сохранение экологичности эксплуатации резервуаров.

Наряду с периодической очисткой нефтяных резервуаров, существуют операции по предотвращению образования донных отложений без вывода резервуаров из эксплуатации, направленные на поддержание рабочего объёма резервуаров, сокращения числа циклов очистки и увеличение технико-экономических показателей работы резервуаров, резервуарных парков и нефтетранспортной системы в целом.

В настоящее время существует несколько методов предотвращения образования донных отложений, таких как механический, гидромеханический, тепловой и акустический. Но наименее энергозатратным и соответственно наиболее экономически выгодным является гидравлический метод предотвращения образования донных отложений, который заключается в воздействии с определенной скоростью направленной затопленной струи нефти на донные отложения, что вызывает отрыв и перемещение частиц осадка во взвешенное состояние. Для создания направленной гидравлической струи нефти применяют электромеханические мешалки различного конструктивного исполнения.

Устройство для размыва донных отложений в стальных вертикальных резервуарах

В компании «Транснефть» наибольшее практическое применение получили устройства для размыва донных отложений типа «Диоген»-500/700/700М». Взрывозащищённые устройства «Диоген» предназначены для установки на крышке овального или круглого люковлазов, размещённых на первом поясе резервуаров с нефтью и эксплуатируются в соответствии с требованиями ГОСТ Р51330.13, гл. 7.3 ПУЭ, настоящего «Руководства по эксплуатации». Винтовая мешалка типа «Диоген» (рис. 1).

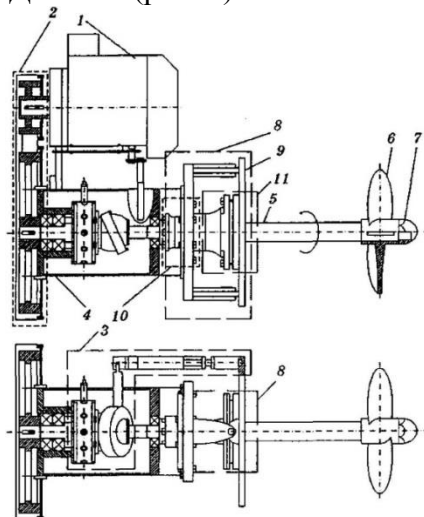


Рис. 1. Устройство винтовой мешалки типа "Диоген".

Нефтегазовое дело

1 - взрывозащищенный асинхронный электродвигатель; 2 - плоскозубчатая ременная передача; 3 - автоматический привод поворота; 4 - корпус; 5 - вал; 6 - пропеллер; 7 - обтекатель; 8 - шарнирный узел; 9 - фланец присоединительный; 10 - торцовое уплотнение; 11 - сферическое уплотнение

Принцип работы устройства заключается в образовании процесса перемешивания нефти направленной затопленной струёй нефти, создаваемой вращающимся гребенным винтом, при котором тяжёлые парафинистые осадки и механические примеси взвешиваются в общей массе нефти.

Однако данные устройства имеют ряд существенных недостатков. Так, на резервуары объемом до 20000 м³ устанавливается одна единица устройств «Диоген».

Диапазон работы данного устройства при установленных скоростях движения направленной струи составляет 60°, что образует в резервуаре так называемые «мёртвые» зоны, в которых происходит интенсивное накопление и уплотнение парафиносмолоасфальтеносодержащих осадков (рис. 2), которые могут достигать до 50% от общей площади дна резервуара.

Увеличение же частоты оборотов вращения винта устройства и увеличение скорости направленного потока приводит к увеличению нагрузки на стенку резервуара, что пагубно сказывается на напряженно-деформированном состоянии и общем сроке службы резервуара.

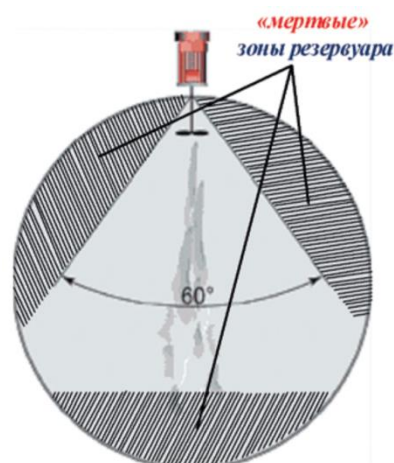


Рис. 2. Зоны накопления и уплотнения осадков.

Наличие мощного асинхронного электродвигателя создает потребность в обеспечении большим количеством электроэнергии устройства «Диоген», что увеличивает затраты на размыв донных отложений и эксплуатацию резервуаров в целом.

Наличие перечисленных выше недостатков у находящихся на данный момент в эксплуатации устройств свидетельствует о необходимости разработки новой, более усовершенствованной и эффективной системы предотвращения образования донных отложений в резервуарах.

Разработка комбинированной системы размыва донных отложений в резервуарах с нефтью

Повышение большей эффективности размывав РВС можно достигнуть использованием комбинированной системы воронкообразного размыва и предотвращения образования донных отложений и при помощи устройства «Диоген».

Помимо уже установленного в нижнем поясе устройства «Диоген» (9), комбинированная система размыва включает в себя незамкнутый криволинейный коллектор (5), расположенный на дне (7) резервуара и проложенный вдоль стенки резервуара (8), снабженный несколькими напорными патрубками (6) меньшего диаметра с соплами. Патрубки, направленные на днище, имеют между собой угол 45° и наклонены под некоторым углом, к касательной окружности в горизонтальной плоскости, обеспечивающим максимальный эффект от размыва. Также имеются запорная арматура (3), Г-образный отвод (2) и S-образный про-

странственный отвод (4), которые соединяют общий коллектор с основным сливо-наливным трубопроводом резервуара (1) (рис. 3).

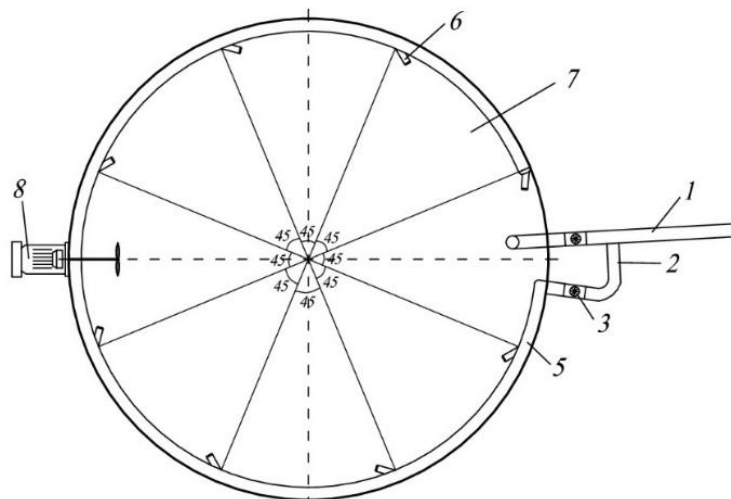


Рис.3. Схема комбинированного размыва и предотвращения образования донных отложений.

Гидравлическая система воронкообразного размыва не способна обеспечить размыв отложений по всей площади РВС, а только на периферийной части днища. Предотвращение образования донных отложений производится путем совместной работы воронкообразного перемешивания среды с последующей работой устройства «Диоген» и размывом донных отложений. Создание воронкообразного перемешивания происходит на стадии заполнения (или долива) резервуара за счет кинетической энергии движущегося потока и воздействия друг на друга гидравлических затопленных струй нефти или нефтепродукта. Принцип работы комбинированной системы (рис. 4).

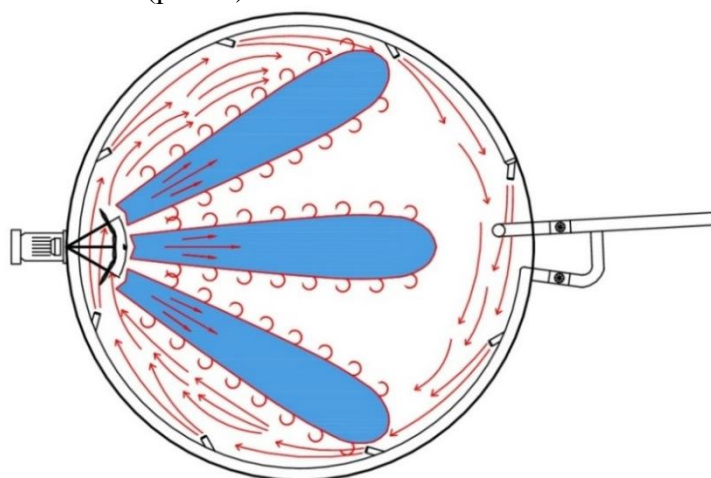


Рис. 4. Принцип работы комбинированной системы размыва донных отложений.

Расположение общего коллектора непосредственно на дне позволяет размыывать донные отложения при минимальном уровне нефти в резервуаре. Количество напорных патрубков необходимо выбирать исходя из критериев оптимальности для условия создания воронкообразного перемешивания и металлозатрат.

Таким образом две совместно работающие системы дополняют друг друга и обеспечивают более качественный размыв донных отложений в резервуаре. Разработка комбинированной системы свидетельствует о перспективности совмещенных методов размыва и предотвращения образования донных отложений для повышения эксплуатационных свойств вертикальных стальных резервуаров, следствием повышения эффективности, для поддержания на проектном уровне рабочих объемов резервуаров.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТОК ГАЗОГИДРАТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Гонко Алексей Александрович, Титов Григорий Константинович,
Осмоловский Павел Игоревич*

*Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии
Научный руководитель: Гульков Александр Нефёдович, д-р. техн. наук, профессор*

Ключевые слова: газовые гидраты, изучение месторождений, замещение CH_4/CO_2 , перспективные направления

На сегодняшний день, газовые гидраты являются весьма перспективным источником получения природного газа [9,14], что подтверждается высокой энергоемкостью газовых гидратов (до 164-180 м³ метана в 1 м³ гидрата). Энергия, которую возможно получить при из газовых гидратов, в 15 раз превышает чистые энергетические затраты на их разложение. [2]

На данный момент ведется большое количество разработок в области получения метана из природных газовых гидратов. В основе всех предполагаемых технологий лежит общий принцип: воздействие на пласт, приводящее к потере термодинамической устойчивости газового гидрата и его разложению.

Основными способами разработки газогидратных пластов являются депрессионное воздействие на пласт и нагрев гидрат - содержащих пород [10,15].

Одним из последних инновационных способов извлечения метана из состава гидрата является его замещение диоксидом углерода в газогидрате [1,6,9,10,12,14].

Предложенный метод позволяет одновременно добыть метан и законсервировать углекислый газ в необходимых объемах [10,11,16]. Консервация диоксида углерода имеет важное экологическое значение, поскольку избыток его в атмосфере способствует проявлению парникового эффекта [10,11].

В работах [6,7,13,16,20] предложено использовать метод замещения, как наиболее безопасный метод добычи газа из вышеуказанного минерала.

В подтверждение рентабельности разработки залежей данного типа методом замещения метана на диоксид углерода в работах [1,3,5,7,16] проводились исследования процесса, в результате которых было выявлено:

- для оценки максимальной степени замещения метана в его гидрате двуокисью углерода достаточно рассчитать равновесную концентрацию двуокиси углерода в гидрате, образованном из газовой смеси заданного состава; [1,7]

- по окончании замещения извлекается около 35 кг/м² метана и консервируется около 105 кг/м² углекислого газа из пласта протяженностью 10 м при начальной гидратонасыщенности метаном 0,15 и массовом содержании газа в составе гидрата 0,13 (рисунок 1). [3]

Скачок на расходов обусловлен вытеснением свободного метана из пор газового гидрата в начале процесса.

Главным недостатком добычи метана из газовых гидратов методом замещения на углекислоту является низкая скорость процесса.

В работе [1] установлено, что для достижения полного равновесия в процессе замещения продолжительность эксперимента должна быть не менее 130-150 часов, т.к. кинетика процесса определяется двумя модами с характерными временами 5,7 и 52 ч. согласно кривой зависимости давления в системе от времени.

Нефтегазовое дело

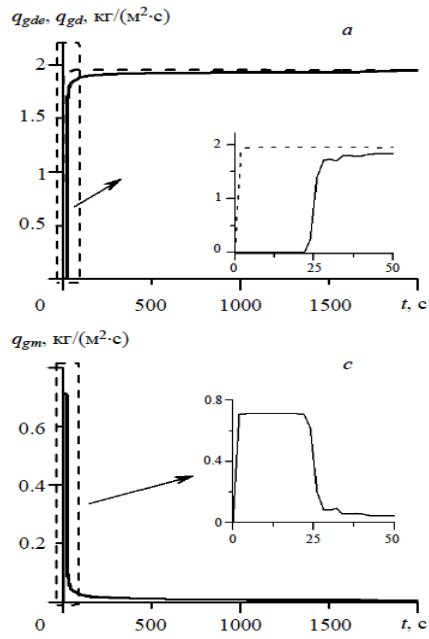


Рис. 1. Динамика массовых расходов закачиваемого углекислого газа (а) и выходящего метана (с) Шагапов, 2016 [3].

В работе [4] авторы путем математических расчетов получили следующие графические данные (рисунок 2):

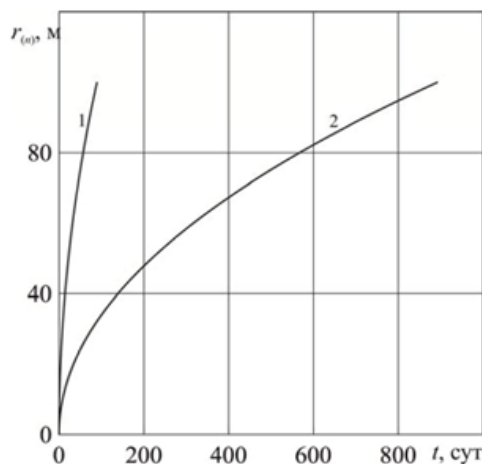


Рис. 2. Зависимость координаты границы фазового перехода от времени для двух проницаемостей пласта, Гималтдинов, 2017[4].

Таким образом, процесс замещения метана в круговом пористом пласте с радиусом контура питания 100 м с проницаемостью $k=10^{-15} \text{ м}^2$ займет более 800 суток, что неприемлемо для промышленной разработки месторождений данного типа.

По этой причине многие ученые пытаются усовершенствовать данный метод с целью повышения скорости процесса полного замещения метана на углекислый газ.

В настоящее время произведены экспериментальные исследования замещения метана смесью CO_2+N_2 [15]. Например, США провели пробный эксперимент по добыче газовых гидратов на Северном склоне Аляски, введя смесь N_2 (77%) + CO_2 (23%) в гидратные осадки, и 3104 м³ природного газа были успешно восстановлены. [17,18,19]

В работе [20] рассматривается возможность разложения гидрата метана путем инъекции горячего (сверхкритического) CO_2 с добавлением N_2 .

Поскольку CH_4 и N_2 обладают сходными физическими свойствами, их очень трудно отделить. Хотя замена данной смесью более эффективна, присутствие N_2 в извлеченном газе будет значительно увеличивать стоимость, используемую для последующего разделения га-

за.

В работе [18] предложено использование смеси углекислого газа и водорода взамен чистого углекислого газа или его смеси с азотом для улучшения замещающего эффекта и снижения стоимости последующего разделения газа ввиду различных физических свойств водорода и углекислоты. Общая схема процесса представлена на рисунке 3.

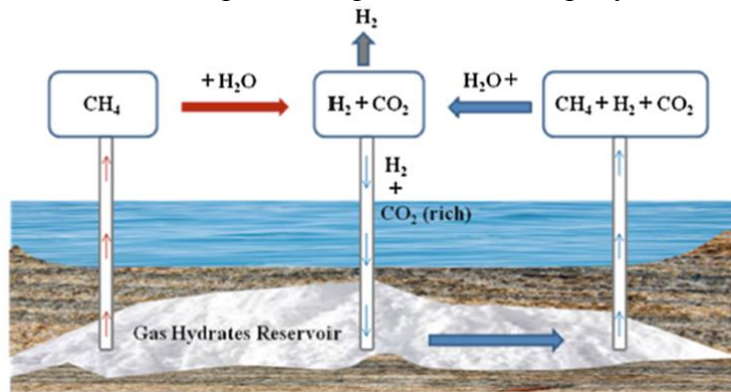


Рис. 3. Схема процесса замещения метана на смесь CO_2/H_2 , Xiao-Hui Wang, 2018 [18].

Роль H_2 заключается в том, чтобы способствовать разрушению стабильности гидрата метана.

По окончании четырех опытов было установлено следующее: чем выше мольная доля водорода в смеси CO_2 и H_2 , тем выше коэффициент накопления CH_4 (рисунок 4) и скорость добычи газа, но тем ниже коэффициент поглощения CO_2 (рисунок 5).

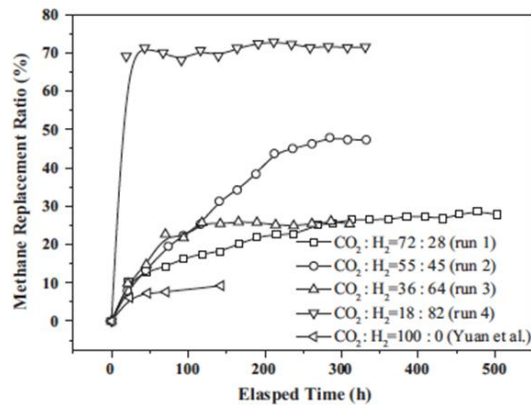


Рис. 4. Доля замещенного метана для различных составов газа-заместителя, Xiao-Hui Wang, 2018 [18].

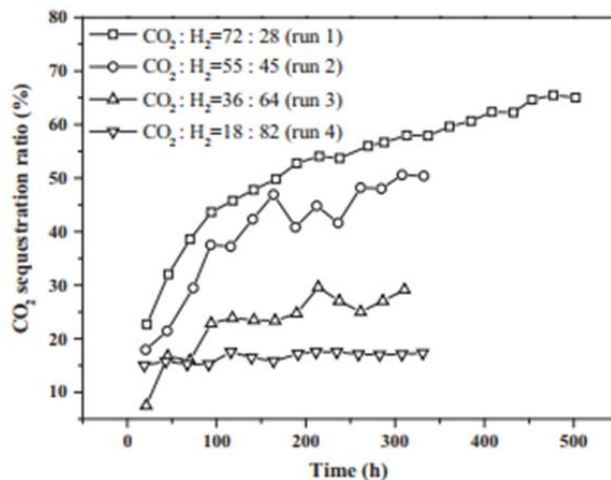


Рис. 5. Зависимость мольной доли замещенного CO_2 от времени для опытов 1-4, Xiao-Hui Wang, 2018 [18].

Обусловлено это тем, что при одинаковых термобарических условиях более высокая мольная доля H_2 в подаваемой смеси газов приводит к движущей силе для диссоциации гидратов метана.

К сожалению, достичь одновременно высокого коэффициента поглощения CO_2 и высокого коэффициента добычи CH_4 пока невозможно, поэтому в данной работе сделан вывод: наиболее выгодная концентрация CO_2 в смеси будет составлять около 55 % (рисунок 6).

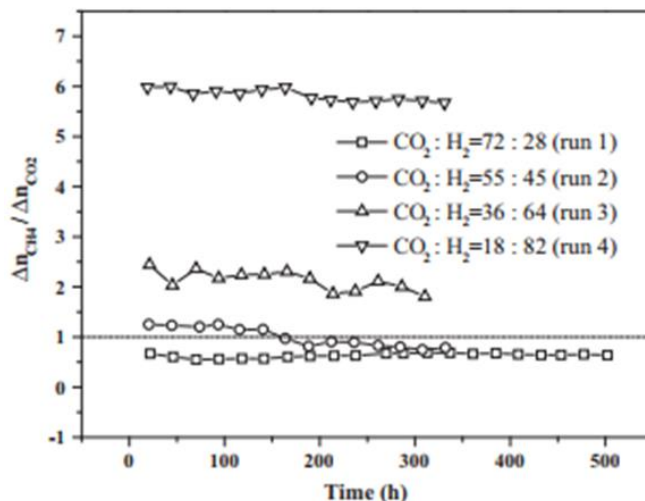


Рис. 6. Зависимость между числом молей CH_4 , диссоциированных из гидрата, и числом молей CO_2 , перешедших в гидрат, от времени для опытов 1-4, Xiao-Hui Wang, 2018 [18].

В ходе экспериментов также выяснилось, что начальная концентрация метана в гидрате существенно влияет на коэффициент извлечения добываемого газа: чем она меньше, тем больше процент газа на выходе.

Проблема добычи метана из газогидратов состоит в том, что на данный момент нет надежных, безопасных и экономически выгодных технологий. Необходима разработка таких систем извлечения газа из гидратов и его доставки потребителям, которая обеспечивала бы конкурентоспособность гидратного газа с другими источниками энергии.

Предложенный метод замещения метана путем инъекции смеси газов может разрешить эти вопросы и является наиболее перспективным в сравнении с существующими технологиями [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Воронов В.П. Экспериментальное исследование процесса замещения метана в газовом гидрате диоксидом углерода/В.П. Воронов, Е.Е. Городецкий, Б.А. Григорьев, А.Р. Муратов.// Вести газовой науки. 2011. №2 (7), - 14 с.
2. Истомин В.А. Газовые гидраты в природных условиях/ В.А. Истомин, В.С. Якушев//М.: Недра, 1992, - 231 с.
3. Шагапов В.Ш. Вытеснение метана из газогидратного пласта при закачке диоксида углерода / В. Ш. Шагапов, М. К. Хасанов, Г. Р. Рафикова//Вестник томского государственного университета. 2016. № 6 (44), - 104 – 114 с.
4. Гималтдинов И. К. Численное решение задачи об образовании гидрата двуоксида углерода в пористом пласте, изначально насыщенном гидратом метана/И.К. Гималтдинов, М.В. Столповский, М.И. Додова// Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. — 2017. — Т. 328, № 6. — 91-98 с.
5. Хасанов М.К. Математическое моделирование процесса нагнетания углекислого газа в насыщенный метаном и его гидратом пласт/ М.К. Хасанов, Н.Г. Мусакаев// Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика, - 2015. Том 1, № 3(3), - 102-111 с.

6. Беляев А.М. Гидраты метана – новый энергетический ресурс и экологические проблемы/ А.М. Беляев//Материалы девятой межвузовской молодежной научной конференции: «Школа экологической геологии и рационального недропользования» СПбГУ. – 2008. - 72-82 с.
7. Воробьев А.Е. Основы добычи аквальных газовых гидратов/ А. Е. Воробьев, И. Л. Капитонова.//уч. пособие - Москва : Российский ун-т дружбы народов, 2015. - 113 с.
8. Бабаев А.Ш. Перспективы использования природного гидрата метана как источника энергии/ А.Ш. Бабаев//Геология, география и глобальная энергия, - 2012. №1(44), - 20-28 с.
9. Гималтдинов И.К. Численное моделирование процесса образования гидрата углекислого газа при его нагнетании в пористый пласт, изначально насыщенный метаном и его гидратом/И.К. Гималтдинов, М.К. Хасанов, М.В. Столоповский//VIII Международная конференция по математическому моделированию. Тезисы докладов, - 2017, - 129 с.
10. Гарагаш А.И. Моделирование геомеханических процессов в гидратосодержащих породах при их взаимодействии с морскими сооружениями и скважинами/А.И. Гарагаш // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика, - 2014, №1(9), - 12 с.
11. Хасанов М.К. Математическое моделирование процесса образования газогидрата при закачке диоксида углерода в насыщенный метаном и льдом пласт/М.К. Хасанов, Н.Г. Мусакаев// Криосфера Земли, - 2016, т. XX, № 3,- 63–70 с.
12. Патент 2370642 Российская Федерация, МПК E21B43/22. Добыча свободного газа консервацией газового гидрата/ А. Грэуэ, Б. Квамме, Д.Д. Говард, Б.А. Болдуин, Д.К. Стивенс, Д.Р. Зорнес//патентообладатели - КОНОКОФИЛЛИПС КОМПАНИ (US), Грэуэ А., Квамме Б. - № 2007115077/03; заявл. 27.10.2008; опубл. 20.10.2009,Бюл.№30, - 3 с.
13. Oveckiy S. A method developed to increase technological and ecological efficiency of gas production from hydrate deposits/ S. Oveckiy, V. Savchuk.// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Ecology – 2016. – p. 41-47
14. Lin C. Production strategy for oceanic methane hydrate extraction and power generation with Carbon Capture and Storage (CCS)/ C. Lin, S. Hirotooshi, W. Tsutomu, O. Junnosuke, K. Atsuki, M. Shigenao// Energy. -2017. – Vol. 126. – P. 256-272
15. Mu L. Methane Production and Carbon Capture by Hydrate Swapping/ L Mu, von Solms N.// Energy & Fuels. –2017. - T. 31,№4 - P. 3338-3347
16. Shagapov V.S. Displacement of methane from a gas hydrate reservoir in the process of carbon dioxide injection/ V.S. Shagapov, M. K. Khasanov, G. R. Rafikova// Tomsk state university journal of mathematics and mechanics. – 2016. - №6 – P. 104-114
17. Chong, Z. R. Review of natural gas hydrates as an energy resource: Prospects and challenges / Z. R. Chong, S. H. B. Yang, P. Babu, P. Linga, X.-S. Li // Applied Energy. – 2016. – Vol. 162. – P. 1633–1652.
18. Xiao-Hui Wang. Gas production from hydrates by CH₄-CO₂/H₂ replacement /Xiao-Hui Wang, Yi-Fei Sun, Yun-Fei Wang, Nan Li, Chang-Yu Sun, Guang-Jin Chen, Bei Liu, Lan-Ying Yang// Applied Energy. – 2017. - Vol. 188. – P. - 305-314.
19. Koh D.Y. Energy-efficient natural gas hydrate production using gas exchange/ D.Y. Koh, H. Kang, J.W. Lee, Y. Park, S.J. Kim, J.Y. Lee.// Applied Energy. - 2016. – Vol. 162. – P. 30 - 114.
20. Salamatin A.N. Diffusion Model for Gas Replacement in Isostructural CH₄-CO₂ Hydrate System/ A.N. Salamatin, Andrzej Falenty, Werner F. Kuhs, J. Phys. Chem. C// - Just Accepted Manuscript. – 2017.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПЫЛЕНИЯ ВОДЫ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПЫЛИ

Горлов Иван Викторович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Кузин Денис Александрович, ассистент

Ключевые слова: добыча угля, снижение запыленности, прототипирование, Arduino

Добыча угля является одним из приоритетных направлений развития энергетического рынка Российской Федерации. Оно является важным звеном в экономике страны и вносит огромный вклад в бюджет, выходит на мировой уровень, занимая лидирующие позиции. Угольные компании предоставляют большое количество рабочих мест на предприятиях. Уникальным ресурсом на рынке труда является наличие высокопрофессиональных шахтеров. Кроме того, что их работа является одной из самых тяжелых, до сих пор в наше время она также очень вредна для здоровья.

В структуре профессиональной заболеваемости шахтеров по диагнозам первое место занимают заболевания, вызванные влиянием промышленных аэрозолей (пневмокониозы, хронические и пылевые бронхиты, кониотуберкулезы). Из приказа от 14.10.14 за №462 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «инструкция по борьбе с пылью в угольных шахтах», следует, что массовая концентрация пыли должна составлять: 150 мг/м³ - после обеспыливания в очистных забоях; 250 мг/м³ - на рабочих местах. Но на практике на месте работы угольного комбайна данный показатель составляет до 1000 мг/м³, на местах перегрузки угля несколько тысяч мг/м³, на ленточном транспортере около 100 мг/м³. Кроме того, вентиляционная выработка является одним из основных переносчиков пыли. Поэтому повышенная концентрация респираторной пыли во вдыхаемом воздухе является актуальной проблемой.

Одним из возможных решений данного вопроса является уменьшение пылеобразования на месте работы шахтеров. Для этого нужно создать автоматизированную систему для снижения запыленности и испытать прототип в лаборатории перед внедрением на производство. Внешний вид устройства выполнен в форме турели, высота которой достигает практически потолка угольных тоннелей. Конструкция может быть съемной, устанавливаться на укрепительных балках и в других местах, где будет возможно осуществлять подачу воды из резервуара. Прототип устройства состоит из контроллера Arduino, сервопривода, реле, насоса, лазерного диода, фоторезистора, световых диодов, форсунки и контейнера с водой.

Принцип работы заключается в том, что при спокойных условиях будут измерены значения, которые воспринимает фоторезистор от лазера, при этих значениях будет задано, что установка не приводится в действие. Если система детектирования улавливает меньший поток лучей (что означает высокую концентрацию угольной пыли), то она запускает механизм пылеподавления: приводится в действие реле, которое вращает установку по заданному сектору, что нужно для обхвата водой всего участка; насос также приходит в действие и из контейнера с водой подает ее по трубке в форсунку, которая распыляет воду по сектору, и дополнительно загораются световые диоды для дополнительного освещения под водой. Как только фоторезистор снова улавливает полный поток лучей, то отключает весь процесс. Чтобы реализовать данный алгоритм, был использован аппаратно-программный комплекс Arduino. Код программы приведен на рисунке 1.

Нефтегазовое дело

```
int Sensor = A0; //объект для управления фоторезистором
int Relay = 2; //объект для управления реле
#include <Servo.h> //используем библиотеку для сервопривода
Servo servo; //переменная для сервопривода

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Relay, OUTPUT);
  servo.attach(3); //сервопривод подключен к порту 3
}
void loop() {
  Sensor = analogRead(A0);
  Serial.println(Sensor);
  if (Sensor > 250) {
    digitalWrite(Relay, HIGH); //реле включено
    servo.write(180); //установка сервопривода на 0 градусов
    delay(2000); //задержка 2 секунды
    servo.write(0); //установка сервопривода на 180 градусов
    delay(2000); //задержка 2 секунды
    servo.write(0); //установка сервопривода на 0 градусов
    digitalWrite(Relay, LOW); //Реле выключено
  }
}
```

Рис. 1. Код программы, реализованный в Arduino IDE.

Таким образом, мной была создана автоматизированная система для снижения запыленности в шахте при угледобычи. Прототип данной системы был испытан в лаборатории медицентра ОЦ «Сириус». Я надеюсь, что данный прототип будет доработан для применения на производстве.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГРУНТАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТРУБОПРОВОДА

Дербичев Вячеслав Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: магистральный трубопровод; продольно – поперечный изгиб; грунт; просадка; напряжение; инженерно-геологические условия.

Фундаментом экономики России является нефтегазовая отрасль промышленности.

Развитие нефтегазового комплекса в России в настоящее время связано с интенсивным освоением месторождений нефти и газа, расположенных в удаленных от потребителей на тысячи километров восточных и северных районах, характеризующихся сложными климатическими, геологическими, криогенными и гидрологическими условиями. Бесперебойная транспортировка углеводородов потребителю является одной из приоритетных задач обеспечения экономической безопасности государства.

В настоящее время трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов является приоритетным в условиях нашей страны, учитывая ее большую территорию. Одним из них являются магистральные нефтепроводы различного диаметра и высокого давления.

Магистральные нефтепроводы являются уникальными сооружениями. Они возводятся и эксплуатируются согласно нормативным требованиям, главные из которых - высокая надежность и экономическая эффективность. На сегодняшний день практически весь объем добываемых нефти и газа транспортируется по системе магистральных трубопроводов. Учитывая, что более половины углеводородного сырья России добывается в Западной Сибири, удаленной от потребителей на тысячи километров, наиболее экономически эффективным способом транспортировки углеводородов на такие расстояния является трубопроводный транспорт, что определяет его исключительное значение для экономики страны.

Обеспечение безопасной эксплуатации подземных магистральных трубопроводов, расположенных в сложных инженерно-геологических условиях, является одной из наиболее актуальных задач трубопроводного транспорта. Недостаточный контроль грунтовых изменений по трассе прохождения трубопровода может привести к серьезным последствиям, в том числе к авариям.

Аварии на магистральных трубопроводах наносят экономический ущерб из-за потери нефтепродуктов, приводят к нарушениям непрерывного процесса производства в смежных отраслях, а также - к загрязнению окружающей среды, пожарам и даже человеческим жертвам.

Для предотвращения аварий необходимо выявить потенциально опасные участки трубопроводов. Существенную опасность представляют участки с просадками грунта, пересекая которые нефтепровод деформируется вместе с грунтом.

Геологическая обстановка на Дальнем Востоке не проста. Не вписывается в типовые схемы. Что приводит к нарушению устойчивости трубопроводов. И как следствие приходится проводить замену участков.

Конкретно на производстве есть случаи, связанные со сложностью рельефа, резких подъемов, просадки и подмывания грунта, то есть труба прогибается от напряжений.

В феврале 2018 года компанией Транснефть была произведена вырезка катушки нефтепровода. В заводских условиях произвели такую же изогнутую катушку и варили ее.

Тепловые процессы в грунтах также не просты. Сопряжены с большими перепадами температур.

Такая обстановка требует отдельных исследований. Принятие технических решений требует предварительного моделирования поведения опор в таких условиях.

В частности необходимо: оценить основные нагрузки и воздействия на трубопровод на участках просадки грунта; проанализировать напряженно-деформированное состояние

Нефтегазовое дело

нефтепровода; исследовать и оценить влияние опасных геологических процессов на напряженно-деформированное состояние и прочность участков трубопровода; проанализировать существующие способы устранения последствий деформации грунта и трубопровода; разработать рекомендации по ремонту и реконструкции участков, подверженных деформации.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕКАЧКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Дорошенко Геннадий Андреевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии.

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович,

Ключевые слова: вязкость; высоковязкие нефти; физические поля; магнитное поле; ультразвуковое поле; электрическое поле.

Пропускная способность и экономическая эффективность нефтепровода зависят от свойств перекачиваемой по нему нефти. Основным препятствием для обеспечения необходимой скорости перекачивания является вязкость. Снижение вязкости перекачиваемой нефти уменьшает гидравлическое сопротивление трубопроводной сети, что уменьшает энергозатраты на перекачку.

Трубопроводный транспорт высоковязких и высокозастывающих нефтей и нефтепродуктов затруднен из-за их повышенной вязкости, высокой температуры застывания и других реологических особенностей. Высокая величина коэффициента гидравлического сопротивления при температуре окружающей среды вызывает необходимость сооружения большого числа насосных станций, что экономически не всегда целесообразно. Поэтому наряду с обычной изотермической перекачкой применяют и другие методы транспорта таких нефтей.

Углубление переработки нефти, повышение эффективности, улучшение качества нефтепродуктов всегда было и остается в ряду наиболее актуальных проблем. Традиционными путями решения проблемы (применение новых конструктивных и технологических решений при вводе новых установок, разработка новых типов катализаторов и т. п.) не всегда можно добиться желаемых результатов. Все традиционные способы являются трудноосуществимыми, требуют больших капитальных вложений и значительного времени. Но заметное повышение эффективности возможно, например, путем интенсификации уже существующих процессов с наложением магнитных полей на нефтяные и нефтегазовые системы. Использование магнитных полей позволяет быстрее и качественнее разделить водонефтяные эмульсии при подготовке нефти, значительно уменьшить расход дорогостоящих деэмульгаторов в процессе обессоливания и обезвоживания, улучшить качество катализаторов, применяющихся во вторичных процессах нефтепереработки, увеличить выход дорогостоящих дистиллятных фракций, уменьшить отходы. Эти способы гораздо менее энергоемки, просты в аппаратном исполнении и наиболее экологичны.

В последние годы усилился интерес к малоэнергетическим воздействиям, с помощью которых можно без заметных внешних энергетических затрат или с использованием внутренних резервов вещества перестраивать его структуру.

В качестве внешних воздействий, влияющих на структуру веществ, в том числе и нефтяных дисперсных систем, могут быть использованы различные варианты физических полей (электрических, электромагнитных, магнитных, вибрационных или акустических). При этом сравнительно легко достигаются эффекты, соответствующие увеличению или, наоборот, снижению упорядоченности в надмолекулярной структуре веществ.

Применение магнитной обработки перекачиваемых жидкостей предоставляет возможность решить целый спектр проблем как при добыче, так и при транспортировке промышленных жидкостей. Безреагентность, экологическая чистота, простота в эксплуатации делают этот метод особенно привлекательным. Известно достаточное большое количество различных аппаратов для осуществления магнитной обработки жидкостей. Исследования влияния магнитного поля на реологические свойства водонефтяных эмульсий и нефтей, показывают, что при магнитном воздействии улучшаются гидродинамические показатели, снижается вязкость транспортируемых жидкостей, что приводит к повышению пропускной способности трубопроводов.

Нефтегазовое дело

Энергия магнитного поля является одним из самых эффективных, экономичных и доступных видов энергии. Во многих областях человеческой деятельности (в том числе в медицине, сельском хозяйстве, промышленности, теплоэнергетике, коммунальном хозяйстве и т.д.) накоплен большой положительный опыт использования постоянных магнитных полей, создаваемых специальными устройствами. Более широкое использование энергии постоянного магнитного поля сильно ограничено недостаточной теоретической разработкой проблемы действия сил магнитного поля из-за сложности структурных и энергетических превращений, протекающих в веществах различного строения на микро- и макроуровне.

В настоящее время довольно широко исследуется возможность применения ультразвуковой обработки для нужд нефтяной отрасли. Благодаря воздействию ультразвуковых колебаний при добыче нефти достигаются следующие эффекты: увеличение проницаемости призабойной зоны пластов; депарафинизация; акустическая дегазация и снижение вязкости нефти в ультразвуковом поле.

Характерной особенностью ультразвуковой кавитации является локальное концентрирование относительно невысокой средней энергии акустического поля в очень малых объемах, что приводит к созданию исключительно высоких плотностей энергии. Исследования показали, что в ультразвуковом поле значительно увеличиваются скорости реакций не только в водных, но и в органических средах, повышается их селективность.

Акустические воздействия на дисперсные системы приводят к структурным превращениям компонентов дисперсной фазы, изменению размеров ассоциатов, степени дисперсности и широко используются для подготовки нефтей к транспортировке и переработке. Ультразвуковая обработка (УЗО) нефтей и нефтяных фракций позволяет эффективно влиять на их реологические свойства и фракционный состав.

Низкочастотная акустическая обработка увеличивает массо- и теплообмен, снижает механическое сопротивление, ускоряет химические реакции, позволяет достигать низких значений вязкости. Метод виброструйной магнитной активации успешно применяется для подготовки высоковязких нефтей к транспорту, очистке резервуаров от донных осадков, при приготовлении буровых и цементных растворов, полимерных составов и водонефтяных эмульсий.

Широко используются методы воздействия электрическим полем на нефтяные системы с целью перестройки их надмолекулярной структуры. Эти методы являются эффективными, но более энергетически затратными, чем методы с использованием низкочастотных акустических волн. В исследуемой среде образуются иономолекулярные комплексные соединения, которые приводят к заметному ухудшению реологических свойств системы. Увеличение частоты колебания переменного тока заметно влияет на вид реологической кривой. Максимальное значение вязкости приходится на низкочастотные области.

Комбинация электрического и магнитного поля открывает широкие возможности для оптимизации процесса разрушения водонефтяных эмульсий в зависимости от конкретного состава нефтей, содержания солей, смол, асфальтенов, кристаллов парафина и других факторов.

Изучение поведения нефтей различного состава в постоянном магнитном поле позволит расширить и углубить познания в вопросах, рассматривающих влияние физических полей на свойства структурированных систем, выявить наиболее эффективные методы для воздействия на высоковязкие углеводороды.

ПРОБЛЕМЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ В СЕЙСМООПАСНЫХ РАЙОНАХ

Дудин Роман Валерьевич, Роман Константин Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии.

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: сейсмостойкость, подземный трубопровод, надёжность, подземная прокладка, демпфирование.

Трубопроводный транспорт является основным видом транспортировки углеводородного сырья в нашей стране [1]. По трубопроводам осуществляется транспортировка нефти из районов ее добычи на нефтеперерабатывающие заводы и на внешний рынок. Нередко нефтепроводы проходят по территориям с высокой сейсмической активностью. Землетрясение вызывают внезапные крупные подвижки земли на опасных участках, представляющих собой разломы земной коры. Известны районы, где с наибольшей вероятностью могут произойти такие процессы. Но никто не может предсказать даже по таким районам, когда и где именно произойдёт очередное крупное землетрясение.

Например остров Сахалин находится в районе с высокой сейсмической активностью. Проблема строительства трубопровода в таких условиях особенно актуальна и в первую очередь связана с повышением сейсмостойкости подземных трубопроводов на основе усовершенствования способов их прокладки для компенсации поперечных и продольных нагрузок, а также демпфирования колебаний при воздействии землетрясений.

Сооружение и эксплуатация трубопроводов в районах с высокой сейсмичностью и сложными природными условиями, в том числе и различными грунтовыми характеристиками, приводят к существенным изменениям условий их работы и увеличению напряженно деформированного состояния. Это обуславливает необходимость усовершенствования методов проектирования и принятия новых конструктивных решений.

В практике трубопроводного строительства используются различные способы и конструктивные решения по прокладке трубопроводов в сейсмических районах. Широко применяется способ прокладки трубопроводов над поверхностью земли на свободно-подвижных опорах. Данный способ прокладки наиболее эффективен при пересечении трассой трубопровода активных тектонических разломов.

Актуальной является задача компенсации поперечных и продольных нагрузок на трубопровод и демпфирование колебаний трубопровода при сейсмическом воздействии на него, повышение надежности трубопроводов, прокладываемых в сейсмических районах.

Указанная задача решается тем, что при способе прокладки трубопровода в сейсмических районах, включающем разработку траншеи с пологими откосами, прокладку трубопровода и его засыпку, согласно изобретению [2] используют упругопластичные или упругодеформируемые элементы.

Упругопластичные и упругодеформируемые элементы предлагаемой конструкции обладают достаточной прочностью для сопротивления действию грунта засыпки и достаточной пластичностью для свободного перемещения трубопровода во время сейсмической активности.

Благодаря отсутствию защемления трубопровода грунтом и возможности свободного перемещения и деформирования трубопровода при сейсмической активности происходит существенное уменьшение механических напряжений в стенке трубы. Благодаря отсутствию в траншее легкоразмываемых водой грунтов (мелкий песок, торф) обеспечивается стабильность компенсирующих и демпфирующих свойств данного способа прокладки. Как следствие, происходит повышение надежности данного участка трубопровода.

Данный способ прокладки является перспективным, с точки зрения обеспечения надежности работы трубопроводных конструкций, и рекомендуется при сооружении трубопроводов в сейсмических районах.

Нефтегазовое дело

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы (пересмотр актуализированного СНиП III-42-80* "Магистральные трубопроводы" (СП 86.13330.2012)) (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200111111>, (Дата обращения: 1.12.2018)
2. Способ прокладки трубопроводов в сейсмических районах [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2447348.html>, (Дата обращения: 29.11.2018)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАВИХРИТЕЛЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ТРУБОПРОВОДАХ

Иншаков Роман Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Гульков Александр Нефёдович, д-р. техн. наук, профессор

Ключевые слова: трубопроводный транспорт нефти, снижение гидравлических потерь, завихритель, закручивание потока, ANSYS Fluent.

Введение

Проблема снижения гидравлических потерь в трубопроводах является весьма актуальной. Это связано с огромными энергетическими и экономическими затратами на транспортирование продукта, а также с повышением эффективности преобразования энергии среды, подаваемой напорными трубопроводами, при помощи гидроэнергетических установок. Поэтому идет постоянный поиск методов увеличения пропускной способности трубопроводов. В данной работе будет произведен анализ эффективности такого процесса, как закручивание потока среды в трубопроводе с целью снижения гидравлических потерь. Закручивание потока осуществляется с помощью специальных завихрителей. Анализ эффективности устройства будет произведен с помощью моделирования процесса течения нефти через вставку с последующей подачей в трубопровод в программе ANSYS Fluent.

Предложенная технология

Для решения поставленной задачи, завихритель, содержит трубчатый корпус, в полости которого размещены средства винтовой закрутки потока, которые выполнены в виде желобов симметричного поперечного сечения, сопряженных на краях с соседними прилегающими к ним, при этом радиус кривизны сечения желобов соответствует 0,25 наибольшего диаметра полости корпуса, оси симметрии желобов лежат на восьми равноудаленных наибольших диаметральных осях, причем центр сечения корпуса принадлежит каждой из окружностей, описывающих желоба. Наружная форма корпуса устройства повторяет форму внутренней за счет одинаковой толщины стенки. Устройство поясняется рисунком 1.

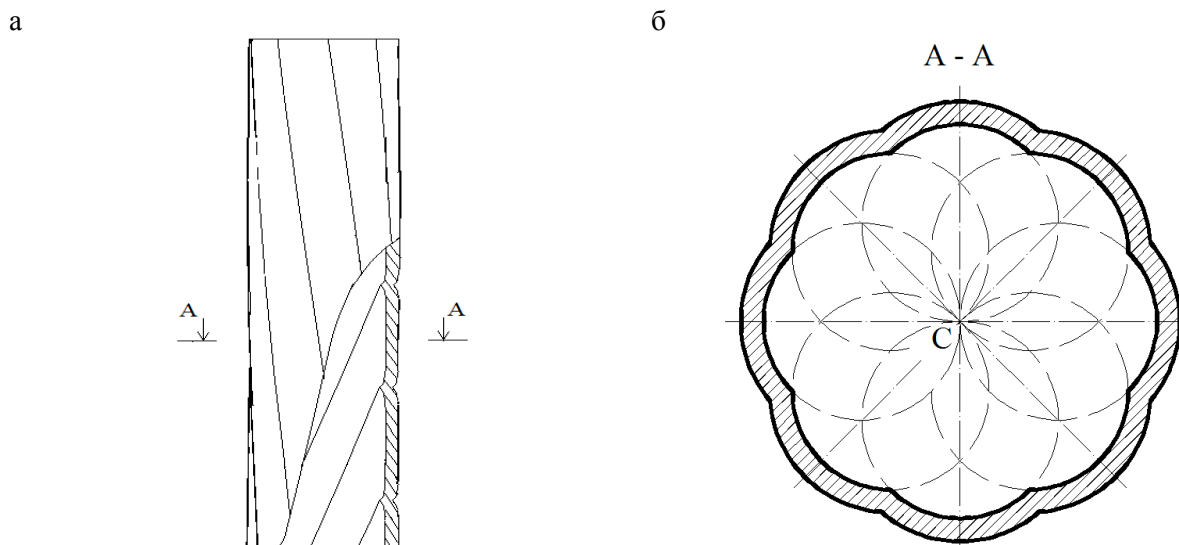


Рис. 1. Завихритель для закручивания потока:
а – общий вид устройства, б – разрез А-А.

Завихритель работает следующим образом. При вхождении в корпус потока текучей среды, её наружные слои направляются желобами, которыми сформирована внутренняя поверхность корпуса, что помимо продольной скорости придает им угловую скорость и приводит к вращению потока. Каждая частица среды начинает двигаться по спиралеобразной тра-

ектории. Эта форма движения состоит из сочетания четырех форм движения: двух прямолинейных (движения вдоль радиуса кривизны и перпендикулярно к нему) и двух вращательных (вращения движущейся частицы вокруг собственного центра вращения и вращения радиуса кривизны вокруг центра кривизны), т.е. обеспечивается приобретение каждой частицы среды помимо продольной скорости движения еще и тангенциальной (рисунок 2).

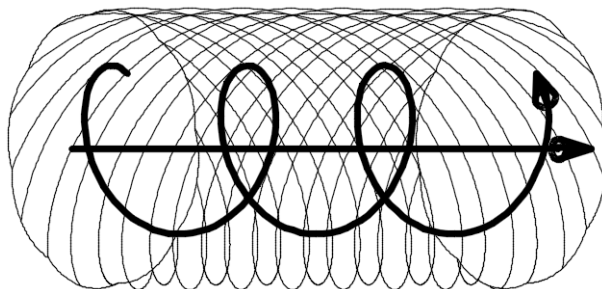


Рис. 2. Формы движения частиц жидкости в завихрителе.

Постановка задачи. Моделирование

Для анализа эффективности предложенного устройства необходимо сравнить напорные характеристики трубопроводов одинаковой длины без завихрителя и с завихрителем, установленной в начале участка. Для моделирования были построены две модели, имитирующие поток жидкости, проходящий через трубопровод диаметром 100 мм, длиной 100,2 м и трубопровод диаметром 100 мм, длиной 100 м с установленной вначале 20 сантиметровым завихрителем (с одним шагом витка желобов) как показано на рисунке 3.

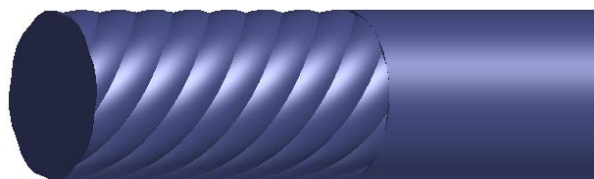


Рис. 3. Модель трубопровода с установленным вначале завихрителем.

Компьютерное моделирование проводилось в программе ANSYS Fluent. В исследовании применена модель турбулентности Standard семейства k-ε. Задачи решались стационарные. Моделирование производилось со следующими параметрами: входная скорость в трубопровод 0,5, 1, и 2, значением шероховатости стенки равным 0,2 мм. В качестве перекачиваемой среды была выбрана вода.

Результаты

В результате компьютерного моделирования были получены данные, сведенные в таблицу 1.

Таблица 1. Значения потерь напора испытываемых трубопроводов

Скорость, м/с	Расход, м ³ /ч	Потери напора, м		Эффективность снижения потерь напора
		С завихрителем	Без завихрителя	
0,5	14,13	0,35	0,40	12,5 %
1	28,26	1,78	1,78	10,8 %
2	56,52	6,78	7,34	7,6 %

По данным таблицы 1 был создан график потерь напора (рисунок 4).

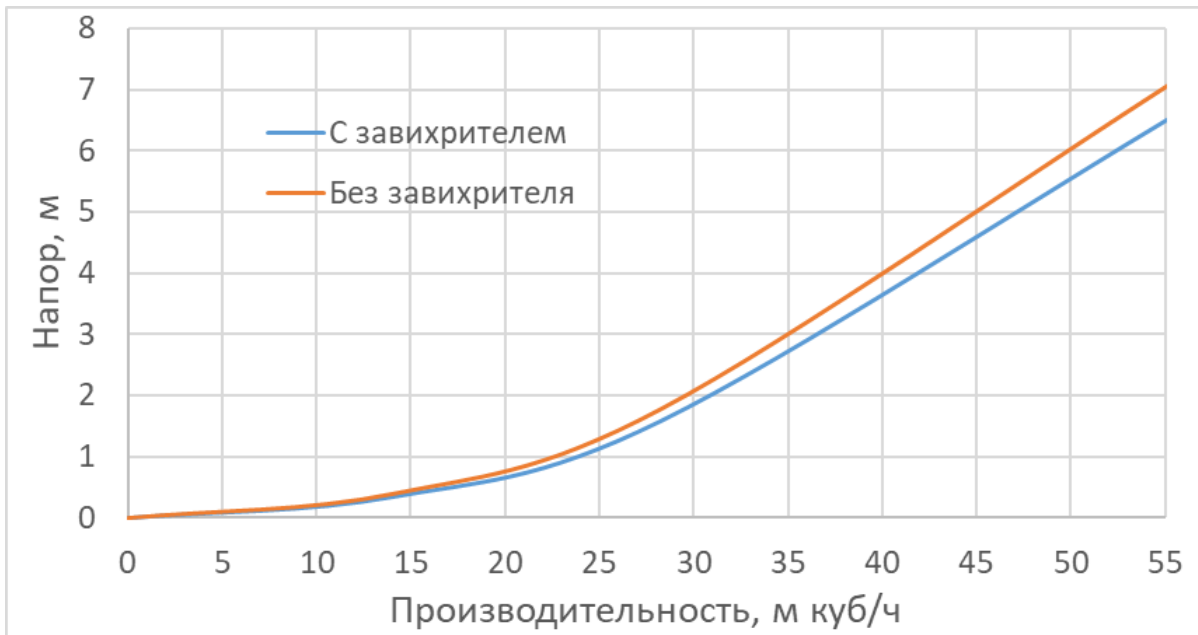


Рис. 4. Напорные характеристики трубопроводов с завихрителем и без него в зоне эффективности применения устройства.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о том, что при расходе жидкости равном 25-45 м³/ч происходит наибольшая эффективность от устройства в соотношении «производительность-эффективность».

Положительный эффект от устройства можно объяснить тем явлением, что любое тело или вещество, будучи предоставлено само себе, стремится принять наиболее энергетически выгодное состояние, и перемещается по наиболее выгодной траектории, обеспечивающей минимальные потери энергии. Это значит, что естественное закрученное (вихревое) течение жидкости энергетически более выгодно, чем прямолинейное.

Турбулентное движение обусловлено беспорядочно зарождающимися и исчезающими вихрями жидкости, которые хаотично сталкиваются друг с другом, а также с ограничивающими поток стенками и тем самым бесполезно растрачивают кинетическую энергию, превращая её в тепло. Естественное природное течение жидкости и газа, представляет собой согласованное подобно окружающей среде вихревое движение. В традиционных трубах круглого сечения жидкость стремится к естественной закрученной сужающейся форме потока. Однако эта форма потока не соответствует форме трубы. В связи с этим, при движении жидкости в круглой трубе в периферийных зонах возникает интенсивная турбулентность, которая приводит к дополнительным гидравлическим потерям. Установка завихрителя перед трубопроводом круглого сечения позволяет придать потоку жидкости эту естественную форму потока.

Выводы и дальнейшие направления исследования

Первоначальный анализ применения устройства дал положительный эффект. С помощью завихрителя, установленного перед участком трубопровода, можно с достаточно большой эффективностью снизить гидравлические потери.

Необходимы дальнейшие исследования в следующих направлениях:

- 1) Поиск оптимальных геометрических размеров устройства
- 2) Поиск оптимального шага витка направляющих желобов
- 3) Поиск эффективной длины закрутки потока, т.е. расстояния, через которое поток снова начнет двигаться хаотично. Нужно для того, чтобы знать расстояние, через которое необходима установка следующего завихрителя.
- 4) Установление зависимости между геометрическими размерами завихрителя и трубопровода, а также его производительностью
- 5) Детальное изучение природы эффекта закрутки потока.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ТУРБОДЕТАНДЕРА В КОТЕЛЬНОЙ
ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

Каракозов Артур Араикович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Власенко Виктор Сергеевич, ассистент

Ключевые слова: турбодетандер, редуцирование, электрогенератор, дросселирование, исполнительное устройство, регулятор давления, блочно-модульная котельная.

Перевод котельной с жидкого топлива на природный газ, экономический выгодно для блочно-модульной котельной г. Артем, которая в скором времени будет работать на природном газе. В настоящее время самое дешёвое топливо является природный газ с магистрального газопровода. Природный газ самое чистое топливо для отопительных комплексов. Кроме цены и экологичности, у природного газа есть еще одно преимущество. Как известно Давление конечного пункта ГРС 1 г. Владивосток магистрального газопровода «Сахалин — Хабаровск — Владивосток» 3 МПа (проектная 7,4...4,5 Мпа). В сети высокого давления, давления газа составляет 1,2 МПа, а для работы газовых горелок необходимо 0,3 МПа. При таких перепадах давления выделяется много энергии, которое целесообразно использовать. Эту самую энергию можно использовать для выработки энергии с помощью турбодетандера. Использовать эту энергию можно с помощью модульного турбодетандером, которая ставится на отводе с сети высокого давления. Модульный турбодетандер (рис. 1) можно применять в процессах утилизации избыточной энергии дросселируемого газа, и установить на отводящий газопровод блочно-модульной котельной.

Основной принцип работы турбодетандера основан на расширении газа в рабочем колесе. Газ отдаёт свою энергию и за счёт этого происходит понижение его температуры. Далее эту самую энергию можно использовать для выработки энергии в электрогенераторе.

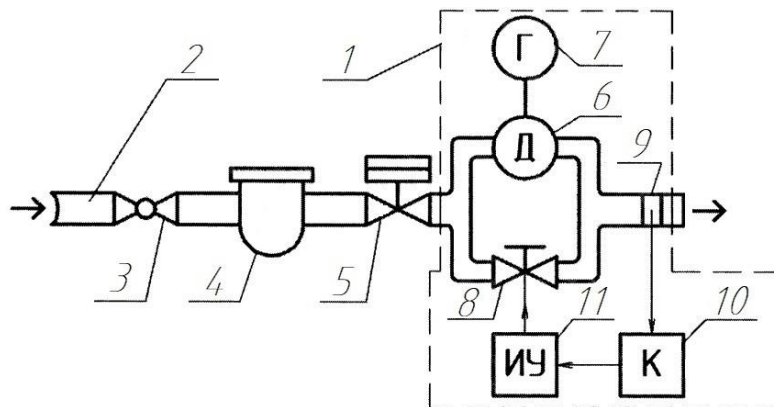


Рис. 1. Общая схема модульного турбодетандера:

детандер-генераторный регулятор давления, 2- линия редуцирования, 3- входная запорная арматура, 4- устройство очистки, 5- предохранительный запорный клапан, 6- объемный пневмодвигатель, 7- электрогенератор, 8- регулирующий клапан, 9- датчик давления, 10- контроллер, 11- исполнительное устройство регулирующего клапана.

Устройство работает следующим образом: после прохождения предохранительного запорного клапана на линии редуцирования природный газ разделяется на два потока, количественное соотношение которых определяется степенью открытия регулирующего клапана. Управление регулирующим клапаном при помощи исполнительного устройства происходит контроллером в зависимости от величины рассогласования значения давления на выходе регулятора давления, определяемого датчиком, с уставной, то есть с требуемой величиной давления. Один поток поступает на объемный пневмодвигатель, где расширяется и совершает полезную работу, которая преобразуется в механическую, а затем, при помощи электрогенератора, в электрическую энергию. Другой поток проходит через регулирующий клапан, где дросселируется в зависимости от степени его открытия. После этого ранее разделенные потоки соединяются в один, уже имеющий требуемые значения давления.

После проведения расчетов получили следующие показатели, доказывающие эффективность применения модульного турбодетандера:

Нефтегазовое дело

при подключении турбодетандера от магистрального газопровода, вырабатываемая энергия составляет 50кВт/ч. (70% от потребляемой энергии котельной);
при подключении турбодетандера от сети высокого давления, вырабатываемая энергия составляет 30кВт/ч. (40% от потребляемой энергии котельной).
Таким образом, техническим результатом применение турбодетандера, является возможность снижения давления природного газа до необходимого значения, способность производить недорогую электроэнергию.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ГОМОГЕНИЗАЦИЯ КАК МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ВОДОТОПЛИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Козьмина Екатерина Дмитриевна

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Автомонов Евгений Геннадиевич, старший преподаватель

Ключевые слова: эмульсия, ультразвуковая гомогенизация, диспергирование.

Основным методом подготовки топлива на судах в настоящее время является сепарация и фильтрация. Но в таком случае имеют место значительные потери горючих асфальто-смолистых веществ, то есть происходит снижение эффективности использования топлива. Данные потери горючего веществ в виде шлама создают дополнительные проблемы, связанные с утилизацией отходов, и прежде всего с охраной окружающей среды. Поэтому важной задачей является совершенствование систем подготовки тяжелого топлива, исключаящих или сводящих к минимуму потери асфальто-смолистым веществ, а также повышающие экономичность. По результатам многочисленных исследований одним из перспективных методов дополнительной обработки топлива является применение метода ультразвуковой обработки.

Процесс гомогенизации представляет собой операцию измельчения и диспергации частиц для получения полностью гомогенной структуры. Экстремальное уменьшение размеров частиц дисперсной фазы приводит к достижению целого ряда существенных преимуществ для получаемых продуктов, таких как полное устранение или существенное замедление процесса разделения фаз, что позволяет достичь более высокого уровня стабильности продукта, улучшенной структуры продукта, повышения органолептических характеристик и сохранения свойств.

Ультразвук используют в качестве катализатора в интенсификации физико-химических явлений в жидкостях. Кавитация, возникающая в ультразвуковом поле, содействует ускоренному смешиванию жидкостей. Между разными жидкостями пограничные слои разрушаются, а процессы, происходящие в этих слоях, значительно прибавляют скорость.

Использование ультразвуковых гомогенизаторов достаточно эффективно. За счет протекания процесса ультразвуковых колебаний в объеме смеси появляются кавитационные пузырьки. Так, под действием их лопания образуются ударные волны, которые интенсивно дробят частицы воды. Возможность контролировать процесс (в частности, при помощи регулирования частоты) одно из главных достоинств ультразвуковой гомогенизации. Потери акустической энергии при возникновении кавитации.

С возникновением ультразвуковой кавитации акустические параметры жидкости значительно меняются. Самым важным аспектом здесь является наличие кавитационных пузырей, которые непосредственно способствуют рассеянию ультразвука. Поэтому энергия ультразвуковой волны будет быстро убывать. Стоит заметить, что значительная часть энергии ультразвуковой волны идет на создание кавитационных пузырьков, а не на рассеяние ультразвука. После того, как кавитационная полость захлопнется, часть энергии перейдет в энергию кавитационных ударных волн, при этом она исчезает из первичной ультразвуковой волны.

Мелкодисперсный и гомогенный состав топлива положительно повлияет на ряд существенных изменений, которые напрямую влияют на его качество сгорания, а также калорийность. То есть речь идет о гомогенизации, во время которой полимерные цепи органического соединения рвутся, на ряду с этим создается много активных сторон молекул, вступающих в процесс окисления одновременно и существенно быстрее. Помимо всего прочего наблюдается разрыв связей между молекулами, при этом образуются свободные радикалы, имеющие намного большую возможность гореть, нежели замкнутые молекулы. Полимерные цепи молекул дисперсной фазы разрушаются, вода становится мелкодисперсной, при этом частично образуются свободные ионы H^+ и OH^- , участвующие при горении очень активно и со-

здающие нестабильные соединения, которые в свою очередь являются легко окисляемыми со свободными радикалами. Сера и парафины при дроблении создают поверхностно-активные вещества, окружающие глобулы эмульсии с целью предотвращения ее дальнейшего слипания. На этом этапе происходит эмульгирование топлива.

С целью сохранения экологической среды и увеличения экономичности сжигания топлива на оборудовании вместо мазута рентабельнее будет использовать приготовленные водомазутные смеси. Применяют такие топлива в системах: «вода-мазут», «вода-дизельное топливо» и «вода-мазут-угольная пыль» [1,2].

Довольно часто после подогрева острым паром обычное топливо содержит более 1% воды. Это означает, что кроме углеводородов в топливе присутствуют так же множество молекул воды и огромное содержание парафинов и иных механических примесей.

Большинство углеводородов чистого топлива пребывают в полимеризованном или иначе связанном состоянии. При поджоге топлива при помощи горелок процесс горения будет усиленно протекать только на активных полимерных участках. При соударении с водными частицами сгорание начнет останавливаться, доля топлива, а именно парафины и сера, будут сгорать частично, как следствие, это приведет к уменьшению КПД оборудования, медленному горению топлива, а также к вредным выбросам в атмосферу.

Чтобы горение было эффективно во всем объеме топлива, нужно не только добиться обводнения топливной смеси, но и сделать ее тонкодисперсной и гомогенной, т.е. однородной. Механизм сгорания водотопливной эмульсии показан на рисунке.

Полученная однородная водотопливная эмульсия идет на сжигание: поступая в горелочное устройство, распыляется форсункой, при этом диаметр глобул топлива варьируется от 0,1 до 1 мм, а глобул воды – 1 мкм. В результате нагрева такой смеси начинается закипание капель воды с образованием водяного пара, разрывающего каплю топлива, тем самым увеличивает дисперсность топлива. При этом возрастает площадь соприкосновения топлива с окислителем и улучшается качество топливовоздушной эмульсии.

В топочной камере, имеющей высокотемпературную зону, глобула эмульсии снова взрывается – начинается повторное диспергирование топлива. Поэтому в топке за счет таких микровзрывов образуются очаги турбулентных пульсаций, и возрастает число элементарных капель топлива, что дает возможность увеличить объем распределения факела и более плавно заполнить его в топке. В результате этих действий:

- уравнивается температурное поле в топке,
- сокращаются местные максимальные температуры
- возрастает средняя температура в топочной камере;
- за счет роста поверхности излучения, увеличивается светимость факела.

Факел горячей эмульсии в топочной камере уменьшается в объеме и становится прозрачным. Температура уходящих газов снижается в сравнении с обезвоженным топливом на 35 °С. В результате изменения параметров сжигания топлива и состава уходящих газов увеличивается эффективность применения топлива. Находящаяся в составе водотопливной смеси дисперсная фаза может быть частично диссоциирована в предпламенных реакциях. Далее с ростом температуры в месте активного горения процесс диссоциации воды набирает темп, а избыток атомов водорода, образованный при этом, быстро смешивается с избытком кислорода, таким образом, их контакт компенсирует затраты энергии на распад воды.

Присутствие некоторого количества водорода в процессе сжигания топлива приводит к росту количества продуктов сгорания. Молекулы водной фазы обладают большой скоростью, вследствие чего ускоряют реакции окислительного процесса, поэтому образуется полярный эффект, который значительно улучшает ориентацию частиц активных радикалов обводненной смеси. Гомогенизированная водотопливная эмульсия имеет вязкость намного меньшую, чем чистое топливо, следовательно, процесс перекачки такого топлива существенно облегчается.

В ходе лабораторных исследований был взят мазут марки М 100, механический диспергатор ЭЛ-1 (экстрактор лабораторный), ультразвуковая установка И10-840, а также мик-

Нефтегазовое дело

роскоп ZEISS AXIO OBSERVER, с помощью которого были детально рассмотрены микро-структуры проб. Соотношение мазута к воде 70/30.

Были проведены 11 экспериментов, связанных с образованием устойчивой эмульсии. В число таких входят: обычное механическое диспергирование, ультразвуковая обработка на трех частотах (22, 33 и 44 кГц) с излучателем 44 кГц, совместное перемешивание эмульсии диспергатором и ультразвуковым гомогенизатором с излучателем 44 кГц и 22 кГц.

На совмещенной характеристике (рисунок 1) представлена зависимость диаметра временного интервала. Было рассмотрено, как работает излучатель, рассчитанный на диапазон частот 22кГц и 44 кГц.

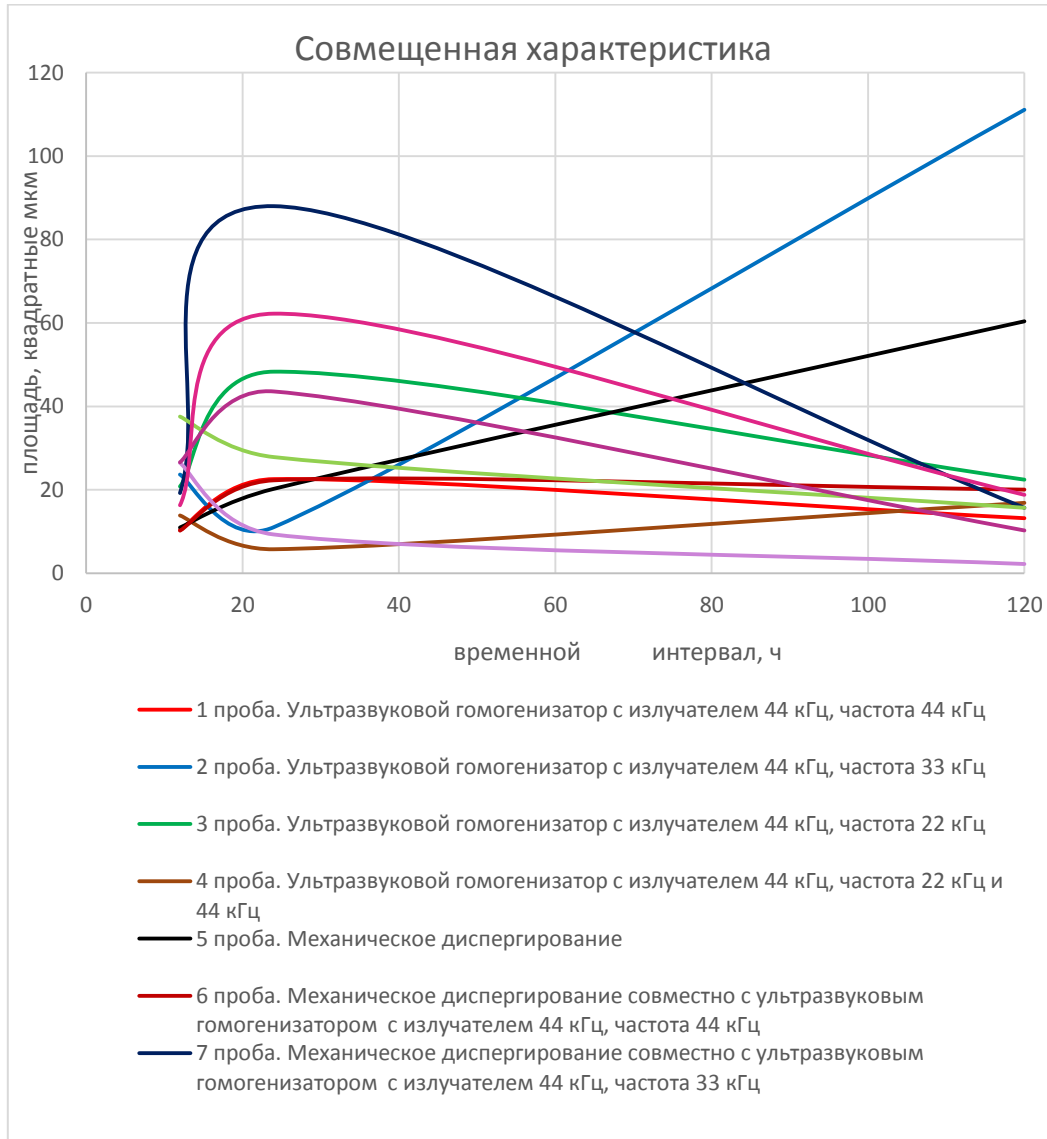


Рис. 1. Совмещенная характеристика экспериментов.

При сравнении проб ультразвуковой гомогенизации с излучателем 44 кГц положительный результат показал опыт с ультразвуковым гомогенизатором с частотой 44 кГц (проба №1), т.к. эмульсия через 12 часов приобрела плотную консистенцию в сравнении с двумя похожими экспериментами (опыты с ультразвуковым гомогенизатором с частотой 33 кГц и 22 кГц). По истечению 5 суток не оказалось расслоения, а также укрупненные частицы не были выявлены. Опыт с ультразвуковым гомогенизатором с частотой 33 кГц (проба №2) наоборот показал сильный рост капель в диаметре, что говорит о невыполнении требований к устойчивости системы. Эксперимент с ультразвуковым гомогенизатором с частотой 22 кГц показал результат хуже, чем проба №1 в зависимости от первоначальных значений, но и не оказался хуже, чем проба №2, т.к. увеличение глобул со временем не было обнаружено. Говоря о гомогенизации с частой 22 кГц, можно судить о возможности использования данного

Нефтегазовое дело

способа, но при условии, что после гомогенизации с частотой 22 кГц, будет проведено еще одно ультразвуковое воздействие на этом же устройстве с частотой 44 кГц.

Практическим путем была доказана теория о существовании метода гомогенизированного воздействия на водотопливную композицию с использованием последовательно проведенных опытов на установке И10 с излучателем 44 кГц при частотах 22 кГц и 44 кГц. Поэтому лучшим из всех экспериментов является проба №4. Минимальное отклонение по диаметру глобул воды в дисперсной среде свидетельствует о неразрывности среды и фазы, т.е. отсутствует расслоение и укрупнение капель воды. Следовательно, сравнив с результатами 10 других опытов, гомогенизация эмульсии сперва с частотой 22 кГц, а затем с частотой 44 кГц показала самую устойчивую связь между компонентами системы.

Механическое диспергирование, проведенное установкой ЭЛ-1, на графиках выбивается из ряда возможных, т.е. наглядно видно, что со временем диаметр глобул дисперсной фазы возрастает, а это считается недопустимым явлением при получении неразрушимой эмульсии.

Анализируя проведенные исследования в опытах с механическим диспергированием и ультразвуковой гомогенизацией с излучателем 44 кГц было выявлено: механическое диспергирование совместно с ультразвуковым гомогенизатором с излучателем 44 кГц, частота 44 кГц (проба №6) является качественной с точки зрения устойчивости; отсутствуют резкие перепады диаметров, как при пробе №7 (где частота равна 33 кГц), а также частицы не имеют тенденцию уменьшаться со временем, как при пробе №8.

Рассматривая механическое диспергирование совместно с ультразвуковой гомогенизацией с излучателем, рассчитанным на 22 кГц, можно судить о невозможности использования данного метода получения водомазутной смеси, т.к. по истечению времени все три пробы показали разделение эмульсии.

Сопоставив представленные характеристики друг с другом, полученные опытным путем посредством механического диспергатора и ультразвукового гомогенизатора с разными излучателями, делаем вывод: для получения устойчивой водотопливной эмульсии необходимо применить:

- обработку ультразвуковым гомогенизатором с излучателем, рассчитанным на 44 кГц с частотой 44 кГц;
- двойную обработку ультразвуковым гомогенизатором с излучателем, рассчитанным на 44 кГц (гомогенизировать на частоте 22 кГц, сразу после на частоте 44 кГц);
- механическое диспергирование с ультразвуковым воздействием на систему с использованием излучателя, рассчитанного на 44 кГц при частоте 44 кГц.

Не менее важным фактором, который характеризует целесообразность применения водотопливной композиции, можно назвать увеличение эффективности и срок службы топочного устройства. Существует ряд исследований, доказывающих, что перерасход топлива может быть свыше 30-35% в результате загрязнения поверхности нагрева в котлах сажей и коксом. При горении обводненной смеси часть глобул долетает до поверхности нагрева и взрывается на них, благодаря чему существует предотвращение отложений и очистка поверхностей от старых сажистых образований.

Исходя из представленной таблицы, видно, что при годовой экономии топлива в 10% возможность сбережения составляет 12 млн. руб. год. При экономии топлив в 20% -24 млн. руб. год.

Следовательно, выполнение предложенного положительного экономического эффекта, может реализовать большую экономию топлива, а также уменьшение вредных выбросов в атмосферу (окислы азота, угарный газ).

Применяя диспергированные водотопливные смеси, можно наблюдать множество положительных изменений:

- в топочном пространстве, где температура максимально высокая, происходит взрыв частиц тяжелого в пламени факела – процесс повторного диспергирования. Увеличивается скорость и продуктивность горения из-за возникновения огромного числа активных

Нефтегазовое дело

сторон молекул, быстро вступающих в процесс окисления. Наблюдается почти полное преобразование углерода. Возможность горения небольшого количества кислорода при маленькой температуре сжигания – во много раз уменьшает выбросы окислов азота в окружающую среду;

- за счет разрыва слабых молекулярных связей возникают более легкие углеводороды;

- пары воды распадаются на свободные радикалы H^+ и OH^- , имеющие намного большую способность возгораться, нежели замкнутые молекулы, они не замедляют горение, как крупные образования воды, напротив, свободные ионы катализируют окислительные реакции при сжигании смеси, тем самым создают нестабильные и легко окисляемые связи со свободными радикалами органического соединения.

Таким образом, эффективность применения водотопливной эмульсии в котельно-топочных аппаратах является реальной, использование таких смесей благотворно влияют на ряд экологических проблем:

- сжигание топливной эмульсии снижает выход газовых выбросов (окислов азота) больше, чем на 50%;
- выброс сажистых отложений уменьшается в 4 раза;
- снижается выход угарного газа в среднем на 50%;
- уменьшатся выброс бенз(а)пирена в 3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Влияние воды на характеристики дизельного топлива/ А.Ю. Мельник, С.Н. Миникаева, С.Б.Павлов, Х.Э. Харлампики//КНИТУ.- 2012.– С. 3.
2. Водомазутные эмульсии и водо - угольные суспензии как одно из решений экологических проблем/ Файзуллаева А.В., ВШТЭ СПбГУПТД, г. Санкт - Петербург, 2016. – 2 стр.

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИЯХ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Кооп Виталий Константинович

Инженерная школа, кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Нисковская Елена Васильевна, канд. техн. наук, профессор

Ключевые слова: газоснабжение, малая энергетика, котельные станции, когенерация, ТОРы, газификация, КГУ.

В настоящее время в Приморском крае действует государственная программа «Энергоэффективность, развитие газоснабжения и энергетики в Приморском крае» на 2013-2021 годы», одной из целей которой является опережающее развитие энергетической инфраструктуры, преодоление дефицита энергетических мощностей (в генерации электрической энергии и сетевом хозяйстве), технологическое обновление энергетического комплекса на территории региона. При этом одной из приоритетных задач экономического развития социальной и жилищно-коммунальной инфраструктуры является комплексное решение вопросов, связанных с эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов на территории Приморского края [1].

В связи с тем, что в регионе проходит магистральный газопровод «Сахалин-Хабаровск-Владивосток», создается ряд проектов по газификации отдельных территорий, населенных пунктов, промышленных предприятий, при этом в рамках энергосбережения использование газового топлива позволяет разрабатывать ряд мероприятий, которые могут улучшить как экологическую обстановку, так и снизить экономические затраты. Одними из привлекательных проектов в рамках газоснабжения территорий являются территории опережающего развития (ТОРы) Приморского края – крупные инвестиционные проекты региона. Согласно планам перспективного развития данных территорий, на каждой из них планируется подвод природного газа для удовлетворения потребностей предприятия в тепле и горячей воды [2].

В рамках газоснабжения объектов ТОР рассматривается подача природного газа в качестве топлива на котельные станции, которые необходимы для отопления и подачи горячего водоснабжения потребителям. При исследовании процессов выработки тепла на таких малых объектах энергетики было выявлено, что происходят потери тепла порядка 20%, что существенно понижает КПД установок и не позволяет реализовывать максимальную выгоду со сгорания топлива.

В последнее время одним из самых перспективных направлений в области энергосбережения является применение когенерационных установок. Когенераторная установка (станция) обеспечивает использование первичного источника энергии (газа, жидкого топлива) для получения двух видов энергии – тепловой и электрической. Главное преимущество когенераторной электростанции состоит в том, что использование энергии топлива здесь происходит с гораздо большей эффективностью, в результате чего снижается потребность в первичном топливе.

Преимущества применения когенерационных установок на котельных станциях:

- возможность совместной выработки электроэнергии и тепла для нужд предприятия
- стоимость потребляемой электроэнергии снижается в 2-2,5 раза за счет использования собственной вырабатываемой энергии;
- обеспечивается существенный рост КПД за счет энергосбережения установки, а также значительная экономия и рациональное использование топлива;
- малые потери при транспортировке тепловой и электрической энергии по сравнению с системами централизованного тепло- и электроснабжения;
- возможно потребление газа различного состава, в том числе биогаза и генераторного газа, использование резервного жидкого топлива;

Нефтегазовое дело

- возможна реализация излишков электрической и тепловой энергии от КГУ посторонним потребителям.

Недостатки применения:

- надежная работа когенерационных установок зависит от поставок топлива (газа);
- требуется усовершенствование и модернизация современного оборудования;
- показатели надежности электроснабжения при питании объекта только от когенерационных установок несколько хуже, чем от сетей электроснабжения [3].

В состав когенерационной установки входит первичный двигатель, электрогенератор, система утилизации тепла и система контроля и управления. На данный момент выделяются несколько когенерационных установок в зависимости от типа двигателя, сравнение которых приведено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение КГУ на базе различных двигателей

Двигатель	Используемое топливо	Диапазон мощностей (МВт)	Отношение тепло/электроэнергия	КПД электрический, %	КПД общий, %
Паровая турбина (ПСУ)	Любое	1- 1000	3:1 – 8:1	10-20	до 80
Газовая турбина (ГТД)	газ, биогаз, ДТ, керосин	0,25 - 300	1,5:1 – 5:1	25 – 42	65-87
Парогазовая установка (ПГУ)	газ, биогаз, ДТ, керосин, пропан-бутан	3 - 300	1:1-3:1	35-55	73-90
Поршневой двигатель с воспламенением от сжатия	газ, биогаз, ДТ, керосин, пропан-бутан, мазут	0,2 - 20	0,5:1 – 3:1 (обычно 0,9:2)	35-45	65-90
Поршневой двигатель с воспламенением от искры	газ, биогаз, керосин	0,003-6	1:1 – 3:1	35-43	70-90

Ведущими производителями когенерационных установок на основе поршневых двигателей и газовых турбин в мире на сегодняшний день являются следующие фирмы: «Atlas Copco», «Ausonia», «Capstone», «Caterpillar», «Deutz AG», «Geko», «Eisemann», «General Electric», «GE Jenbacher», «Kawasaki», «MAN B&W», «Mitsubishi Heavy Industries, Ltd», «OPRA», «SDMO», «Siemens», «Solar Turbines», «Turbomach», «Wartsila», «Waukesha Engine Division», «FG Wilson», «Ingersoll Rand». Как видно из названий КГУ, рынок сейчас представлен зарубежными производителями. В таблице 2 представлен анализ некоторых из упомянутых выше когенерационных установок.

Следует отметить, что в последнее время заметно увеличилось общее количество когенерационных установок, вырабатывающих тепло и электричество не только для промышленных предприятий, а также и для нужд населения.

Помимо сказанных преимуществ нужно отметить, что когенерационные установки возможно эксплуатировать практически при любом виде топлива, что позволяет предприятиям в случае проблем с транспортом одного вида топлива, без проблем перейти на резервное топливо без ущерба в тепло-электрической нагрузке.

Как показывает анализ технических характеристик когенерационных установок, а также проведенный научный поиск в специализированных изданиях [3,4,5] среднее отношение выработки электроэнергии к выработке тепла в подобных установках при максимальном КПД находится обычно в диапазоне от 1:1 до 1:2. Соотношение между выработкой теплоты и электроэнергией на КГУ с приводом от ДВС в процессе работы остается неизменным, при использовании ГТД возможно перераспределение электрической и тепловой нагрузки за счет уменьшения КПД привода и увеличения доли отводимой от двигателя теплоты. Для ПСУ и

Нефтегазовое дело

ПГУ характерна обратная зависимость между теплофикационной нагрузкой и генерацией электроэнергии, имеется возможность регулирования отпуска теплоты и электроэнергии.

Таблица 2. Применение когенерационных установок на объектах малой энергетики

Производители	Примеры мест установок	Общая электрическая мощность, кВт	Общая тепловая мощность, кВт
Capstone Turbine Corporation (США)	60 км от Ханты-Мансийска (ОАО «Уралсвязьинформ»);	2x30	нет данных
	завод нефтепромыслового оборудования (г. Первоуральск);	8x65	8x130
	цементный завод г.Мохсоголлох (Якутия)	2x1000 15-1000	2x2000 51-1700
«Caterpillar» (США)	г. Мариуполь, котельная «Восток» (Украина)	1x1165	1x1400
	г. Черкассы, котельные №1-3 (Украина)	1200-1460	1293-1731
	г. Боровск, тепличный комбинат (Калужская область)	4x2000	нет данных
	г. Краснодар, мини-ТЭЦ (табачная фабрика)	2x1060	2x1300
«TEDOM» (Чехия)	г. Брно, оздоровительный комплекс (Чехия)	2x104	2x149
	г. Химки, котельная	5x2000	5x1983
«Kawasaki» (Япония)	Мини-ТЭЦ «Центральная» и «Океанариум» (о. Русский)	7x1000	7x1500
«ETW» (Германия)	Ленинградская область ООО "НФП"Энтехмаш"	240	366
	Курская область, Агропромкомплектация-Курск	3x800	3x407
	Краснодарский край, п. Гирей, ОАО «Гиркубс»	400	523

Для оценки перспективности применения когенерационных установок на предприятиях ТОРов необходимо знать планируемое энергопотребление, с этой целью были исследованы перспективные планы и составлена сводная таблица предприятий, где целесообразно установить такие установки [2].

Таблица 3. Выбор перспективных предприятий с целью внедрения установок КГУ

ТОР	Предприятие или проект	Общая электрическая мощность, кВт	Общая тепловая мощность, кВт
«Михайловский»	ООО «Агропарк Время Вперед»	600	580
	ООО «Черниговский Агрохолдинг»	300	350
	ООО «Приморский бекон»	14050	13200
	ООО «Молоко Приморья»	630	930
	Завод по глубокой переработке сои	2400	11600
Большой Камень	АО «Корпорация развития жилищного строительства»	2700	4140
	ООО «Организация многопрофильного обслуживания-БК»	6900	8600
	ООО «Завод по производству винторулевых колонок Сапфир»	3000	2590
	ООО «Красный Вымпел»	3150	3140

Помимо предложенных ТОРов в таблице 3, также есть ряд перспективных предприятий, а на ТОРе «Надеждинский», а также «Нефтехимический», где планируется открытие новых

Нефтегазовое дело

предприятий в различных отраслях промышленности, при этом еще нет открытых данных о планируемом теплоснабжении. При этом отдельного вопроса занимает свиноводческие комплексы на ТОО «Михайловский», в которых помимо использования природного газа, возможно использование биогазового топлива, которое может обеспечить предприятиям полную энергонезависимость от внешних источников.

Выводы:

- когенераторные установки – перспективное направление в рамках энергоресурсосберегающих технологий при газоснабжении объектов ТОО Приморского края, при этом в России и за рубежом уже накоплен достаточный опыт по применению данных установок;
- применение когенераторов выгодно на тех предприятиях, которые нуждаются не только в тепловой, но и в электрической нагрузке, при этом имеются различные решения по распределению вырабатываемых ресурсов;
- капитальные затраты при внедрении КГУ в производство окупаются в течение очень короткого времени за счет низкой себестоимости вырабатываемой энергии и, как следствие, автономности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Об утверждении государственной программы Приморского края «Энергоэффективность, развитие газоснабжения и энергетики в Приморском крае» на 2013-2021 годы: постановление администрации ПК от 7 декабря 2012 г. №390-па - Владивосток, 2012. – 51 с.
2. Инвестиционная карта Дальневосточного федерального округа. – Электронный ресурс: <https://investmap.erdc.ru/>.
3. Слесаренко В.В, Гридин А.С., Ефременко С.Ю. Оценка эффективности применения когенерационных установок при газификации Дальневосточного региона РФ// Горный информационный бюллетень (научно-технический журнал), №6. 2014, с.125.
4. Слесаренко В.В. К определению термодинамической эффективности когенерационных установок // Энергосбережение и водоподготовка. № 4. 2010, с. 36 - 38.
5. Чурашев В.Н., Маркова В.М. Малая распределенная энергетика – вектор развития генерации в сибирских регионах//ИнтерЭкспо Гео-Сибирь. №10. 2017. – с. 162

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

Кооп Виталий Константинович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Нисковская Елена Васильевна, канд. техн. наук, профессор

Консультант: Глушко Наталья Александровна, ст. преподаватель

Ключевые слова: мониторинг, нефтегазопроводы, беспилотные летательные аппараты, БПЛА, патрулирование трассы.

В Российской Федерации создана разветвленная сеть магистральных нефтепроводов общей протяженностью свыше 72 тыс. км, а также очень протяженная сеть магистральных газопроводов с суммарной эксплуатационной длиной порядка 179 тыс. км. При транспортировке больших объемов нефти и газа необходимо обеспечить надежность работы трубопроводных систем, контроль охранных зон данных объектов, постоянное наблюдение за появлением возможных утечек, а также состоянием грунтов. В течение всего периода эксплуатации необходим постоянный мониторинг, техническое обслуживание и ремонт.

На сегодняшний день наиболее распространенным способом мониторинга трасс трубопроводов остается регулярное патрулирование пилотируемой авиацией и транспортными средствами высокой проходимости. Так же используются различные параметрические системы. Данные методы контроля не всегда являются практичными и выгодными с экономической точки зрения. Очень часто трубопроводы пересекают труднодоступные места (заболоченная местность, разливы рек), куда на вертолетах можно добраться только при определенных условиях, а вылет вертолета довольно дорогостоящее средство [1].

Сегодня на смену традиционным способам мониторинга приходят беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Применение БПЛА для мониторинга магистральных нефтегазопроводов способствует повышению экономической эффективности и снижению экологических рисков. Беспилотники оборудованы аппаратурой для ведения фото- и видеосъемки. БПЛА в режиме реального времени транслируют получаемые данные на пульт управления, а так же записывает их на карту памяти. Видеосъемка производится с помощью видеокамеры, установленной на беспилотный аппарат. Она применяется для наиболее оперативного визуального обследования территории вдоль трассы магистрального нефтепровода. Фотосъемка имеет преимущество над обычной видеосъемкой ввиду более высокого разрешения [2]. Посредством специальной спектрметрической обработки снимка можно обнаружить наличие коррозии трубопровода. Тепловизионная съемка позволяет вести наблюдение в условиях ограниченной видимости и в темное время суток. Она дает возможность выявить утечки нефти и присутствие посторонних в охраняемых зонах. Сочетание различных видов съемки позволяет наиболее полно оценить состояние объекта. Летательный аппарат способен самостоятельно лететь по заданному маршруту, однако оператор может в любой момент взять управление на себя (рисунок 1).

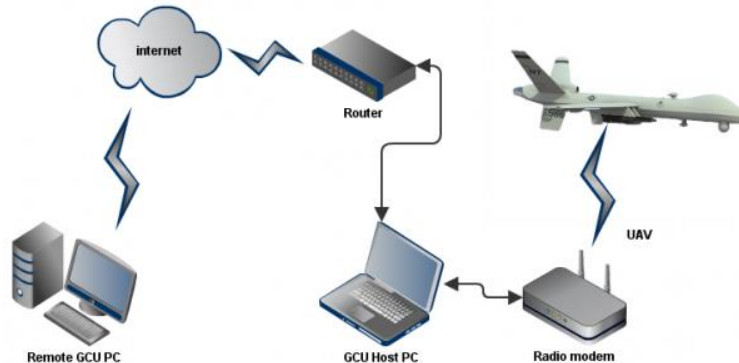


Рис. 5. Схема системы управления БПЛА.

Нефтегазовое дело

Аппарат приспособлен для использования в различных регионах, в широком диапазоне температур и в таких сложных погодных условиях, как дождь и ограниченная видимость. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет повысить экономичность обследования по сравнению с традиционными способами и увеличить количество вылетов, одновременно повысив качество мониторинга состояния нефтепроводов и надежность их эксплуатации (рис. 2). Так же с помощью БПЛА становится возможным обследование ранее недоступных территорий [3].

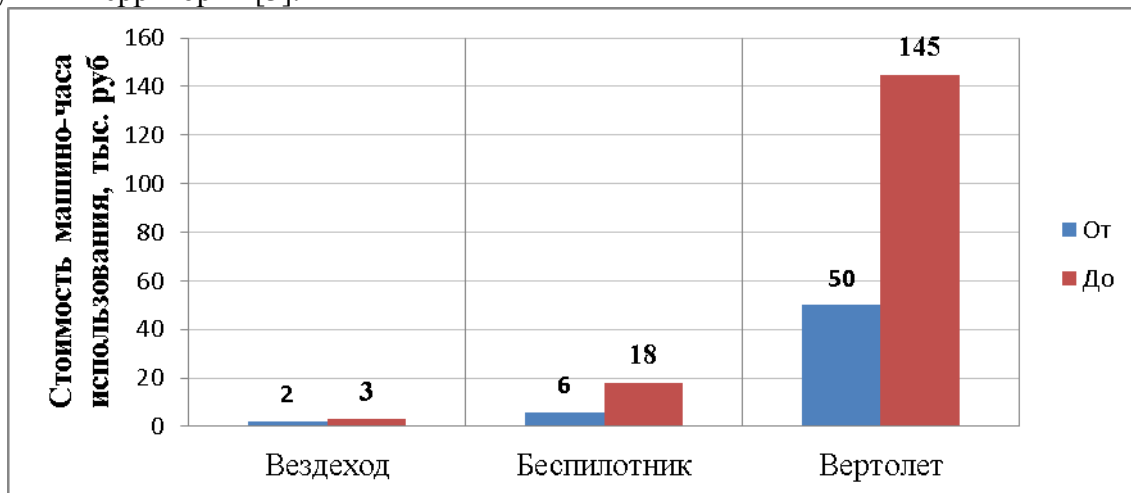


Рис. 6. Сравнение стоимости машино-часа

Беспилотники позволяют решить целый ряд задач:

- мониторинг экологического состояния окружающей среды вдоль трассы трубопровода, обнаружение мест и объемов подземных и наземных разливов нефти;
- оценка технического состояния трубопроводов, выявление повреждений гидро- и теплоизоляции;
- обследование околотрубного пространства, изучение влияния разломов, трещиноватости и движений земной коры, обнаружение обводненных участков, коррозионно-опасных сред и оттаивающих грунтов;
- обнаружение посторонних лиц в охраняемых зонах, выявление несанкционированного отбора нефти из трубопровода;
- контроль аварийных и нештатных ситуаций, координация действий наземных групп и многие другие задачи мониторинга трубопроводов.

В настоящее время существует множество различных видов БПЛА: самолетного и вертолетного типа, тяжелые и легкие, работающие на жидком топливе и на электричестве, большой и малой дальности. Выбор того или иного типа беспилотника зависит от характеристики объекта исследования, потребности в передаче данных в режиме реального времени и типа данных, определяемых поставленной задачей. Для проведения воздушного мониторинга нефтепроводов, расположенных на значительном расстоянии эффективно использовать БПЛА самолетного типа большой дальности. Для оперативной разведки трасс трубопроводов целесообразно применять БПЛА самолетного типа средней дальности. Для обследования близкорасположенных объектов, нуждающихся в детальном изучении, подойдут БПЛА вертолетного типа малой дальности.

Таким образом, оперативное получение с помощью БПЛА информации о состоянии магистральных нефтепроводов и территории вдоль них существенно экономит денежные средства и открывает новые возможности для безопасной эксплуатации трубопроводного транспорта. Ведущие транспортные компании, такие как «Газпром» и «Траснефть» уже внедряют такие аппараты. Только в 2017 г. (в результате доработки нормативных документов и внедрения беспилотных летательных аппаратов) совокупные расходы «Газпрома» по статье затрат на авиатранспорт были снижены более чем на 660 млн. руб. (от уровня ли-

мита 2016 года). При этом качество отчетных материалов, получаемых в результате патрулирования газопроводов, значительно повысилось [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Айроян З.А., Коркишко О.А., Сухарев Г.В. Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью беспилотных летательных аппаратов // Инженерный вестник Дона, 2016, №4.- с. 45-53.

2. Козар А.Н., Козар Н.К. Вероятность обнаружения источников загрязнения беспилотным летательным аппаратом // Инновационные информационные решения в области интеграции сервиса, потребительского сотрудничества и агропромышленного комплекса, 2016. - с. 16-21.

3. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2016, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571.

4. Электронный ресурс «Электронные глаза вместо человеческого фактора» // АО Газпром Космические системы, 2017. Режим доступа: <http://kosmos.gazprom.ru/press/about-company/2017/08/124/>

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ, НАДЕЛЕННЫХ СУПЕРСМАЧИВАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ZnO, ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ ТИПА "НЕФТЬ В ВОДЕ"

Курлович Данил Эдуардович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: нефть, вода, сепарация, целлюлозная ткань, эмульсия типа «нефть в воде».

Статья посвящена исследованию по применению модифицированных целлюлозных тканей с обратимой смачиваемостью с целью разделения эмульсий типа «нефть в воде». Исследованы различные способы использования целлюлозной ткани для разделения. На основании результатов сформулированы выводы, влияющие на возможность их применения в практике.

На сегодняшний день добыча нефти ведется практически по всей России. Но одним из самых уязвимых и хрупких мест является именно Арктика. Больше всего в последние годы взрос интерес к нефтепоисковым работам на арктическом шельфе, что не может вызывать противоречивые мнения по поводу добычи нефти в этой зоне. Считается, что Арктика крайне чувствительное место и даже самые незначительные разливы нефти могут привести к глобальным последствиям. Возрастает нагрузка на биосферу. В связи с чем возникает потребность в новых дешёвых технологиях, позволяющих снизить эту нагрузку сохранив при этом экологию Арктики.

Разработка технологий отбора разделенных органических загрязняющих веществ из воды привлекают большое внимание при случайных разливах нефти и промышленных сточных вод. В настоящее время для эффективной очистки используются различные методы при нефтяных загрязнениях, такие как скиммеры для нефти, нефтепоглощающие материалы, гравитация, центрифугирование и фильтрация. Эти обычные способы разделения нефти и воды имеют многочисленные недостатки, такие как более низкая эффективность, стабильность и селективность, высокая стоимость и сложные требования к процессу и оборудованию по сравнению с суперсмачиваемыми материалами. Наделенный естественной водоотталкивающей способностью лотосы, различные супергидрофобные и суперолеофильные материалы с водным контактом угол выше 150° и угол контакта нефти меньше, чем 5° вызвали большое внимание и были эффективно применены для отделения нефти / водные смеси. Однако, учитывая требования экономики и экологически чистых свойств, необходимо изготовить контролируемые высокосмачиваемые функциональные материалы, которые могут селективно отделяют нефть и воду. В настоящий момент, «Умные» поверхности с обратимым переходом смачиваемости между супергидрофобность и супергидрофильность получили много внимания и были разработаны внешними возбудителями, такими как световое облучение, температура, напряжение, и т. д.. Как правило, супергидрофобные ткани считаются хорошими вариантами для реализации процесса разделения смеси воды и нефти из-за своих преимуществ таких, как хорошая гибкость и легкое изготовление.

Широко применяется ZnO для увеличения поверхности шероховатость целлюлозных тканей благодаря более многочисленным структурам, которые могут наноситься контролируемо на поверхность целлюлозных тканей, таких как как гексагональные, стержневые, проволочные, хлопьевидные и цветковые. Более того, ZnO является биосовместимым, биоразлагаемым и биологически безопасным для окружающей среды. В настоящее время основные методы покрытия ZnO на поверхности целлюлозных тканей гидролитический золь-гель и гидротермальный процесс. Эти методы по фиксации гексагонального ZnO на поверхности целлюлозных тканей и разработка контролируемой мембраны для разделения нефти и воды окажут хорошее влияние на окружающую среду и окажет эффективный процесс в будущей работе.

Нефтегазовое дело

Для проведения эксперимента сепарации нефти и воды необходима подготовленная модифицированная целлюлозная ткань. Она фиксируется между магнитным фильтром и воронкой, служащей разделительной мембраной. Эффективная площадь фильтрации воронки составляла $9,6 \text{ см}^2$, Смеси нефть / вода (50 V/V%) выливаются для измерения в полифениленсульфоновую воронку. Разделение достигается с помощью веса жидкостей. Хлороформ ($1,48 \text{ г мл}^{-1}$, масляное масло) применяется для удаления нефти, а октана ($0,70 \text{ г мл}^{-1}$, легкое масло) используется для удаления воды. Вода окрашивается бирюзово-голубым цветом, для того чтобы отличить ее от нефти. При использовании предварительно обработанной целлюлозной ткани, с весом смеси нефть / вода (50 V/V%) , выливается в верхний полифениленсульфоновый мерный стакан. Нефть избирательно проходит через ткань, тогда как вода осталась в верхней мерной чашке из-за супергидрофобного / суперолеофильного свойства целлюлозной ткани (рис.1а) [1].

После обрабатывается раствором NaEW, функционализированная целлюлозная ткань сначала смачивается деионизированной водой до процесса разделения нефти и воды. Вода избирательно проходит через целлюлозную ткань, тогда как нефть остается в верхней мерной чашке из-за супер-гидрофильного / супер-олеофобного подводного свойства целлюлозной ткани, в то время как легкие смеси нефть / вода (50 V/V%) выливаются в мерную чашку (фиг.1b)[1,2].

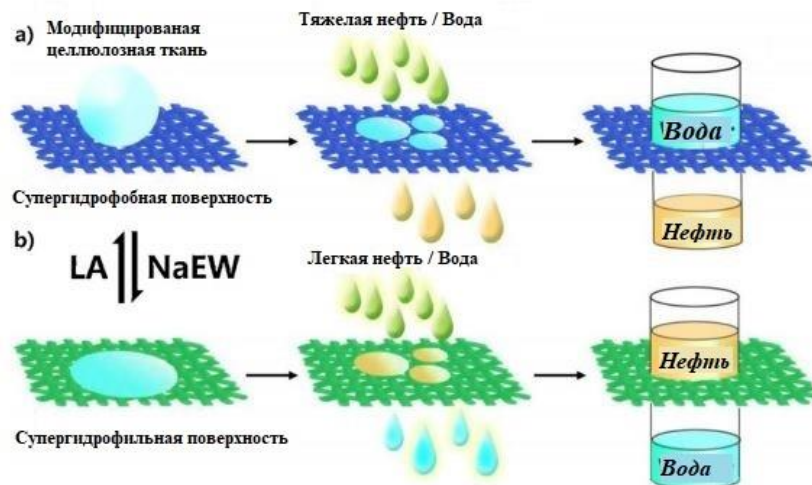


Рисунок 1. Принципиальная схема разделения нефти и воды:
(а) режим удаления нефти; (б) воды.

В настоящей работе, как показано на фиг.2, целлюлозную ткань используют в качестве шаблона для синтеза однородного размера ZnO по поверхности волокна.

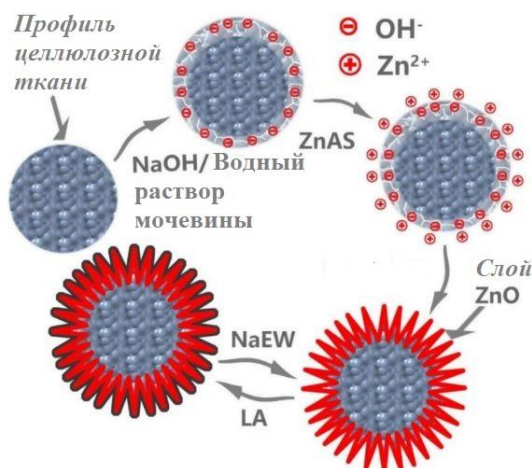


Рис. 2. Механизм формирования на месте слоя ZnO на целлюлозной ткани.

Первичная стенка целлюлозного волокна имеет относительно короткие целлюлозные цепи чем вторичная стенка, и содержит ультратонкие поры на протяжении всей своей поверхности. После обработки 7% мас. NaOH / 12% водный раствор мочевины, который может набухать и даже растворяться в целлюлозе, размер пор поверхности волокна и активность целлюлозы макромолекулы увеличились и облегчили OH-, чтобы попасть в первичной стенке целлюлозного волокна [3].

Очевидно, что для супергидрофобных / суперолеофильных целлюлозных тканей и удаления нефти в то время, как нефть контактировала с целлюлозной тканью, модифицированная целлюлозная ткань ZnO с добавлением лауриновой кислоты не выдерживает никакого давления при $\theta < 90^\circ$, поскольку статическое давление $\Delta P < 0$ (капиллярный эффект), и масло пронизывает ткань спонтанно (рис.3а1). Тем не менее, ткань способна поддерживать определенное давление при $\theta < 90^\circ$, поскольку статическое давление $\Delta P > 0$ (отрицательный эффект), и вода не проникает (фиг.3а2), если не было применено внешних сил для преодоления гидростатического давления ΔP . Поэтому модифицированную целлюлозную ткань можно использовать в качестве стабильного разделения смеси воды и нефти, потому что контактные углы лиофобного поведения превышают 155° , а лиофильное поведение было закрыто до 0° .

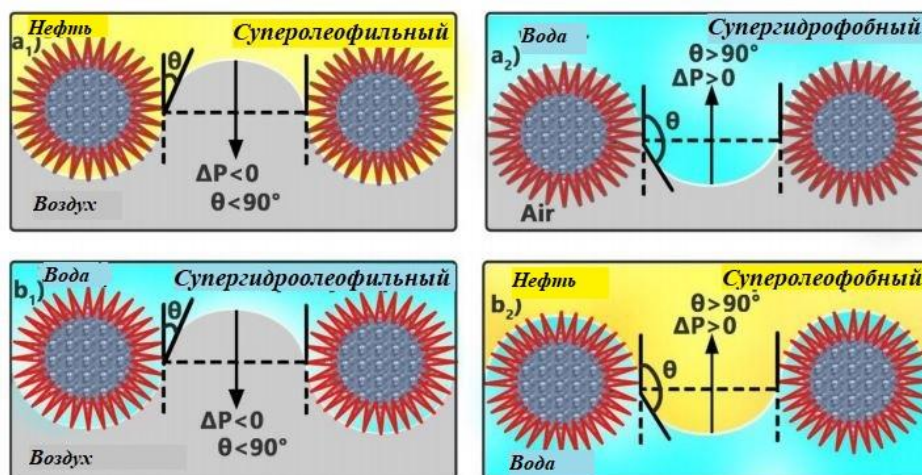


Рисунок 3. Диаграммный чертеж модели смачивания жидкости подготовленной целлюлозной ткани.

Таким образом, созданная прочная микро / наноструктура слоя ZnO наделяет целлюлозную ткань суперсмачивающими свойствами. Контролируемое разделение нефти и воды из целлюлозных тканей было легко и легко обрабатываются путем погружения в лаурический раствор кислого спирта и водный раствор NaOH за короткий промежуток времени. Повторное использование ткани может повторяться более 10 раз без каких-либо четких изменений углов контакта воды. Важно отметить, что модифицированные целлюлозные ткани эффективны для отделения легких или высоко тяжелых смесей нефти и воды. Кроме того, подготовленные мембраны показывают отличную стабильность и повторное использование без очевидного снижения эффективности разделения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тао Фана, Кингх Киана, Джихуи Хуа, Юпинг Лиуа, Минг Луа. Подготовка интеллектуальных и обратимых смачиваемых целлюлозных тканей для разделения нефти и воды с использованием упрощенного и экономичного метода.
2. Тхань Ле Тхань, Зайцев Николай Конкордиевич, Мещеряков Станислав Васильевич. Влияние природы фильтрующей насадки на разделение эмульсий вода-нефть. Разделительные свойства целлюлозы при разложении устойчивой водно-масляной эмульсии в фильтре.
3. Коллинз Р. Течение жидкостей через пористые материалы. -М.: Мир, 1964. -350 с.

КОГЕНЕРАЦИЯ И ТРИГЕНЕРАЦИЯ КАК АКТУАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Ларченко Максим Михайлович, Чеботарев Иван Витальевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Слесаренко Вячеслав Владимирович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: когенерация, тригенерация, газотурбинные установки, энергоэффективность, ресурсосбережение, совместная выработка энергии.

Выработка чистой энергии связана с рядом экологических и экономических преимуществ. Уменьшение влияния на окружающую среду достигается путем сокращения или полного устранения загрязнений, связанных с выработкой электроэнергии и тепла. Помимо этого, выработка чистой энергии может приносить значительную экономическую выгоду потребителям, позволяя экономить как значительную часть топлива, так и электроэнергию.

К технологиям, позволяющим вырабатывать чистые виды энергии, относят: ветровую, солнечную, геотермальную энергию, водородное топливо, водородные топливные элементы, соевое дизельное топливо, энергию приливов и отливов, парогазовый цикл; преобразование отходов в энергию и в топливо; районированное теплоснабжение, когенеративные, тригенеративные, и даже квадrigenеративные энергетические установки. [2]

Далее будут рассмотрены две основные передовые технологии по получению чистой энергии, такие как когенерация и новейшая технология – тригенерация, которую в отличие от первой можно считать наиболее энергоэффективной и экономически привлекательной.

Когенерация

Когенерация, которая также известна как комбинированная генерация энергии и тепла, представляет собой процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии, как правило в виде горячей воды или водяного пара из единого первичного источника топлива, такого как природный газ. Также когенерация известна, как теплофикация или районированное теплоснабжение путем производства электроэнергии и тепла на теплоэлектроцентралях. Когенерация применялась как в коммунально-бытовом хозяйстве, так и в промышленности. [1]

Являясь одной из ведущих технологий по выработке чистой энергии в мире, когенерация великолепно совмещает в себе преимущества, ранее считавшиеся малосовместимыми. К основным плюсам технологии следует отнести высокоэффективное использование топливных ресурсов, сравнительную экологичность технологии, помимо этого, не стоит забывать и об автономности данных систем.

Достоинства когенерационных систем:

стоимость потребляемой электроэнергии снижается в 2 – 2,5 раза; обеспечивается существенный рост КПД и значительная экономия топлива (до 40%); теплота и электроэнергия вырабатываются в непосредственной близости от потребителя, что снижает затраты на транспортировку энергии; КГУ более экологичны, так как требуют меньше топлива для производства такого же количества энергии и используют газообразное топливо; возможно потребление газа различного состава, в том числе биогаза и генераторного газа, использование распространенного резервного жидкого топлива; целесообразно применение КГУ как автономных источников электроэнергии и теплоты в местах непрерывного потребления; возможна реализация излишков электрической и тепловой энергии от КГУ сторонним потребителям.

Недостатки применения когенерационных установок:

необходимо выделение земельного участка, либо отдельного приспособленного помещения для установки системы; надежная работа когенерационной станции зависит от поставок топлива; показатели надежности электроснабжения при питании объекта только от когенерационных газопоршневых модулей (без резервирования от сети) как правило несколько хуже, чем от сетей единой энергетической системы и других сетевых источников.

Виды установок и их характеристики

Типовая когенерационная установка включает в свой состав следующие составные элементы: первичный двигатель, электрогенератор, систему утилизации тепла и систему контроля и управления. В настоящее время когенерационные установки по типу первичных двигателей, на которых они базируются подразделяются на: когенерационные установки на базе применения газотурбинных двигателей, поршневых двигателей, парогазовых циклов. Далее будут рассмотрены некоторые из них.

Когенерационные установки на базе поршневых двигателей.

К преимуществам применения КГУ на базе поршневых двигателей можно отнести их наиболее высокую производительность, возможность стабильной и эффективной работы даже при небольшой загруженности (от 30%), а также сравнительно небольшой показатель начальных вложений за один киловатт час произведенной энергии. Разнообразие двигателей позволяет выбрать необходимый по выходной мощности от трех киловатт. Также быстрый запуск и возможность автономной работы, разнообразие топлива, ориентированность в сторону выработки электроэнергии, относительно небольшие размеры. Такие двигатели могут работать даже при низком давлении газа, обеспечивают относительно несложный капитальный ремонт, а также обладают большими межремонтными ресурсами, могут работать на нескольких видах топлива.

К недостаткам следует отнести необходимость охлаждения, в том случае, когда тепло не используется, высокий уровень шума на низких частотах, также большое соотношение веса установки к ее выходной мощности.

Когенерационные установки на базе газовых турбин.

В связи с установившейся тенденцией к переводу энергетики на природный газ, в качестве основного топлива, газовые турбины нашли свое широкое применение в этой сфере.

Выходящие из газовой турбины газы достигают температур 450 – 550 °С, а получаемое количественное соотношение вырабатываемой тепловой энергии к электрической варьируется от 1,5:1 до 2,5:1, позволяя создавать когенерационные установки с различными видами теплоносителя. Например, установки, в которых отходящие газы используются непосредственно, то есть напрямую; установки, производящие пар среднего или низкого давления; установки, основанные на производстве горячей воды; а также установки, производящие пар высокого давления.

В зависимости от модели газовой турбины, а также параметров используемого топлива, ее КПД может составлять порядка 25 – 35%.

При использовании газовой турбины в составе систем когенерации, эффективность увеличивается до 90% на единицу израсходованного топлива. Также газовые турбины отличаются хорошими экологическими показателями по содержанию оксидов азота в выбрасываемых газах. Общий КПД установок в районе 65 – 87%.

К преимуществам когенерационных установок на базе ГТУ можно отнести отсутствие необходимости использования и установки водяной системы охлаждения; относительно высокую экологичность, гибкость в выборе топлива, а также возможность работы установки на нескольких видах топлива; высокий ресурс, и большую возможную единичную мощность установки.

Основными крупнейшими производителями когенерационных установок на сегодняшний день являются такие компании как: Caterpillar, Deutz AG, General Electric, Jenbacher, Kawasaki, MAN B&W, Mitsubishi Heavy Industries, Solar Turbines, Tedom, Turbomach SA, Wartsila, Waukesha Engine Division.

Одним из отечественных производителей, выпускающих когенерационные установки, является Ярославский моторный завод (ЯМЗ). Когенерационные установки, или как их называют Мини-ТЭС, выпускаются на базе двигателей ЯМЗ и работают с на мощностях от 100 до 315 кВт, способны работать как на жидких топливах, так и на газе. Также, стоит отметить, что отечественный рынок богат организациями, предоставляющими услуги по подбору, установке, контролю и обслуживанию когенерационных установок.

Применение технологии на объектах нефтегазовой отрасли.

Как любые промышленные предприятия, нефтегазовые объекты нуждаются в постоянном и бесперебойном энергоснабжении. Однако, в свете нестабильности экономики, необходимости ресурсосбережения и соблюдения ряда экологических норм и требований, данные предприятия сталкиваются с рядом проблем. В первую очередь, это постоянное и бесперебойное энерго-и-теплоснабжение. Являясь транспортерами энергоносителей, таких как нефть или природный газ, данные предприятия могут позволить себе автономное обеспечение электрической и тепловой энергией на базе применения когенерационных установок, что позволит снизить зависимость от сетевых поставщиков энергии, которые, в свою очередь, зачастую являются монополистами на рынке и могут диктовать цены на энергию.

Рассмотрим в качестве примера газоперекачивающую станцию. Использование газотурбинных установок обуславливается рядом неоспоримых преимуществ, однако, стоит отметить тот факт, что порядка тридцати процентов транспортируемого по магистральным трубопроводам природного газа, расходуется на обеспечение его перекачки, в том числе на привод газоперекачивающих агрегатов на базе ГТУ. Основным методом увеличения эффективности работы газоперекачивающих агрегатов является повышение его КПД путем применения нескольких схем, одной из которых является внедрение систем рекуперации тепла уходящих газов с последующим их использованием полученной тепловой энергии как непосредственно в газовой турбине, так и на другие нужды. Благодаря применению такой технологии имеется возможность использования утилизируемого тепла для обогрева помещений и других нужд компрессорной станции, а также передачи или продажи тепла народному хозяйству, населению или другим как коммерческим, так и частным потребителям. А применение парогазовых циклов в совокупности с утилизацией тепла уходящих газов позволит вырабатывать не только тепловую, но и электрическую энергию.

Таким образом, комбинированная генерация энергии возможна как посредством внедрения установок когенерации, так и без внедрения установок когенерации как таковых, что позволяет сделать производство еще более экономически выгодным и экологически безопасным.

Преимущество тригенерации в сравнении с когенерацией

Тригенерацию, как следует из названия, можно отнести к производству трех видов энергии. При использовании тригенерации, также, как и при когенерации, происходит одновременная выработка электрической и тепловой энергии, но современные технологии позволили шагнуть вперед, используя тепло также для получения охлажденного энергоносителя, например, воды, который, в свою очередь может применяться в системах кондиционирования или холодильных установках. Тригенерация, также, как и когенерация, позволяет использовать утилизированное тепло, за исключением того, что при тригенерации используются абсорбционные бромистолитиевые холодильные установки, захватывающие отработанное тепло и производящие охлажденную воду. [4]

Тригенерационная система состоит из когенерационной установки и абсорбционных или адсорбционных холодильных установок, которые в свою очередь охлаждают воду, используя часть отработанного тепла из когенерационного агрегата (см. рисунок 1).

Охлаждение в установке может производиться не только за счет использования электрических компрессорных холодильных установок, но и с помощью абсорбционных или адсорбционных холодильных установок – чиллеров, что позволяет снизить общее потребление энергии установкой. [3]

При установке систем тригенерации происходит непосредственная доставка электрической и тепловой энергии потребителям, не требуется прокладка многокилометровых линий электропередач, а тепловая энергия подводится с минимальными потерями, что позволяет использовать весь ее энергетический потенциал. Эффективность таких систем может достигать 90 процентов, а при определенных условиях даже превышать данный показатель.

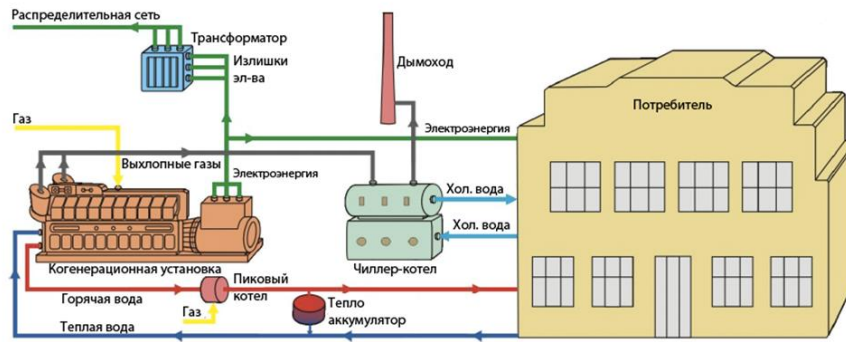


Рис. 1. Схема тригенерационной установки.

Установка местных систем тригенерации в значительной степени более эффективна, экономична и экологична, чем транспортировка энергии от централизованных электростанций. Это позволяет достаточно сильно сократить расходы потребителей на энергию, по сравнению с обеспечением электроэнергией из централизованной сети, и производством тепла, а также горячей воды с помощью водонагревателей или котельных установок на месте. [5]

Такая система может быть установлена даже в центре города, обеспечивая потребности в энергии для нескольких зданий. И при любых размерах и условиях работы система тригенерации может иметь эффективность до 90 процентов. [6]

Тригенерация может показывать эффективность на 50% большую, по сравнению с когенерацией, что позволяет еще более снизить эксплуатационные расходы, расходы на топливо и загрязнение окружающей среды.

Установка систем тригенерации на производствах и в коммерческих предприятиях является очень выгодной инвестицией. Новейшая система тригенерации может окупить себя всего за два года, в зависимости от тарифов на электроэнергию, природный газ или альтернативное топливо и специализации производства. Системы тригенерации не только экономически выгодны для владельцев производств, но также могут быть полезными и обществу такими параметрами как: высокая надежность; снижение зависимости от внешних источников электроснабжения и качества поставляемой электроэнергии; снижение зависимости от импортируемых энергоносителей; системы тригенерации могут также применяться в различных областях экономики, как для государственных и муниципальных объектов, так и для коммерческих, например, для больниц, школ, колледжей, университетов, государственных учреждений, торговых центров, отелей, супермаркетов, холодильных складов, магазинов, театров, ресторанов, спортивных объектов, ледовых арен, аэропортов, курортных зон. [7]

И, безусловно, тригенерационные установки могут найти широчайшее применение в объектах нефтегазовой отрасли, таких как нефтеперерабатывающие, газоперерабатывающие, нефтехимические заводы, насосные, компрессорные, газораспределительные станции, удаленные от централизованных поставщиков электроэнергии, а также другие объекты, требующие энергоснабжения и отопления, а также кондиционирования в жаркий период года.

Также преимуществом систем тригенерации является возможность использования ими избыточного (отработанного) тепла для нагрева воды, обогрева помещений, кондиционирования воздуха, технологического пара, а также других производственных нужд. [6]

Выводы.

Преимущества применения систем когенерации и тригенерации, как наиболее эффективных и энергосберегающих средств производства энергии. В настоящее время до 10% всей электроэнергии, вырабатываемой в мире, производится данными установками. Использование данных установок позволяет экономить до 50% затрат на электроэнергию, использующим их потребителям. Значительное сокращение выбросов данными установками играет серьезную роль в сохранении окружающей среды. Использование установок когенерации и тригенерации поддерживается всемирными экологическими организациями.

Нефтегазовое дело

Создание газовых мини-ТЭЦ (локальных электростанций) на базе когенерационных установок является одной из важнейших задач энергосбережения в РФ, если рассматривать перспективы модернизации энергетической отрасли на ближайшие 10 – 15 лет.

Предприятия, имеющие установки когенерации, всегда смогут обеспечить собственные потребности в электрической и тепловой энергии, при этом не только снижается себестоимость основной продукции предприятий, но и значительно возрастает энергетическая безопасность.

Для повышения эффективности применения, и внедрения повсеместного использования когенерационных и тригенерационных установок необходимо создать условия для реализации излишков электричества и теплоты от таких установок на энергетическом рынке РФ. Важным фактором в пользу выбора КГУ в качестве источника тепловой и электрической энергии является снижение выбросов в атмосферу токсичных веществ.

Важно отметить, использование систем когенерации и тригенерации является одной из лучших технологий энергосбережения и ресурсосбережения, доступной практически на любом производстве, а ее использование позволяет в значительной степени сократить выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ, создаваемых обычными электростанциями, а также позволяет сократить расход топлива.

Установки когенерации производят заданное количество электроэнергии и тепла, при этом потребляя на 20-30% меньше топлива, чем потребовалось бы для его производства электричества и тепловой энергии отдельно. Тригенерация, в свою очередь, производит в дополнение к перечисленным видам энергии охлажденную воду, при этом затрачивая на 50% энергии меньше, чем потребовалось бы для производства электроэнергии, тепла и охлажденной воды отдельно.

В заключение необходимо сказать, что, обладая всеми вышеперечисленными преимуществами установки когенерации могут стать отличным источником энергии для объектов нефтегазовой отрасли, особенно для удаленных от централизованного электроснабжения, а на других объектах могут позволить значительно экономить на покупке электроэнергии, выработывая ее самостоятельно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. К определению термодинамической эффективности когенерационных установок. / В.В. Слесаренко // Энергоснабжение и водоподготовка. — 2010. — №4. — с. 36-38.
2. Эффективность когенерационных систем централизованного теплоснабжения. / С.П. Петров, А.С. Комаристый, М.А. Маяков // Материалы V Международной научно-практической Интернет-конференции «Энерго- и ресурсосбережение – XXI век» — 2007. — с. 220–222.
3. Guide to the co-generation. Heat & Power. [Электронный ресурс]: статья // - Режим доступа: <http://www.heat-and-power.com/en/cogeneration>
4. Heat recovery steam generator (HRSG) fundamentals. / Carl R. Bozzuto // Cogeneration: Considerations, Advantages, Disadvantages and Economics. – 2016. - №6. – p. 2-6.
5. The Advantages of Cogeneration and Trigeneration / Monty Goodell // The NEWS Magazine – 2003. - №12/15/2003. – p. 4-8.
6. The Benefits of Co-Generation and Combined Heat. Goodway Technologies Corporation. [Электронный ресурс]: статья // - Режим доступа: <https://www.goodway.com/resources/tips-tricks/benefits-co-generation-and-combined-heat>
7. Trigeneration / ССНП. Clarke Energy. [Электронный ресурс]: статья // <https://www.clarke-energy.com/gas-engines/trigeneration/>

НЕОБХОДИМОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Ларченко Максим Михайлович, Чеботарев Иван Витальевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Слесаренко Вячеслав Владимирович, д-р техн. наук, профессор

Консультант: Глушко Наталья Александровна

Ключевые слова: утилизация теплоты, газотурбинная установка, теплообменник, энергоэффективность, ресурсосбережение, ГТУ.

В современном мире все чаще возникает проблема более эффективного использования энергии и крупные компании ищут пути ее решения. Это связано с непрерывным ростом тарифов на электроэнергию, удорожанием топлива, снижением надежности и стабильности электроснабжения, а также конкуренцией между предприятиями, вызывающей необходимость сокращения расходов при сохранении или увеличении производительности.

Ужесточающиеся экологические нормы требуют от предприятий сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов и других загрязнителей воздуха. В ближайшем будущем производство чистой энергии станет приоритетным направлением работы энергетических компаний, а выработка чистой энергии непосредственно на производственных объектах крупных предприятий сможет существенно сократить их затраты и уменьшить влияние на окружающую среду.

Все больше промышленных предприятий стремятся к сокращению расходов на обеспечение производства как электрической, так и тепловой энергией. Не исключением стали и предприятия нефтегазового комплекса.

Газотурбинные установки (ГТУ) в последние годы находят все более широкое применение на промышленных предприятиях в России и за рубежом. Одной из основных сфер применения газотурбинных установок является использование ГТУ в комплексе газоперекачивающих агрегатов. Мощности ГТУ обеспечивают работу до восьмидесяти процентов приводов нагнетателей на компрессорных станциях [2]. Использование газотурбинных установок обусловлено рядом важных технологических преимуществ ГТУ, однако стоит отметить тот факт, что около 12% транспортируемого по магистральным трубопроводам природного газа расходуется на обеспечение его перекачки, в том числе как топливо для газоперекачивающих агрегатов на базе ГТУ. [1]

Поэтому одним из ключевых факторов энергосбережения является увеличение эффективности использования газотурбинных установок на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

В сравнении с другими приводными установками компрессорных станций, ГТУ обладают сравнительно невысоким КПД. Для повышения КПД предлагаются разные методы, в том числе применяется утилизация теплоты уходящих газов.

Решая проблемы утилизации тепла стоит учитывать региональные, природно-климатические, а также инфраструктурные и индивидуальные условия каждой компрессорной станции.

При оценке эффективности использования теплоты уходящих газов газотурбинной установки компрессорной станции обычно рассматриваются такие варианты как:

- охлаждение транспортируемого газа с выработкой электроэнергии на собственные нужды и на продажу;
- получение горячей воды или пара для теплоснабжения и горячего водоснабжения компрессорной станции на собственные нужды;
- теплоснабжения и горячего водоснабжения близлежащего поселка;
- поставка теплоты в подсобные тепличные хозяйства [3].

Зачастую, самым оптимальным решением по утилизации теплоты отходящих газов ГТУ является использование бойлеров для выработки горячей воды. Установленные в вы-

хлопных газоходах ГТУ утилизаторы позволяют отбирать теплоту от продуктов сгорания, передавая ее теплоносителю, которым, в большинстве случаев является вода. Система может быть многоступенчатой с несколькими контурами теплоносителя. На теплопроводах устанавливается вся необходимая контролирующая и регулирующая аппаратура. Однако, стоит отметить, что в летнее время потребность в отоплении минимальна и эффективность использования теплоты снижается.

Утилизационные подогреватели воды устанавливаются в выхлопной тракт ГТУ. Поскольку при этом используется сбросная теплота выхлопных газов, утилизаторы повышают общую народно-хозяйственную экономичность функционирования производственных комплексов, применяющих ГТУ, за счет использования вторичных энергоресурсов. Прямой связи с преобразованием энергии в цикле ГТУ утилизаторы не имеют.

На работу ГТУ утилизаторы воздействуют вследствие появления в выхлопном тракте дополнительного аэродинамического сопротивления течению выхлопных газов. По некоторым данным аэродинамическое сопротивление утилизаторов ряда ГТУ составляет 300 - 800 Па, или в относительной форме 0,3—0,8 % остаточного давления выхлопных газов. Это добавочное сопротивление тракта ГТУ приводит к снижению ее КПД и мощности. Коэффициенты влияния гидравлического сопротивления выхлопного тракта на КПД и мощность для ряда ГТУ составляют $k\Delta p_{\text{вых}} \rightarrow \eta_{\text{ГТУ}} = (1,0 - 1,3)$ и $k\Delta p_{\text{вых}} \rightarrow N_{\text{ГТУ}} = (1,0 - 2,2)$.

Можно оценить потерю КПД и мощности для ГТУ мощностью 10 МВт при аэродинамическом сопротивлении ее утилизатора 421 Па (в относительной форме: $(421/101300) \cdot 100 = 0,42$ %). Коэффициенты влияния для этой ГТУ: $k\Delta p_{\text{вых}} \rightarrow \eta_{\text{ГТУ}} = 1,3$; $k\Delta p_{\text{вых}} \rightarrow N_{\text{ГТУ}} = 2,2$. Тогда снижение КПД составит $1,3 \cdot 0,42 = 0,55$ % (относительных), а уменьшение мощности - $2,2 \cdot 0,42 = 0,92$ % (92 кВт). Такие потери не являются значительными, в то время как полезный эффект от наличия утилизаторов выражается в 4—9 МВт отведенной от выхлопных газов сбросной теплоты, что соответствует экономии (0,08—0,18) кг/с топливного газа. [4]

Современное оборудование по утилизации тепла отходящих газов позволяет осуществлять регулирование параметров отбора тепла в широком диапазоне, а также отличается высокой эксплуатационной надежностью и продуктивностью. Наиболее выгодно использовать полученную в результате утилизации тепловую энергию в виде горячей воды или пара непосредственно на компрессорной станции или для теплофикации находящегося неподалеку населенного пункта [5].

Выводы

Основным методом увеличения эффективности работы газоперекачивающих агрегатов на компрессорных станциях является повышение КПД агрегатов путем применения нескольких схем оптимизации структуры приводных ГТУ. Одним из перспективных решений является внедрение систем рекуперации теплоты уходящих газов ГТУ с последующим использованием полученной тепловой энергии как непосредственно в газовой турбине, так и на другие нужды. Благодаря применению такой технологии имеется возможность использования утилизируемого тепла для обогрева помещений и других нужд компрессорной станции, а также передачи и продажи теплоты коммерческим потребителям в системах ЖКХ поселков и тепличных комплексах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Система стандартизации ОАО «Газпром» Стандартизация терминов и определений в ОАО «Газпром» Общие положения: СТО Газпром 1.6-2014. - М.: Газпром Экспо, 2014. – 24с.
2. Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А. и др. Трубопроводный транспорт. / Г.Г. Васильев – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – т.2. 407с.
3. Козаченко А.Н. Основы эксплуатации газотурбинных установок на магистральных газопроводах: Учебное пособие: ГАНГ им. И.М. Губкина. М.: 1996.
4. Афанасьев К.Ю. Эффективность теплоэнергетических установок и систем // Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2014. №2 – С. 209-212.

Нефтегазовое дело

5. Пути и способы утилизации теплоты отходящих газов газотурбинных установок на компрессорных станциях/ А. Маликова, Е.Б Мырзахметов, Т.А.Куандыков// Вестник КазНТУ.- 2011. № 1(83). - С. 93-97.

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АКВАТОРИЯХ

Липатова Анжела Владиславовна

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Никитина Анна Владимировна, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: нефтепродукты, локализация разливов нефти, пневматический барьер, сорбенты, контролируемое сжигание.

Актуальность темы исследования не вызывает сомнений, несмотря на развитие технологий и техники для добычи нефти, ее транспортировки, хранения и подготовки, аварийные разливы нефти на промыслах неизбежны. При эксплуатации нефтегазовых промыслов наиболее вероятным источником аварийных разливов нефти в акваториях являются водные переходы нефтепроводов. Проанализировав данные по разливам нефтепродуктов в акваториях, можно узнать, что в год происходит порядка 50 - 60 тыс. случаев аварий, обусловленных разливами нефти из поврежденных трубопроводов.

Осложняющими факторами при ликвидации разлива в акватории являются довольно высокая скорость распространения пятна разлива и значительная удаленность источников разливов от мест базирования аварийно-спасательных формирований (АСФ). Современное законодательство предъявляет высокие требования к локализации таких разливов. Согласно Постановлению Правительства РФ от 21.08.2000 г. №613 время на локализацию должно быть не более 4 часов.

Одним из путей решения проблемы, связанной со своевременной локализацией разлива, является применение дистанционного метода локализации, т.е. локализации с помощью автоматических систем, еще до прибытия сил и средств АСФ. Это метод локализации с помощью пневматического барьера.

Пневматический барьер - установка, предназначенная для локализации разливов нефти и нефтепродуктов в акваториях, путем создания в водном объекте поверхностного течения, направление которого противоположно распространению нефти и скорость которого равна (или превышает) скорости распространения нефти.

Основными элементами установки пневматического барьера являются:

- рабочий перфорированный трубопровод;
- компрессор;
- соединительный трубопровод;
- дополнительные элементы (при необходимости): предохранительные и обратные клапана, насадки и т.д.

Принцип действия пневматического барьера основан на подаче с некоторой глубины струй сжатого воздуха из отверстий, расположенных особым образом в теле трубопровода. Один из концов трубопровода соединен с компрессором, который подает в него сжатый воздух. Ряд струй в водной толще образуют в теле водоема водовоздушную завесу. При выходе на поверхность струи меняют вертикальное направление распространения на горизонтальное, тем самым образуя на поверхности водоема течение. Значение производимой пневматическим барьером скорости определяется исходя из конкретных метеорологических и гидрологических условий, а также физико-химических свойств разлитой нефти. В общем случае локализация достигается при равенстве векторов производимой пневматическим барьером скорости $v_{пб}$ и скорости распространения нефти v_n , т.е. $v_{пб} = v_n$ (рис.1).

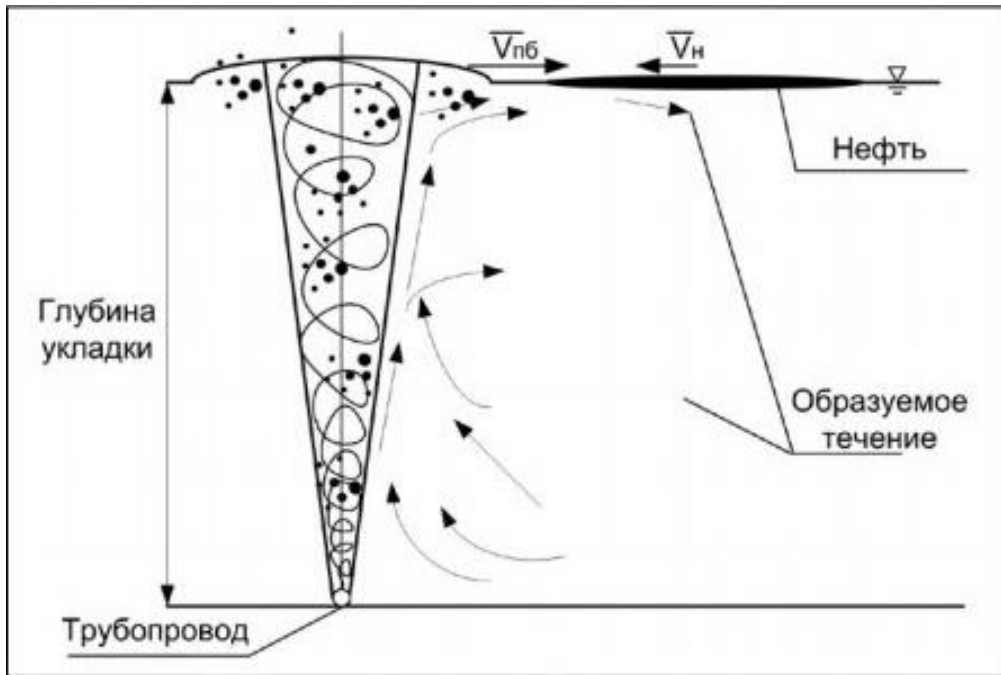


Рис. 1. Принцип действия пневматического барьера.

В основном пневматический барьер используется для защиты акваторий на выходе из портов, гаваней, яхтных стоянок - т.е. там, где присутствует риск возникновения разлива и поэтому ограждение должно работать постоянно, но при этом не создавать помех движению плавсредств.

Данный тип заграждений может работать постоянно, независимо от того, произошел разлив или нет, или включаться в работу при получении соответствующего сигнала.

Далее был проведен анализ всплывающих боновых заграждений и пневматического барьера на основе опыта применения обоих методов. Исходя из этого можно сделать вывод, что основными преимуществами применения пневматических барьеров по сравнению с традиционно применяемыми в РФ методами локализации являются:

1. Возможность использования для ограничения распространения нефти с плотностью, близкой плотности воды, находящейся ниже поверхности воды;
2. Возможность применения для локализации разлитой нефти и других плавающих жидких загрязнителей, а также плавающего мусора;
3. Возможность применения в ледовых условиях (ограничением применения пневматического барьера для локализации разливов нефти в условиях сплошного льда является то, что его нельзя применять на промерзающих до дна водных объектах, т.к. в этом случае его компоненты будут разрушены). Помимо ограждения ПБ способствует образованию незамерзающих майн, которые в свою очередь являются естественными местами аккумуляции разлитой нефти и откуда наиболее удобно вести ее сбор;
4. Возможность применения для ограждения горячей нефти;
5. Возможность подачи совместно с воздухом специальных жидких, сыпучих или газообразных агентов (например, хладагентов, адсорбентов и т.д.);
6. Возможность применения для улучшения экологической обстановки в водоемах и водотоках в результате аэрирования и предотвращения осадкообразования.
7. Беспрепятственное прохождение плавсредств через ограждение без его демонтажа;
8. Метод ограждения с помощью ПБ более экологичный (устройство не нужно мыть, нет вторично образующихся отходов).

Пневматическому барьеру присущи следующие недостатки:

1. Область применения пневматического барьера – водоемы с критической скоростью течения 0,5 м/с. При ее превышении удерживающая способность его резко снижается;

2. При ограничении распространения разлива с нулевой плавучестью пневматический барьер ограничивает его распространение, но не предотвращает осаждения.

Для преодоления недостатков, присущих пневматическому барьеру, сотрудниками кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина предложены комбинированные способы.

Например, комплексный метод локализации на основе пневматического барьера и сорбентов. Он включает преимущества каждого из методов в отдельности, и обладает дополнительными преимуществами:

1. Сорбент наносится еще до прибытия сил и средств АСФ;
2. В условиях сплошного льда нанесение сорбента под лед является уникальной операцией.

Так же предложен комплексный метод локализации на основе пневматического барьера и контролируемого сжигания. Преимуществом пневматического барьера является то, что он может обеспечивать локализованное сжигание без саморазрушения в отличие от большинства огнестойких боновых заграждений. При планировании операции сжигания следует учитывать положение пятна разлива относительно населенных пунктов, зон особой значимости и районов приоритетной защиты, а также направление ветра в предполагаемый момент сжигания. Это все определяет так называемые зоны: красную и зеленую.

Красная зона - зона высокой концентрации продуктов горения и угарных газов, радиус красной зоны составляет 2 км. Если в эту зону попадают населенные пункты, промышленные объекты, зоны особой значимости и районы приоритетной защиты, то сжигание запрещено. Зеленая зона - зона, в которой наблюдается повышенная концентрация продуктов горения и угарных газов, но сжигание не запрещено. Радиус зеленой зоны составляет 24 км.

Существует шесть основных этапов подбора оборудования для локализации разливов нефти с помощью пневматического барьера:

1. Прогнозирование разлива на выбранном объекте. В результате данного этапа делается вывод о том, что данный объект несет потенциальную угрозу с точки зрения нанесения большого ущерба от загрязнения акватории и береговой полосы нефтью или нефтепродуктами.

2. Обоснование необходимости применения пневматического барьера. Важность этого этапа заключается в том, что пневматический барьер относится к капитальным сооружениям, монтируется на объекте заблаговременно и после окончания работ по ликвидации разлива не демонтируется.

3. Определение рубежа реагирования, т.е. участка акватории, на дне которой (или в водной толще) планируется смонтировать перфорированный трубопровод, а также прилегающего к участку акватории участка суши, где может быть установлена компрессорная станция, и где могут быть развернуты силы и средства аварийно спасательного формирования для ликвидации разлива.

4. Определение метода локализации: только с помощью пневматического барьера, с помощью пневматического барьера и сорбентов или с помощью пневматического барьера и контролируемого сжигания.

5. Определение геометрических и физических характеристик пневматического барьера, состава оборудования. Данный этап проводится на основе изучения природно-климатических, гидрологических особенностей участка, физико-химических свойств разлитой нефти, где планируется смонтировать пневматический барьер.

6. Экономическое обоснование выбранной конструкции. Рекомендуется рассмотреть все варианты возможных затрат, и на основании сравнения выбрать более выгодный с экономической, технической и технологической точек зрения.

В заключение проведенного исследования по применению пневматических барьеров для локализации разливов нефти в акваториях можно сделать следующие выводы:

Нефтегазовое дело

1. Использование пневматического барьера позволяет снизить площадь загрязнения за счет уменьшения времени на приведение в работоспособное состояние ограждения в любых природно-климатических условиях и любое время суток;
2. Область применения метода – удаленные источники или источники, расположенные вблизи районов приоритетной защиты и зон особой значимости;
3. Пневматический барьер - уникальный метод с точки зрения локализации в условиях битого и сплошного льда;
4. Применение барьера на промерзающих до дна (или почти до дна) водоемов невозможно, так как возможно разрушение его элементов, что приведет к большим финансовым потерям;
5. Использование пневматического барьера предусматривает как его самостоятельную работу, так и в комплексе с сорбентами и контролируемым сжиганием;

**К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕПАРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ СТРАНЫ**

Мельников Григорий Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Власенко Виктор Сергеевич, ассистент

Ключевые слова: природный газ, газораспределительная станция, сепаратор, автоматизация, система очистки газа.

Большинство оборудований действующей газотранспортной системы построена в 70-е – 80-е годы двадцатого века и в настоящее время характеризуется высокой степенью износа. В связи с этим правительством ПАО «Газпром» была утверждена программа реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа на 2016-2020 годы [1]. Одним из ключевых элементов данной трубопроводной системы, нуждающейся в модернизации, является газораспределительная станция (ГРС).

Согласно источнику [2] ПАО «Газпром» эксплуатирует свыше 4 тысяч единиц ГРС, при этом 75 % станций эксплуатируются более 20 лет. В связи с этим актуальным вопросом является обеспечение бесперебойного снабжения потребителей газом, при этом необходимого качества, определенного отраслевыми стандартами, такими как ГОСТ 5542-2014 или СТО Газпром 089-2010.

Блок очистки газа является одним из ключевых звеньев ГРС который отвечает за качество природного газа. Эффективность его работы обеспечивает длительную и безопасную эксплуатацию станции. Блок очистки газа позволяет предотвратить попадание механических примесей и конденсата в оборудование, в технологические трубопроводы, в приборы контроля и автоматики станции и потребителей газа [3]. Согласно ГОСТ 5542-2014 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия» допустимо содержание механических примесей не более $0,001 \text{ г/м}^3$ [4].

Основным сепарационным оборудованием, установленным сегодня на подавляющей части газодобывающих и газотранспортных объектов, являются газовые сепараторы гравитационного типа. Эти аппараты известны своей низкой эффективностью работы [5].

Можно выделить следующие недостатки данных устройств:

1. Не приспособленность к меняющимся условиям эксплуатации в связи с нестабильностью параметров газового потока. Эффективная работа сепараторов рассчитана на узкий диапазон, поэтому они неспособны адаптироваться к изменяющемуся характеру потока.
2. Накопление жидкости в системах труб газоснабжения, что приводит к росту потерь давления в связи с сужением проходного сечения.
3. Снижение эффективности сепаратора по мере эксплуатации. Для сохранения качества очистки необходима замена сетчатых насадок.
4. Сложные внутренние элементы, затрудняющие очистку и ремонт устройства.
5. Вращающиеся и движущиеся части, нередко приводящие к отказу оборудования.
6. Необходимость демонтажа корпуса при замене фильтра.

Несмотря на то, что очистка газа происходит на всех технологических этапах, вопрос необходимости обеспечения аналогичной операции на ГРС не возникает. Так, на рис. 1 показана сетчатая насадка, отработавшая 2 года в конструкции гравитационного сепаратора на ГРС.



Рис. 1. Коалесцирующий фильтрующий элемент сетчатого типа, извлеченный из сепаратора после 2-х лет работы [5].

Такой фильтрующий элемент (рис. 1), может стать причиной аварии на сетях газораспределения или же привести к снижению их срока эксплуатации, а также повредить вспомогательное оборудование систем. Согласно данным Ростехнадзора 2017 года число аварий на объектах сетей газораспределения составляло 40 случаев [6]. По сравнению с предыдущим годом их число увеличилось на 26. Согласно источнику [7] число аварий по причине отказа узлов очистки газа или из-за низкого качества очистки в среднем составляет 4 раза в год, то есть это 10 процентов от всех произошедших аварий на сетях распределения.

Причиной возникновения аварий является превышение перепадов давления выше допустимых уровней, вызванного засорением сетки фильтров или образованием газовых гидратов. Поэтому настоящая работа преследует цель анализа современных решений, направленных на увеличение качества сепарации газа на ГРС и, следовательно, обеспечения безопасной эксплуатации оборудования станции, а также сетей газораспределения.

Рассмотрены следующие варианты:

1. Центробежно вихревые сепараторы СГВ-7 ООО «НПО ВЕРТЕКС»;
2. «Фильтр встроенный двухступенчатый ФВД 8,0/5П» ООО «НПП «Авиагаз-Союз+»;
3. ФГС-СН ЗАО «Завод «Син-газ».

Компанией НПО ВЕРТЕКС для решения вопроса качества очистки газа был разработан эффективный сепаратор на основе центробежно-вихревого эффекта, позволяющий достичь высокого качества очистки газа при уменьшении габаритов корпуса и увеличении срока его эксплуатации [8]. Стоит отметить, что данная технология была применена компанией НПО ВЕРТЕКС при поставке блочной сепарационной установки на ГРС-1 (г. Владивосток) [9].

Преимущества перед классическими гравитационными фильтрами у рассматриваемого устройства следующие:

- отсутствие фильтров, то есть нет необходимости частой замены;
- отсутствие подвижных элементов конструкции, нередко приводящих к остановке оборудования;
- отсутствие сложных внутренних деталей, вызывающих трудности при обслуживании и ремонте сепаратора;
- возможность укомплектования сепараторов системой автоматизированного управления на базе Siemens и Yokogawa.

Широкое внедрение центробежно-вихревых сепараторов в действующие узлы очистки ГРС позволит повысить автоматизацию производства, а также увеличит срок эксплуатации системы газоснабжения и исключит риски аварии.

Нефтегазовое дело

Компанией ООО «НПП «Авиагаз-Союз+» был разработан фильтр очистки газа ФВД, который отличается от классического тем, что он встроен в элементы трубопроводов, подающих газ на ГРС, [10] в результате достигается малогабаритность устройства.

Рассматриваемый фильтр обладает следующими преимуществами:

- периодическая регенерация без разборки фильтра за счет подачи очищенного газа от соседнего фильтра или постороннего источника. Продолжительность регенерации фильтроэлемента составляет 10...20 сек. [11];
- в случае необходимости замены, легко можно снять фильтр;
- малогабаритность при высокой пропускной способности.

Сепарация дисперсной фазы в условиях проточного движения потока имеет интенсивность отделения в центробежном поле, в сотни раз превышающую интенсивность гравитационного поля.

Так на заводе «СИН-газ» производятся фильтры ФГС-СН, обеспечивающие одновременную очистку газ от капельной жидкости и механических примесей с абсолютной тонкостью очистки равной 0,3 мкм, при этом эффективность очистки составляет порядка 99,98% [12].

Отличные преимущества ФГС-СН от классического фильтра являются:

- конструкция корпуса фильтра и внутренней камеры позволяют значительно увеличить срок службы фильтрующего элемента;
- достаточно высокая степень регенерации сетки фильтров;
- полная ремонтпригодность.

Для повышения уровня автоматизации фильтр оборудуют устройством для слива жидкости с механическими примесями [12].

В рамках реализации программы технического перевооружения ПАО «Газпром», внедрение рассмотренных в настоящей работе сепараторов, может стать перспективным направлением замены старых фильтров гравитационного типа, что в результате позволит обеспечить высокое качество очистки газа, повысить уровень промышленной безопасности производства и увеличит автоматизацию газораспределительных станций, что в итоге снизит финансовые издержки. Стоит также отметить, что рассмотренные устройства являются отечественными, что также удовлетворяет курсу импортозамещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Комплексная программа реконструкции и технического перевооружения объектов транспорта газа на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] // Официальный сайт ПАО «Газпром». <http://www.gazprom.ru/press/news/2016/march/article269658/>

2. Газораспределительные станции – Техническое перевооружение и оптимизация бизнес-процессов. [Электронный ресурс] // Газовая промышленность № 2 (764), - 2018. – стр. 14-16. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32473984>.

3. Данилов А.А., Петров А.И. Газораспределительные станции / СПб.: Недра, 1997. - 240 с.

4. ГОСТ 5542-2014 «Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения технические условия»

5. Привалова Н.М., Двадненко М.В., Юрьев Э.В. Совершенствование приемов очистки газа на основе газовых сепараторов вихревого типа СГВ-7 // Научный журнал КубГАУ, №130(06), – 2017. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-priemov-ochistki-gaza-na-osnove-gazovyh-separatorov-vihrevogo-tipa-sgv-7>.

6. Информация по аварийности по состоянию на 23 октября 2017 года на опасных производственных объектах сетей газораспределения и газопотребления // официальный сайт «Ростехнадзора» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/>.

7. Поникаров С.И., Алексеев В.А., Вилохина П.В., Маннанова А.Ф. Анализ причин возникновения аварий на магистральных нефтепроводах [Электронный ресурс] // Вестник

Нефтегазовое дело

Казанского технологического университета. 2014. №23. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27259584>.

8. Исмаилов Ф.С., Юрьев Э.В., Кулиев А.С. Опыт использования высокоэффективного оборудования для очистки газа на основе газовых сепараторов СГВ-7 [Электронный ресурс]//Актуальные технико-технологические разработки и решения в области подготовки, транспорта газа и утилизации ПНГ : сборник статей / ООО «НПО ВЕРТЕКС»; под общ. ред. канд. техн. наук Э.В. Юрьева. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – с. 5-16. Режим доступа: http://id-yug.com/images/id-yug/Book_id-yug/347-f.pdf.

9. Высокоэффективное сепарационное оборудование ООО «НПО ВЕРТЕКС» [Электронный ресурс]// Журнал: «НЕФТЬ. ГАЗ. НОВАЦИИ» №8 (151). Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Портал Инноваций" (Самара). – 2011. – с. 55-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16727498>.

10. И.М. Хабибуллин, М.Г. Хабибуллин, Г.А. Глебов, А.И. Якимов. Новые разработки ООО «НПП «Авиагаз-Союз+» в обеспечение импортозамещения [Электронный ресурс] // Территория НЕФТЕГАЗ. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27185350>.

11. Фильтр очистки газа ФВД и блоки очистки газа // Официальный сайт ООО «НПП «АВИАГАЗ-СОЮЗ+». Режим доступа: <https://agrs.ru/>.

12. Инновации и диверсификация - ключевые факторы непрерывного роста ЗАО «Завод «Син-газ» // Экспозиция Нефть Газ. 2013. №5 (30). Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20212071>.

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ «СРЕДСТВА РЕАГИРОВАНИЯ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ»

Меримский Алексей Артёмович

Инженерная школа; кафедра безопасности в чрезвычайных ситуациях и защиты окружающей среды

Научный руководитель: Блиновская Яна Юрьевна, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, сорбенты, морская акватория, разлив, база данных.

Проблема нефтяных разливов актуальна в настоящее время, особенно это касается арктических районов. Одновременно отмечается активное развитие рынка ресурсов реагирования. Таким образом, формируется сложность в оперативном выборе подходящих ресурсов, способных обеспечить эффективный сбор нефтепродуктов. В соответствии с этим нами предлагается информационно-аналитическая система, в основе которой лежит база данных (БД) средств реагирования, обеспечивающая возможность выбора оптимальных систем с учетом особенностей окружающей среды и состояния нефтепродуктов.

База данных представляет собой организованную в соответствии с определенными правилами и поддерживаемую в модуле памяти совокупность данных, характеризующую актуальное состояние некоторой предметной области и используемую для удовлетворения информационных потребностей пользователей. В нашем случае это материалы и технические средства, используемые для обеспечения, в том числе, экологической безопасности при нефтеразливах.

Для реализации оперативных задач для выбора средств реагирования выбрано программное обеспечение семейства Microsoft Office – MS Access. Основой информационно-аналитической системы является реляционная модель данных. Она обеспечивает целостность структуры: содержащаяся в БД информация соответствует определенной структуре и внутренней логике.

На этапе разработки логической структуры устанавливаются параметры эффективности средств реагирования при разных природных условиях. Например, при скорости ветра выше 5 м/с могут возникнуть сложности равномерного нанесения порошковых сорбентов на нефтяное пятно. Все содержащиеся данные представлены в виде набора отношений. Обработка данных осуществляется в соответствии с установленным набором операторов манипулирования отношениями в БД.

Анализ оснащенности аварийно-спасательных формирований и практика ликвидации аварий показал, что наиболее часто используемыми средствами реагирования являются сорбенты. В соответствии с этим наиболее проработанной в настоящий момент частью является именно эта составляющая.

При формировании БД использована следующая типология сорбентов: органические, неорганические, органоминеральные и биологические. Основные критерии, лежащие в основе проектирования БД, – это технические параметры сорбентов, формы выпуска, условия их применения и эффективность (расчетная и экспериментально скорректированная) для разных типов нефтей и температурных показателей. Следующим важным критерием выступает состав и состояние нефти, которые непосредственно будут влиять на выбор средств реагирования, так как не все сорбенты или технические установки подходят для утилизации разливов любой фракции нефтепродуктов.

Учитывая особенности программного обеспечения, наиболее репрезентативной формой представления данных является таблица. Таким образом, была сформирована совокупность таблиц, отражающих каждый информационный блок. Например, таблицы, характеризующие классификационную группу «органические сорбенты» содержат поля, отвечающие за характеристики сорбентов (нефтеёмкость, основу сорбента, плавучесть, термостойкость, влажность, фасовку, упаковку, цены сорбентов).

Нефтегазовое дело

Следующим этапом проектирования является определение главных полей в таблицах, которые будут участвовать в создании связей (установить в каждой таблице на одном из полей “первичный ключ”, являющийся связующим звеном при создании связей между таблицами в базе данных), с последующим определением видов связей между таблицами (существует три вида связей в базе данных: “один-ко-многим”, “многие-ко-многим”, “один-к-одному”). Чаще всего используется “один-ко-многим”.

Заключительным этапом представляется создание связи между таблицами (путём соединения полей, имеющих “первичный ключ”, с другими полями из таблиц между собой), а также необходимость обеспечения целостности данных, возможности удаления или обновления информации (при создании связей между таблицами база данных выведет окно, где будет предложено обеспечить целостность данных, то есть при изменении записи в связующей таблице – в связуемой изменится запись, измененная ранее в связующей таблице). Аналогия будет прослеживаться и с удалением или обновлением информации в БД.

Завершающим этапом проектирования будет форматирование и корректировка информации.

Алгоритм построения запросов в БД для системы ЛРН представлен в виде нескольких пунктов, основой которых является определение наиболее важных для конкретного случая характеристик сорбентов (например, лучшая плавучесть) и выделение показателей, по которым будет осуществляться запрос. При создании формы запроса важно выделить необходимые поля из таблицы, ему удовлетворяющие, из связующей и/или связанной таблицы (при конструировании запросов определить какие показатели ещё можно или нужно учитывать при покупке сорбентов или иных средств реагирования и добавить в список характеристик, которые база данных сможет выдать в ответ).

Закключающим пунктом конструирования является создание запроса, необходимого для отображения запрашиваемой информации (после окончания добавлений показателей в список запроса выполнить его с помощью конструктора запросов БД.), при этом могут быть построены комбинации вариантов реагирования, отвечающие потребностям аварийно-спасательного формирования.

Данные, включенные в БД, ранжируются по видам представления информации, например, одно и то же средство реагирования может быть представлено в виде растрового изображения, цифровых значений, текста или видеоматериалов.

Разработанная в соответствии с вышеобозначенными положениями БД позволит оперативно выбирать оптимальные средства реагирования в случае разлива и может стать частью системы обеспечения готовности к чрезвычайной ситуации и планирования систем безопасности для любых объектов риска нефтяных разливов.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА С ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНОГО УЧАСТКА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Ненашев Олег Борисович

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: дефектный участок, катушка, варка катушки, магистральный трубопровод, центратор, соосность, монтаж.

Одним из методов повышения надежности и безопасности эксплуатации трубопроводов является своевременная замена поврежденного участка. Известным в настоящее время устройствам для ремонта линейной части трубопровода с заменой дефектного участка присущи некоторые недостатки.

Известен наружный пластинчатый (цепной) центратор, применяемый для осуществления соосности концов труб, конструкции Института электросварки им. Е.О.Патона (см. книгу "Сооружение и ремонт газонефтепроводов" Березин В.Л. "Недра", 1972), применяемый для сборки стыков труб при электродуговых методах сварки. Основным недостатком цепного центратора является трудность формирования шва.

Известно устройство для центрирования труб (пат. РФ 2217650, F16L 55/18, F16L 1/036, заявл. 18.01.2000, опублик. 27.11.2003), являющееся прототипом представленного далее устройства, применяемое для центрирования труб на эксплуатируемых трубопроводах. Недостатком этого устройства является то, что, вследствие возникновения значительных напряжений в трубопроводе при вырезке дефектного участка, возможно нарушение соосности концов трубы из-за упругой деформации стрингеров. В таком случае обеспечение соосности эксплуатируемого трубопровода, подлежащего ремонту, требует применения специальных грузоподъемных механизмов, например кранов-трубоукладчиков.

Предлагается устройство, в котором отсутствуют вышеперечисленные недостатки.

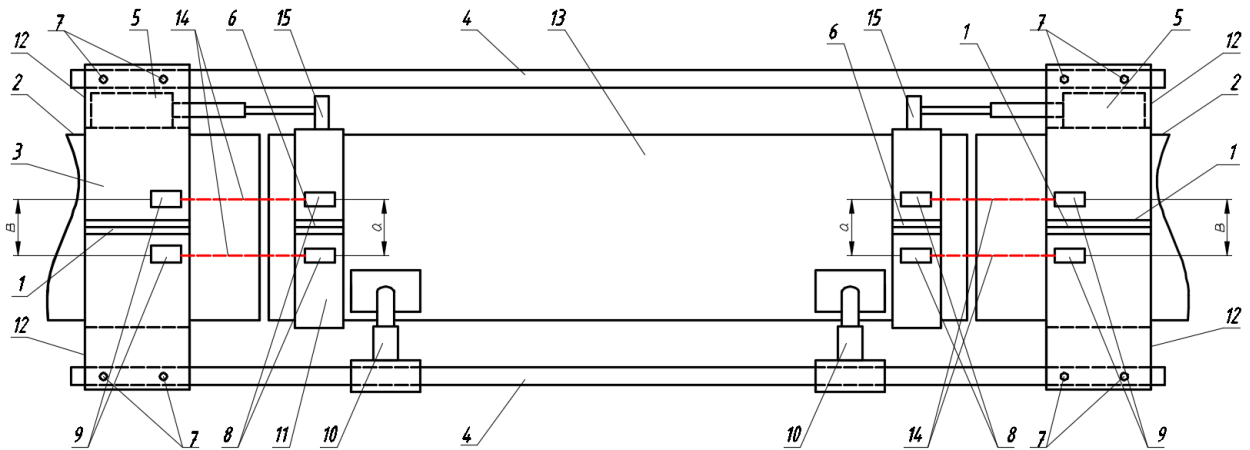
Цель разработки – повышение эффективности работ по варке новой “катушки” при ремонте трубопровода с заменой дефектного участка путем обеспечения соосности трубопровода и ввариваемой катушки, облегчения подгонки и варки новой “катушки”.

Поставленная задача решается тем, что устройство для центрирования труб, содержащее соединенные между собой хомуты из двух шарнирно скрепленных половин, снабженных на концах запорным устройством, снабжено силовым набором из стрингеров, стягивающими устройствами и подвижными регулируемые упорами, выполненными с возможностью перемещения вдоль стрингеров и с возможностью регулирования собственной длины. При этом, соединение стрингеров с хомутами выполнено с возможностью перемещения относительно друг друга и последующей фиксацией стопорными винтами, на хомуты установлены датчики контроля соблюдения соосности, состоящие из излучателя и экрана для приема луча и стягивающие устройства.

Монтаж и центрация новой " катушки " обеспечивается за счет стягивающих устройств и регулируемых упоров, перемещающихся вдоль стрингеров, а контроль соосности – датчиками определения соосности.

Сущность модели поясняется рисунком 1 (а, б), где на (рис. 1(а)) изображен общий вид устройства для центрирования труб; на (рис. 1(б)) изображен вид слева устройства для центрирования труб.

а)



б)

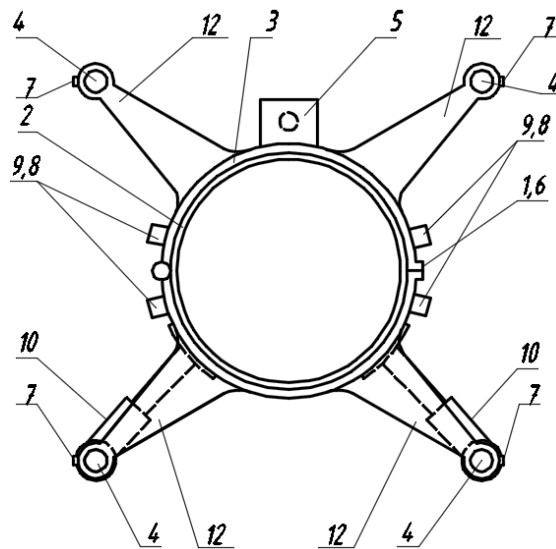


Рис. 1. Устройство для центрирования труб при удалении дефектного участка:

а) вид спереди; б) вид слева.

На рисунках показаны трубопровод 2, хомуты 3 трубопровода 2, хомуты 11 "катушки" 13, стрингеры 4, приливы 12 хомутов 3, стопорные винты 7, запорные устройства 1 хомутов 3, запорные устройства 6 хомутов 11, крепления 15, стягивающие устройства 5, излучатели 9, экраны 8 для приема лучей 14, подвижные упоры 10, расстояние a между экранами 8 для приема лучей 13, расстояние b между излучателями 9.

Устройство для центрирования труб снабжено парой хомутов 3 и парой хомутов 11, которые выполнены разъемными, состоящими из двух шарнирно соединенных половин, свободные концы которых снабжены запорными устройствами 1 и 6 соответственно. Хомуты 11 имеют крепления 15 для соединения рабочего элемента стягивающего устройства 5 с хомутом 11.

Хомуты 3 снабжены излучателями 9, а хомуты 11 снабжены экранами 8 для приема лучей 14 от излучателей 9. Излучатели 9 и экраны 8 сгруппированы по парам, при этом расстояние a и b имеют одинаковое значение.

Хомуты 3 снабжены четырьмя приливами 12 с отверстиями, в которые продевают стрингеры 4 и затем указанные стрингеры 4 закрепляют с помощью стопорных винтов 7.

Нефтегазовое дело

Кроме того, на стрингерах 4 предусмотрены подвижные упоры 10, которые монтируют с возможностью перемещения вдоль них. Регулировка подвижных упоров 10 осуществляется за счет механических, гидравлических или других известных типов приводов.

На хомут 3 устанавливаются стягивающие устройства 5, рабочий элемент которых выполнен с возможностью его возвратно-поступательного движения, причем свободный конец рабочего элемента стягивающего устройства 5 выполнен с возможностью соединения с креплением 15, установленном на хомуте 11.

Устройство работает следующим образом.

На трубопроводе 2 по концам от удаляемого участка монтируются хомуты 3 с установленными на них излучателями 9. Хомуты 3 закрепляют на трубопроводе 2 посредством запорных устройств 1.

Перед вырезкой дефектного участка через отверстия в приливах 12 одного из хомутов 3 продевается полный комплект стрингеров 4, на два нижних стрингера последовательно монтируются подвижные упоры 10, а затем указанные стрингеры 4 продеваются в отверстия приливов 12 второго хомута 3.

После жесткой фиксации концов трубопровода 2 с помощью стрингеров 4, производят вырезку дефектного участка трубопровода любым известным способом.

Новую "катушку" готовят к монтажу, для этого с двух концов "катушки" устанавливают хомуты 11, снабженные экранами 8 для приема лучей 14. Хомуты 11 закрепляют на "катушке" 13 посредством запорных устройств 6.

После вырезки известным способом (например, взрывным или механическим) и удаления дефектного участка вместо него между концами трубопровода располагают заранее подготовленную "катушку" 13.

После этого рабочие элементы стягивающих устройств 5 соединяют с креплениями 15 хомута 11 и осуществляют центрирование "катушки" 13 с помощью подвижных упоров 10 и стягивающих устройств 5. Указанная центрация с помощью стягивающих устройств 5 позволяет избавиться от последствий возможной упругой деформации системы, состоящей из хомутов 3 и стрингеров 4, после вырезки и удаления дефектного участка.

Контроль соосности обеспечивается системой излучателей 9 и экранов 8, при которой излучатели 9 создают лучи 14, при попадании лучей 14 от излучателей 9 на зону экранов 8, подается сигнал, сообщающий о соблюдении соосности.

После соблюдения соосности "катушки" с трубопроводом, производится сварка "катушки".

Возможность перемещения хомутов 3 и стрингеров 4 относительно друг друга позволяет использовать устройство для центрирования труб при ремонте участков трубопровода различной длины.

Устройство относится к области технической эксплуатации магистральных трубопроводов и позволяет повысить эффективность выполнения ремонтных работ с заменой дефектного участка трубопровода. Также использование данного устройства повышает безопасность производства работ по монтажу катушки за счет устранения необходимости нахождения персонала под монтируемым участком трубы во время нахождения её в подвешенном состоянии.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ В ГАЗОБАЛЛОННОМ ОБОРУДОВАНИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Патронов Дмитрий Сергеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Слесаренко Вячеслав Владимирович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: газ, газобаллонное оборудование, вихревая труба, подогрев газа, автомобиль, двигатель.

В современном мире довольно часто можно встретить автомобили, работающие на газовом топливе. Данный вид топлива может быть как заводским решением (гибрид с бензиновым двигателем), так и широко распространено явление изменения топлива автомобиля с бензина на газовое топливо, путём установки газобаллонного оборудования. Причинами этому является как экономическая выгода использования голубого топлива, так и его экологичность, а также относительная (по сравнению с бензином) чистота. Газовое топливо на транспорте довольно распространено: есть газовые заправки, на газу работает большинство общественного транспорта.

Многие автолюбители в процессе эксплуатации отмечают, что двигатель на газе работает стабильнее и тише сравнительно с бензином. Такая особенность объясняется тем, что октановое число газа выше и находится на отметке около 110. Именно это позволяет мотору на газу работать мягче и более плавно, а также снизить уровень его шума и вибраций. Если говорить о шумовом загрязнении густонаселенных мегаполисов, тогда налицо еще одно преимущество ГБО, хотя в СНГ этому не уделяется должного внимания, чего никак не скажешь о развитых странах Европы и США.

Современные ГБО просты в эксплуатации. Актуальные решения газового впрыска автоматически переходят на необходимый тип топлива. Система также сообщает водителю данные самодиагностики и анализирует остаток уровня газа в баллоне. Водитель может с легкостью эксплуатировать авто как на газе, так и на бензине. В любой момент доступна функция самостоятельной смены вида топлива посредством переключателя из салона.

Наибольшим минусом ГБО становится высокая начальная стоимость. С этим не поспоришь, так как ГБО 4-го поколения с установкой «под ключ» может обойтись около 500 у.е. Эти средства инвестируются в «перспективу» экономии, подобно банковскому депозиту с его процентами. Так что выгода от ГБО проявится не сразу, а также с учетом многих факторов, в том числе ежегодного пробега авто и расхода топлива.

Газобаллонное оборудование устанавливается на автомобиль как дополнительная опция, вдобавок к родному бензиновому или дизельному двигателю. В систему входят: газовый баллон, система трубопроводов, разнообразные датчики, клапаны и фильтры, редуктор – испаритель и форсунки, через которые газ подаётся к двигателю (рис.1).

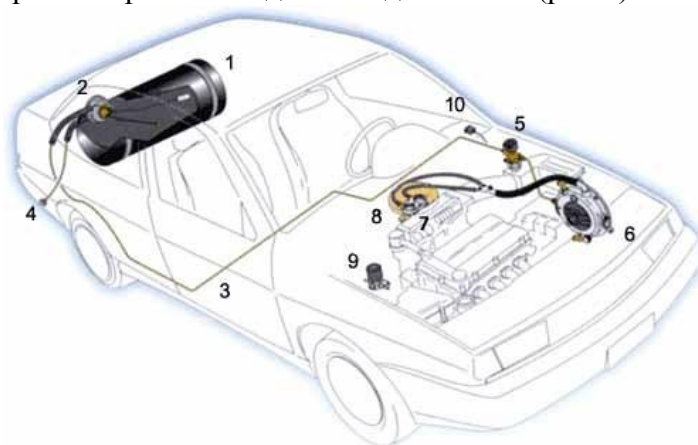


Рис. 1. Устройство газобаллонного оборудования автомобиля:

Нефтегазовое дело

1 — баллон 2 — мультиклапан 3 — газовая магистраль высокого давления 4 — выносное заправочное устройство 5 — газовый клапан 6 — редуктор-испаритель 7 — дозатор 8 — смеситель воздуха и газа 9 — бензиновый клапан 10 — переключатель видов топлива.

Сжиженный углеводородный газ (пропан-бутан) под давлением поступает из баллона в газовую магистраль высокого давления. Расход газа из баллона организуется с помощью мультиклапана, через который также осуществляется заправка с помощью выносного заправочного устройства. По магистрали газ в жидкой фазе попадает в газовый клапан-фильтр, который очищает газ от взвесей и смолистых отложений и перекрывает подачу газа при выключении зажигания или при переходе на бензин.

Далее очищенный газ по трубопроводу поступает в редуктор-испаритель, где давление газа понижается с шестнадцати атмосфер до одной. Интенсивно испаряясь, газ охлаждает редуктор, поэтому последний присоединяется к системе водяного охлаждения двигателя. Циркуляция тосола позволяет избежать обмерзания редуктора и его мембран. Под действием разрежения, создаваемого во впускном коллекторе работающего двигателя, газ из редуктора по шлангу низкого давления через дозатор поступает в смеситель, установленный между воздушным фильтром и дроссельными заслонками карбюратора. Иногда вместо установки смесителя производится непосредственная врезка газовых штуцеров в карбюратор.

Управление режимами работы (на газе или на бензине) осуществляется с помощью переключателя видов топлива, установленного на панели приборов. При выборе позиции "ГАЗ" переключатель открывает электромагнитный газовый клапан и отключает электромагнитный бензиновый клапан. И, наоборот, при переходе с газа на бензин, переключатель закрывает газовый клапан и открывает бензиновый. С помощью светодиодов переключатель позволяет контролировать, какое топливо используется в данный момент. Переключатель может быть оснащен указателем уровня топлива в баллоне (для этого мультиклапан должен быть оснащен сенсором уровня топлива).

Как известно, при повышении температуры газа, он легче загорается и лучше горит. То есть при повышении температуры газа в редукторе, сгорание газа в цилиндрах автомобиля будет происходить с большей эффективностью, тем самым отдавая больше полезной энергии.

Предлагается заменить редуктор-испаритель на двухпоточную вихревую трубу, в которой давление газа будет понижаться, а горячий выход трубы будет подогревать расширившийся газ для лучшего его сгорания в цилиндрах двигателя.

Вихревая труба (рис.2) работает на основе вихревого эффекта Ранка-Хилша. Вихревой эффект (эффект Ранка-Хилша, англ. Ranque-Hilsch Effect) — эффект температурного разделения газа при закручивании в цилиндрической или конической камере при условии, что поток газа в трубке проходит не только прямо, но и обратно. Газ подается в трубу тангенциально под давлением, на периферии образуется закрученный поток с большей температурой, а из центра — в противоположную сторону выходит охлажденный поток.



Рис. 2. Схема двухпоточной вихревой трубы.

Нефтегазовое дело

В вихревой трубе происходит механическое разделение газа на горячую и холодную составляющие. Холодный поток через радиаторы отводится обратно в трубопровод, а горячий поток поступает в цилиндры двигателя. Температура поступающего в цилиндры газа, учитывая потери, будет составлять около 80 градусов Цельсия, тем самым позволяя топливу более эффективно сгорать, высвобождая большее количество полезной энергии.

Таким образом, при использовании данной установки можно добиться более высокого КПД двигателя автомобиля, меньшего расхода топлива. Установка двухпоточной вихревой трубы вместо редуктора-испарителя не вызовет особых сложностей при монтаже установки или при использовании газобаллонного оборудования.

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДАТАХ ПРИРОДНОГО ГАЗА.
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГИДАТООБРАЗОВАНИЯ В ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Пичугов Антон Алексеевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Ем Юрий Михайлович, ассистент

Ключевые слова: гидраты, гидратообразование, клатраты, магистральный газопроводный транспорт.

1 Общие сведения о газовых гидратах

Гидраты природного газа называют «клатратами» или соединениями включения. Под этим подразумевается, что в молекулярную решетку воды захватываются гостевые молекулы газа, образуя тем самым твердые кристаллические вещества, напоминающие внешним видом снег или рыхлый лед.

Кристаллическая решетка льда изменяется под действием внедренных молекул газа, образуя одну из трех типичных кристаллических структур, формирующих общее тело гидрата.

На данный момент известны три вида структур, образующихся при формировании газовых гидратов: I, II и H (sI, sII и sH соответственно). (Рисунок 4.1)

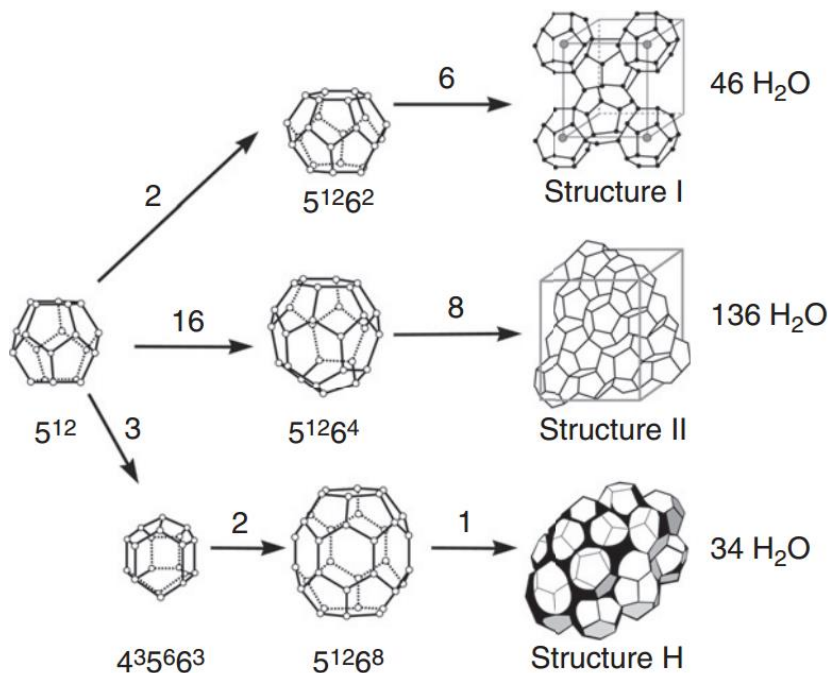


Рис. 4.1. Три кристаллические структуры газовых гидратов и ячейки, образующие их.

Три гидратных структуры состоят из ячеек различных типов, однако все они являются производными от взаимодействия базовых ячеек 5^{12} , которые являются основной составляющей всех гидратных структур. Ячейка 5^{12} состоит из 12 пятиугольных сторон, каждая из которых сформирована молекулами воды. Атомы кислорода расположены в вершинах пятиугольников, атомы водорода же поддерживают структурную целостность ячейки, образуя водородные связи.

Газовые гидраты описываются общей формулой $M-nH_2O$ ($n \sim 5.67$). В данной формуле M-молекула, образующая гидрат при конкретных термодинамических условиях. Способностью образовывать гидраты обладают многие газы, органические жидкости (в основном летучие), а также их двойные и многокомпонентные смеси (Ar, N₂, CH₄, CO₂, C₂H₄, C₂H₆, C₃H₈, изо-C₄H₁₀, H₂S, SO₂, Cl₂, CS₂, и т.д.)

При трубопроводном транспорте газа образуются только структуры I и II. Вероятность образования структуры sI или sII регулируется следующими правилами:

1. Размер гостевой молекулы внутри клетки воды определяет вид структуры.
2. Размеры ячейки контролирует давление и температуру формирования.

3. Поскольку газовые гидраты на 85% состоят из воды и на 15% из газа, межфазные образования газ-вода доминируют в структуре

Внутри ячейки 5^{12} (диаметр 5,1 Å) помещается молекула углеводорода схожего диаметра, например, метан (4,36 Å). Между ячейкой и гостевой молекулой не создаётся химических связей, однако присутствие гостевой молекулы поддерживает ячейку. Без заполнения большинства ячеек, водородные связи коллапсируют и гидратные структуры разрушаются.

Когда ячейка 5^{12} соединяется с подобными себе ячейками через вершины с кислородом, формируется объемно центрированный кубический кристалл, называемый структурой гидрата sI. Встречаются такие структуры в основном в виде естественных природных залежей.

Однако, ячейки 5^{12} сами по себе не могут создавать устойчивые гидратные структуры без создания избыточной нагрузки на водородные связи. Нагрузка на связи снижается за счет включения шестиугольных граней с образованием $5^{12}6^2$ ячеек, состоящих из 12 пятиугольников и 2 дополнительных шестиугольников, распределяющих нагрузку на водородные связи и позволяющие создавать устойчивые обширные гидратные структуры.

Свободный диаметр ячейки $5^{12}6^2$ несколько больше (5,86 Å) и может содержать молекулы этана (5,5 Å), второго по распространенности компонента природного газа. Метан также может поместиться в ячейке $5^{12}6^2$, при условии образования гидрата из чистого метана. Но молекула метана слишком мала, чтобы эффективно поддерживать ячейку $5^{12}6^2$. Таким образом при лабораторных исследованиях образовании гидратов с использованием смесей метана и этана, молекулы этана находятся в $5^{12}6^2$ ячейках, а молекулы метана распределяются в 5^{12} ячейках. Объясняется это тем, что молекулы этана слишком большие для 5^{12} -ячеек.

Две 5^{12} ячейки и шесть $5^{12}6^2$ ячеек, содержащие 46 молекул воды, формируют повторяющуюся в пространстве гидратную структуру, показанную на рисунке 4.1. Гидратная структура sI по объему соответствует кубу со стороной 12 Å.

Если в газовой смеси встречаются молекулы газа с диаметрами больше 5.86Å, вокруг них начинают формироваться ячейки $5^{12}6^4$, состоящие из двенадцати пятиугольных и четырех шестиугольных граней. Свободный диаметр таких клеток равняется 6.66 Å, вследствие чего они способны вмещать в себя молекулы пропана и изобутана.

Сочетание 16 маленьких 5^{12} ячеек с 8 большими $5^{12}6^4$ ячейками образует гидратную структуру sII, показанную на рисунке 4.1. Эта повторяющаяся структура включает 136 молекул воды. Ромбовидная решетка sII находится в кубическом каркасе со стороной 17.1 Å.

Газовые гидраты, формирующие гидратные пробки в трубопроводах главным образом образованы структурами sII типа, именно поэтому они являются объектом исследования, представленного в данной главе.

2 Теоретическая модель образования газовых гидратов в магистральных газопроводах

Возможность образования газовых гидратов в магистральных газопроводах зависит от двух условий:

1. Благоприятные термодинамические условия. Образованию газовых гидратов способствует сочетание низких температур и высоких давлений. (Рисунок 4.2)

2. Достаточное количество воды. При гидратообразовании используется как свободная вода, так и паровоздушная смесь.

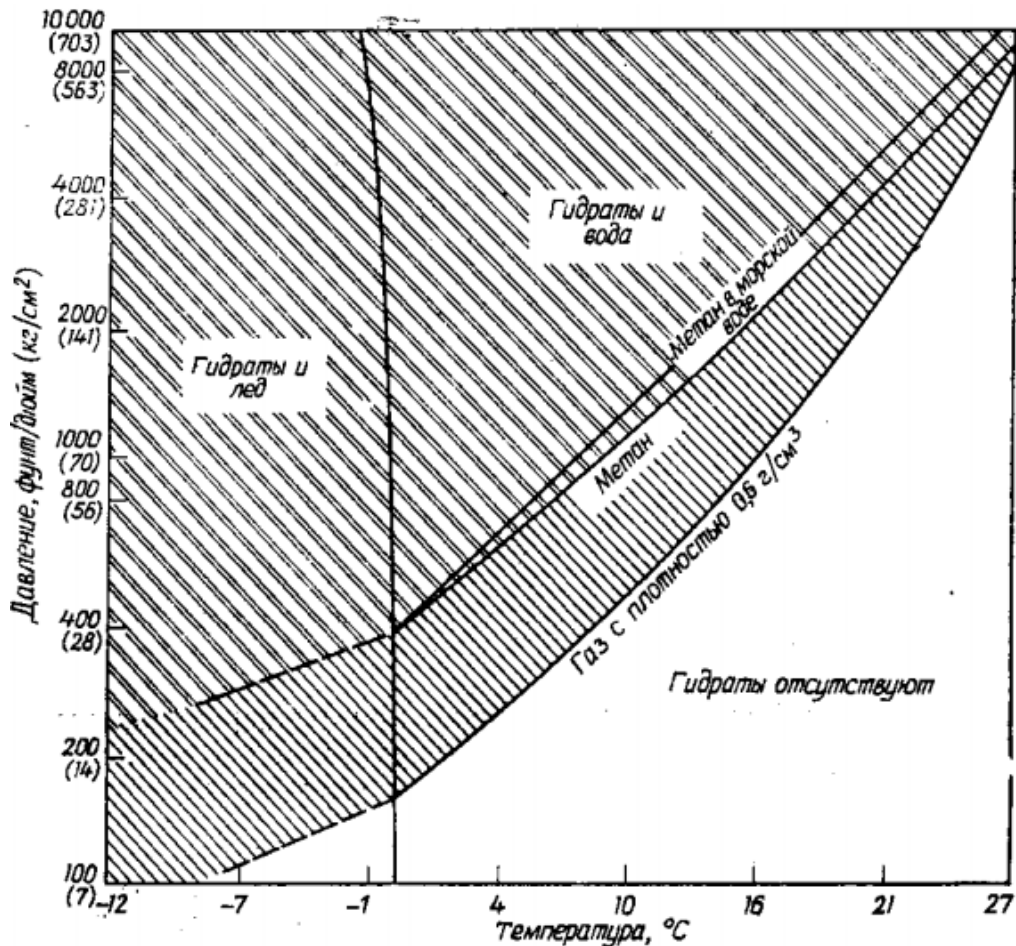


Рис. 4.2. Фазовая диаграмма гидрат метана-газ.

Ученые связывают процесс формирования гидратных пробок с образованием в газовом потоке, при его контакте с водой, небольших гидратных пузырьков, представляющих собой sI или sII. Далее гидратные пузырьки скапливаются на стенках газопровода, формируя первичную часть гидратной пробки. Заключительным этапом является формирование нижней части пробки и последующее доформирование «верхней» её части.

Соответствующие исследования были проведены в университете города Талса (Dellecase and Volk, 2009) и высшем горнотехническом училище города Колорадо. В ходе экспериментов через свободную воду в трубопроводе, при благоприятных для гидратообразования термодинамических условиях, пропускали газовый поток. Пошаговое описание эксперимента (Рисунок 4.3):

- 1) Газовый поток проходит через объем свободной воды.
- 2) При достаточном охлаждении системы в потоке образуются гидратные пузырьки, представляющие собой газ в воде.
- 3) Гидратные пузырьки начинают скапливаться на стенке.
- 4) Падение давления в трубопроводе за пробкой.
- 5) Полное закупоривание трубопровода.

Нефтегазовое дело

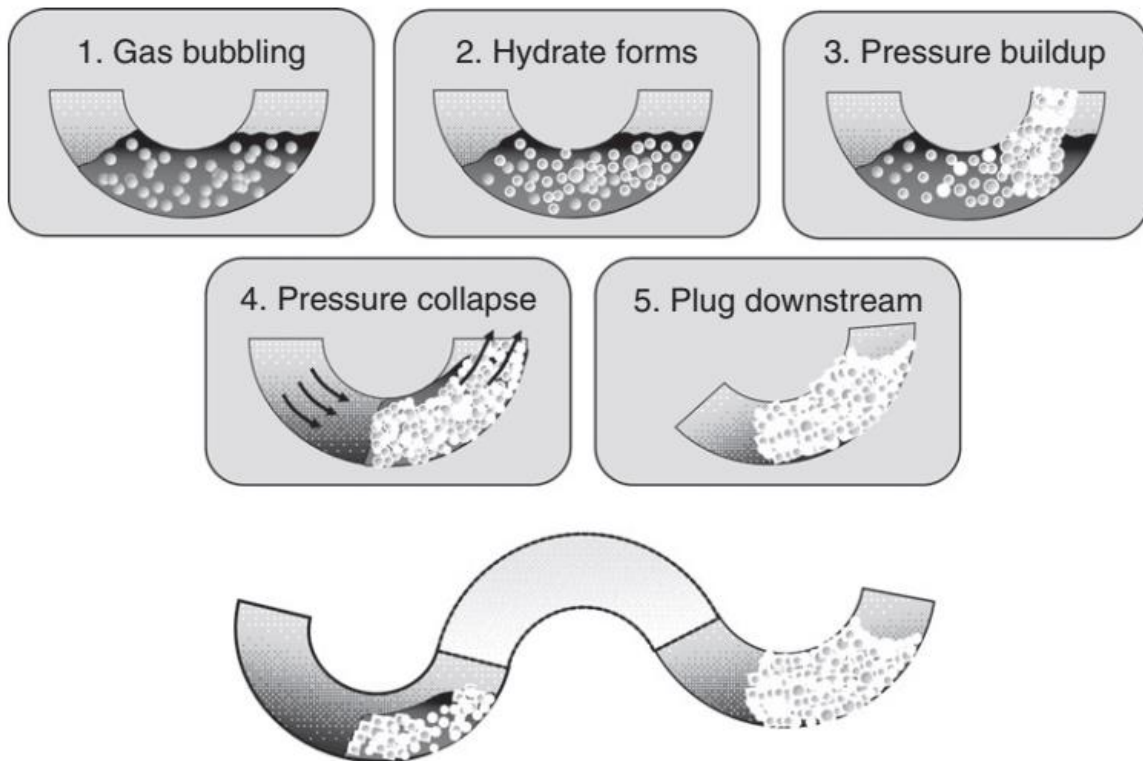


Рис. 4.3. Концептуальное изображение хода эксперимента по образованию гидратов в системах с преобладанием газа.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА УДАЛЕНИЯ ДОННОГО ОСАДКА
СО ДНА РЕЗЕРВУРОВ**

Плотников Михаил Андреевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Куличков Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: нефть, резервуар, донные отложения, гидравлический смеситель.

Развитие нефтегазового комплекса ДВ, сопряжённое с увеличением объёмов перевалки углеводородов сопровождается ростом объёмов резервуарных парков, и соответственно возрастает проблема утилизации продуктов очистки резервуаров. Технологического процесса очистки во многом зависит от надёжности и эффективности технических средств очистки. Одна из проблем, возникающих при эксплуатации резервуара – это отложения на дне и стенках, которые образуются в результате длительного хранения нефтепродуктов. Размер отложений может достигать до 25% объёма резервуара. Образование этих осадков приводит к заметному ухудшению эффективности использования резервуаров. Донные отложения неравномерно распределены по площади резервуара.

Для размыва донных отложений на практике применяют электромеханические мешалки моделей «Диоген» или «Тайфун». Принцип работы электромеханической мешалки заключается в процессе перемешивания жидкости направленной затопленной струей нефти, создаваемой вращающимся пропеллером, при котором тяжелые донные отложения взвешиваются в общей массе нефтепродуктов. Разбиение донных отложений происходит за счет непосредственного перемешивания нефтепродуктов струей, создаваемой пропеллером, а также за счет создания кругового вращения всей массы хранимой жидкости в резервуаре при работе пропеллера в крайних угловых положениях.

Однако такие мешалки имеют ряд недостатков. Так, например, расположение винта мешалки у стенки емкости приводит к значительному уменьшению скорости движения нефти на диаметрально противоположном участке; площадь охвата турбулентной струи ограничивается углом, равным $22 - 25^\circ$. При этом необходимо добиваться мощных вихреобразований, что приводит к дополнительным затратам электроэнергии, требуя устройство силовой электропроводки низкого напряжения и к затратам по усилению нижнего пояса емкости. При работе электромеханической мешалки возникают вибрации стенки емкости, которые могут привести к ее разрушению, загоранию углеводородных газов, с последующим пожаром резервуарного парка.

Взамен электронным мешалкам был разработан струйный гидравлический смеситель (СГС) [3]. Преимуществом смесителя, по сравнению с мешалкой, является экономичность, за счет использования части потенциальной энергии потока в трубопроводе перед резервуаром. За счет эжектора по всему объёму создается гомогенизированная смесь [1].

Смеситель СГС работает следующим образом. Через приемо-раздаточные патрубки нефть или нефтепродукт заполняют емкость на высоту равную L , затем весь поток нефти или нефтепродукта направляют через струйный гидравлический смеситель СГС. Поток закачиваемой нефти или нефтепродукта в смесителе разделяется на три равных потока. Струя, затопленная гидравлическая осесимметричная, которая выходит из центрального и боковых сопел со скоростью 20 м/с, расширяется под углом 22° относительно оси, что позволяет с максимальным эффектом использовать ее скорость и зону действия. Два боковых сопла расположены под углом 40° к оси центрального сопла в горизонтальной плоскости, обеспечивая максимальное перекрытие площади днища резервуара. Центральное сопло также является эжектором. Из центрального сопла струя со скоростью 20 м/с входит в конфузор, в него также подсасывается жидкость из резервуара со скоростью 1 м/с. Смесь жидкостей проходит через камеру смешивания и выходит из нее со скоростью 9 м/с и происходит перемешивание нефти и нефтепродуктов в емкости [2]. Эти три струи, выходя из смесителя, срывают

Нефтегазовое дело

донные отложения, а также препятствуют образованию новых. Откачка нефти и нефтепродуктов происходит через приемно-раздаточные патрубки.

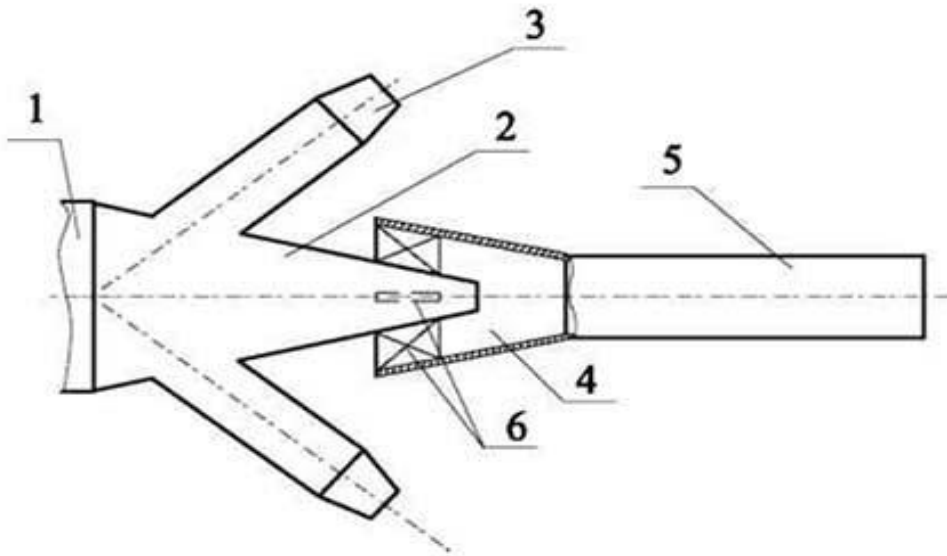


Рис. 1. Струйный гидравлический смеситель:

1 – подводящий патрубок; 2 – центральное сопло; 3 – боковое сопло; 4 – конфузор;
5 – камера смешения; 6 – ребра жесткости.

В качестве аналога смесителя мной будет предложено устройство, создающее широкую плоскую затопленную струю. Его целью будет создание струи нефтепродукта, которая будет обеспечивать образование вихря внутри резервуара. Данное устройство представлено на рисунке 2.

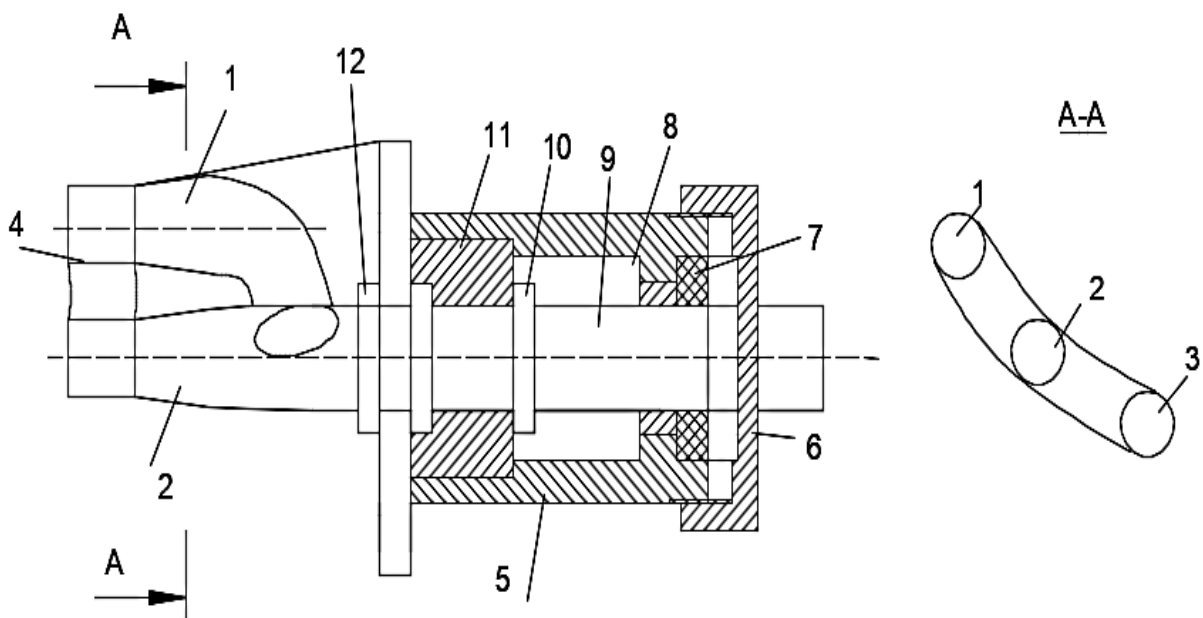


Рис. 2. Устройство для создания тонкой струи:

1, 2, 3 – конфузор; 4 – насадок; 5 – корпус; 6 – регулировочная головка; 7 – уплотнения;
8 – канал; 9 – стержень; 10 – клапан; 11 – гнездо клапана; 12 – зажимная гайка.

Нефтегазовое дело

Практика показала недостаточную эксплуатационную надёжность гидромеханических средств размыва донных осадков типа "Диоген" и "Тайфун". Помимо указанных технических средств применяется также гидравлические насадки, которые, однако требуют дальнейшего повышения гидродинамической эффективности. Требуются дальнейшие исследования по определению оптимального профиля струи, позволяющей при наименьших энергозатратах осуществлять отделение твёрдого осадка от дна резервуара, в том числе в условиях отрицательных температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1.Альтшуль А.Д. и др. Гидравлика и аэродинамика. – М: Издательство «Наука», 2010
- 2.Панин С.П., Ткачев О.А., Осипов А.М. Истечение газов и жидкостей через отверстия и насадки
- 3.Патент РФ // Устройство для размыва донных отложений в резервуаре с нефтью // Патент России №177271. 2018 / Абакумов А.А.

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Суховилова Виктория Александровна

Инженерная школа, кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Гулькова Светлана Геннадьевна, канд. экон. наук, доцент

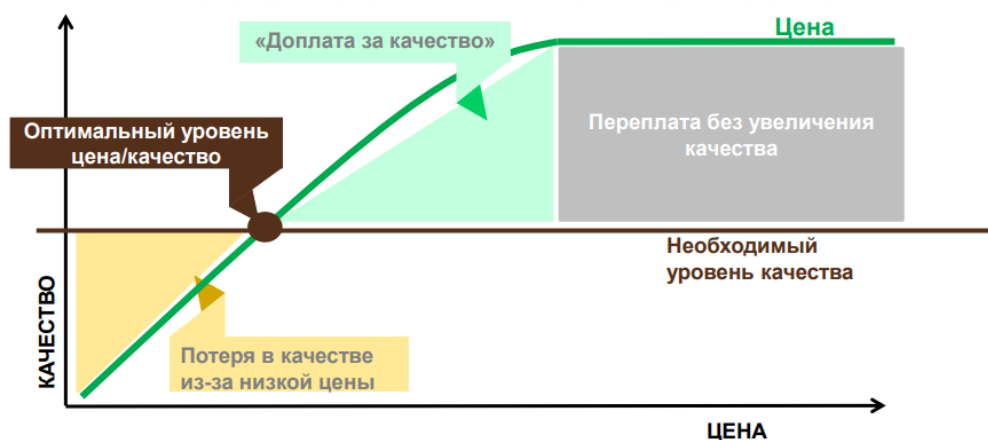
Ключевые слова: экономические показатели, оценка стоимости, сводный сметный расчет, база данных, проектирование, затраты.

В настоящее время масштабы строительства объектов нефтегазового комплекса неустанно растут, в связи с чем существует необходимость минимизировать затраты на оборудование и строительно-монтажные работы, не теряя при этом качество материалов, используемых в процессе строительства, так как основной проблемой, сопровождающей все этапы производства работ, является необоснованно завышенные затраты на строящиеся объекты.

Для отражения полной стоимости всех работ и затрат, предусмотренных проектом, включая сметную стоимость строительно-монтажных работ, затрат на оборудование, а также непредвиденных затрат, составляется сводный сметный расчет стоимости строительства.

Сметный расчёт стоимости строительно-монтажных работ представляет собой нормирование технологии, которое производится в соответствии с ГЭСН-2001 (Государственные элементные сметные нормативы), обновлённые в 2001 году и, соответственно, не учитывающие современные технологии строительства, помноженное на базисные цены, приведённые в соответствии с ФССЦ-2001 (Федеральные и территориальные сборники сметных цен), в которых не существует возможности проверить корректность базовых цен и нет стоимостных показателей стоимости оборудования, и помноженное на индексы пересчета в текущие цены (индексы изменения сметной стоимости по регионам и видам строительства), которые обновляются ежеквартально, но не учитывают специфику нефтегазовой отрасли, т.к. являются общеотраслевыми.

Для того, чтобы достигнуть оптимального уровня соотношения «цена-качество» (рис. 1) компания Ingenix group разработала программный комплекс для оценки капитальных затрат на строительство нефтегазовых объектов и анализа эффективности проектов Ingenix Cost Manager, позволяющее составить сводный сметный расчет методом технико-экономического моделирования, основанном на создании объекта-аналога, структурированного таким образом, чтобы можно было просчитать стоимость каждого отдельного блока строящегося объекта.



Если в оценке стоимости строительства была допущена существенная ошибка, то у заказчика будет превышение бюджета на строительство и срыв сроков, а подрядчик просто не сможет реализовать проект с запланированной доходностью и рискует «вылететь» из бизнеса.

Рис. 1. Определение оптимального уровня соотношения «цена – качество».

Нефтегазовое дело

В данной программе можно выбрать все типы интересующих нас объектов и их технические характеристики, регион, где производится строительство, смоделировать схему обустройства строящегося объекта и с помощью единой базы данных получить сводный сметный расчёт строительства.

Ingenix Cost Manager позволяет проводить концептуальное планирование на начальной стадии проекта, скрининг проектов, основываясь на данных об оборудовании и параметрических моделях, определять укрупненные удельные показатели на уровне узлов и блоков на стадии подтверждения финансирования проекта, поэлементно определять стоимость на стадии рабочих чертежей с целью контроля проекта и стоимость на стадии проверочной оценки.

Работа в Ingenix Cost Manager разбита на следующие этапы:

1. Моделирование и оценка проектов.
2. Подбор существующих модельных проектов (аналогов).
3. Работа с базой данных (поиск, сравнение, хранение) (рис. 2).
4. Определение набора типовых объектов.
5. Редактирование и итоговый расчет объектов.

Данный комплекс работает в двух направлениях. Направление «от деталей к общему» заключается в составлении графика строительства и ввода объектов, расчете профилей капитальных и операционных затрат и в оценке эффективности инвестиции доходным методом. Смежное направление «от общего к деталям» реализуется через редактирование состава технологических блоков (объектов), пересчет по удельным показателям физических объемов и моделирование с использованием стоимостных моделей.

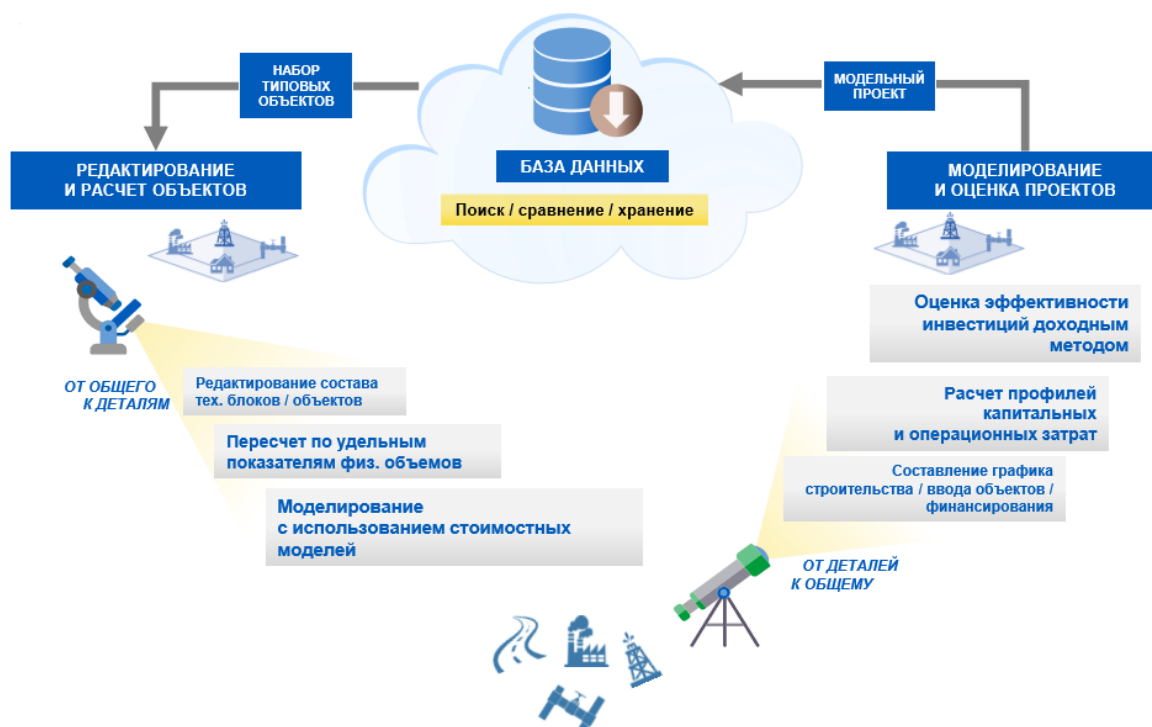


Рис. 2. Принцип работы Ingenix Cost Manager с базой данных.

База данных, с которой работает представленный программный комплекс, имеет 5 рабочих уровней: проект, объект, технологический блок, состав технологического блока, оборудование. На уровне «проект» происходит оценка месторождений нефти и газа. На следующем уровне выполняется сравнение и подбор объектов основного производства (Н: установки подготовки нефти и газа, дожимные насосные станции, компрессорные станции и т.д.). Следующий уровень включает в себя площадки подготовки углеводородов, резервуары, насосные станции и другое оборудование, а также временные, прочие и неподвижные затраты. В рамках уровня «состав технологического блока» определяется детальный состав каждого блока, подобранных на предыдущем уровне. Например, для блока

Нефтегазовое дело

площадка подготовки углеводородов происходит подбор блока сепараторов, КИПиА (контрольно-измерительные приборы и автоматика) и другого оборудования. Последним этапом производят детальный подбор оборудования для каждого из технологических блоков (для блока сепараторов: сепараторы, задвижки и т.п.). Также база данных оборудована многоуровневым фильтром поиска объекта-аналога, вплоть до текстового поиска по марке оборудования или названию технологического блока.

Расчет стоимости объектов можно производить двумя методами: используя готовые объекты-аналоги или стоимостные модели. При пересчете стоимости объектов-аналогов в первую очередь редактируется состав и стоимость технологических блоков, затем происходит пересчет в цены требуемого года и региона строительства объекта. После этого производится пересчет стоимости технологических блоков по удельным показателям (заработная плата, трудозатраты, стоимость эксплуатации машин и материалов). Последним этапом пересчитывают линейные объекты (трубопроводы, автодороги, линии электропередач и кустовые площадки) прибегая к помощи ГИС-модуля (географическая информационная система) на карте.

На стадии моделирования и оценки проекта первым этапом рассчитывается профиль капитальных затрат (график распределения стоимости строительства по годам в % или абсолютных значениях). Исходными данными для построения этого графика являются задание длительности строительства объекта и профиль добычи углеводородов и движения по фонду скважин.

Далее производят расчет профиля эксплуатационных затрат и затрат на ОНСС (оборудование, не входящее в смету стройки), исходными данными для которого являются показатели разработки месторождения, состав и характеристики объектов обустройства месторождения и удельные стоимостные показатели эксплуатации. На основе этих данных рассчитываются физические показатели (численность персонала, профили капитального и текущего ремонта скважины (КРС и ТРС), потребность в горюче-смазочных материалах (ГСМ), промышленной химии, материалах и электроснабжении, потребность в сервисных и ремонтных работах и прочих услугах, а также потребность в ОНСС). На основе полученных показателей рассчитываются следующие эксплуатационные затраты:

- материальные затраты;
- оплата труда;
- затраты на капитальный и текущий ремонт скважины;
- капитальный ремонт основных производственных фондов (ОПФ);
- общепроизводственные и общехозяйственные расходы;
- страхование;
- прочие расходы;
- затраты на ОНСС (машины, механизмы, скважинное оборудование и материалы).

Основываясь на профилях капитальных и эксплуатационных затрат, а также на таких параметрах, как цена на углеводороды, налоговое окружение, ставки амортизационных отчислений и дисконтирования, можно получить финансово-экономическую модель (ФЭМ) и основные показатели экономической эффективности (период окупаемости, индекс доходности, удельные показатели затрат и прочее) (рис. 3).

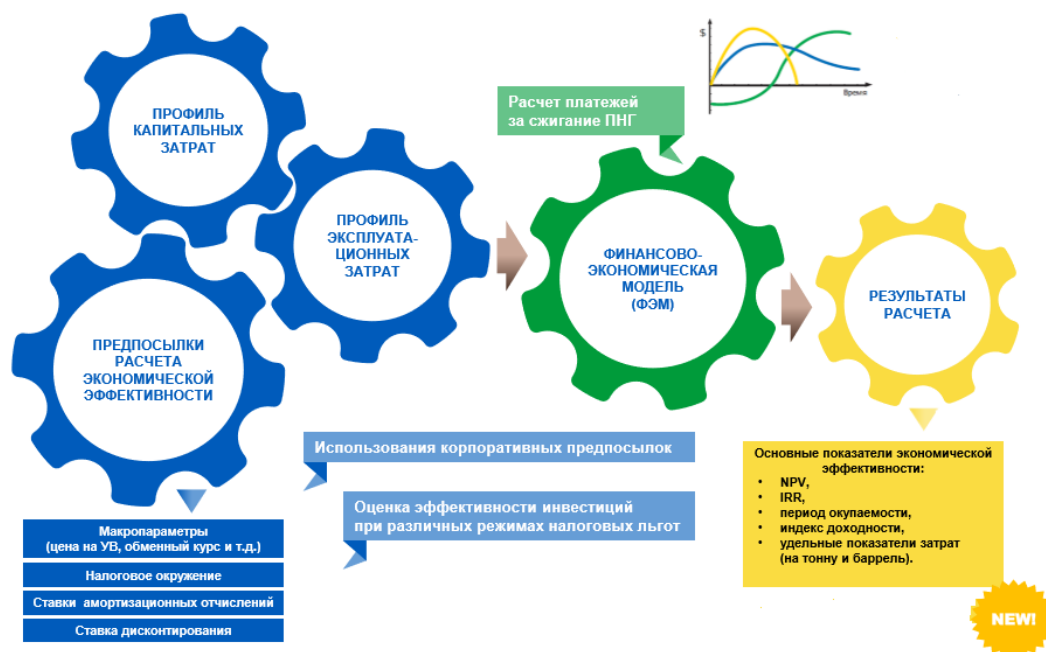


Рис. 3. Оценка эффективности инвестиций.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что Ingenix Cost Manager обладает рядом неоспоримых преимуществ. Среди которых:

- быстрое и качественное решение задач предпроектной технико-экономической оценки (пересчет стоимости типового объекта в цены текущего года, моделирование линейных объектов «с нуля», построение плана-графика проекта с обозначением сроков строительства и ввода объектов в эксплуатацию, построение финансово-экономической модели проекта);
- использование самых современных технических решение (возможность использования на мобильных устройствах, высокая скорость расчетов);
- полностью российская разработка.

В настоящее время Ingenix Cost Manager активно реализует в своих проектах ПАО «Транснефть».

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Терешкевич Антон Георгиевич

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Соломенник Сергей Фёдорович, канд. техн. наук, профессор

Ключевые слова: методы диагностики, тепловизионный контроль, выявление дефектов.

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения тепловизионного контроля в качестве одного из перспективных методов контроля оборудования в нефтегазовой области.

Abstract: The article describes the relevance and prospects of using thermal controlling devices to monitor and control in oil and gas field.

Нефтегазовая отрасль представляет собой обширный комплекс сложных и высокотехнологичных объектов, которые нуждаются в качественных и современных методах диагностики. Для обеспечения безопасности на объектах добычи, переработки, хранения, транспортировки и раздачи нефти, нефтепродуктов и газа, повышения эффективности функционирования предприятий нефтегазовой отрасли необходимо использовать последние достижения науки.

Актуальность и необходимость использования методов и технологий тепловизионной диагностики в нефтегазовой отрасли России обусловлена следующими обстоятельствами:

- развитие технологий в нефтегазовой сфере вынуждает искать современные методы контроля;
- в рамках тенденции к автоматизации и увеличению производительности труда необходимо развивать соответствующие ей направления;
- недостатки существующих методов диагностики необходимо нивелировать другими способами контроля;

Тепловизоры являются универсальным измерительным прибором, используемым для решения диагностических задач в разных сферах деятельности человека. Тепловизоры в режиме реального времени показывают картину температурного распределения объекта, имеющего интерес в целях диагностики. Тепловизионный контроль обеспечивает заблаговременное выявление дефектов, пока они не привели к разрушающим последствиям.[1]

Существует несколько подходов к выявлению дефектов при анализе тепловизионных снимков. К примеру, присутствие дефекта может выявиться путем сравнения распределения температуры диагностируемого объекта на снимке с заранее известной картой температур, в рамках которой обеспечивается стационарный режим работы объекта. Еще один подход – сравнение тепловизионных снимков двух аналогичных единиц оборудования, одна из которых является заведомо исправной (контрольной), а другая – диагностируемой.

В качестве диагностируемого объекта может выступать любое промышленное оборудование, в ходе работы которого можно выявить температурные реакции. Примерами могут являться насосно-компрессорное оборудование, буровые установки, емкости для хранения сырья и продукции, высоковольтные линии электропередачи, газо- и нефтепроводы и др.

При тепловизионном контроле ответственных механизмов электродвигателей оценивается состояние подшипников по температуре нагрева, проходимость вентиляционных каналов и отсутствие витковых замыканий в обмотках – по локальным нагревам на поверхности корпуса электродвигателя.[1]

Для примера применения тепловизора в целях диагностики дефектов была рассмотрена теплоизоляция установки формирования и разложения газогидратной фазы.

Охлажденная жидкость в данной установке, циркулируя по контуру трубопровода, охлаждала его. Теплоизоляция данного агрегата требовала дополнительной проверки. При помощи тепловизора были сделаны снимки всех участков, по которым двигалась охлажденная жидкость. В участках, где теплоизоляция была выполнена качественно и в необходимом объеме, термограмма на изображении тепловизора показывала температуру, не отличающуюся

юся от окружающей. В тех участках, где изоляции было не достаточно, была заметна явная температурная аномалия, выражающаяся пониженным температурным фоном участка на дисплее тепловизора.

Не беря в расчет последующие вычисления площадей поверхности теплопотерь и нарушений в работе установки, можно заметить, что тепловые снимки способны в кратчайшие сроки предоставить информацию о текущем состоянии объекта, что в свою очередь сокращает время и издержки на диагностику.

Помимо этого, тепловизор был использован на одной из подстанций электроэнергетики на кампусе ДВФУ. В ходе осмотра были проверены узлы, подверженные нагреву (контакты, реле, переключатели, датчики). В ходе осмотра был обнаружен элемент, явно отличающийся по температурному фону от других. Такое несоответствие температурных фонов может свидетельствовать о возможном нарушении в работе этого элемента.

Рассмотренные примеры использования тепловизионного контроля и анализа полученных термограмм позволяют рекомендовать тепловизионный метод в качестве одного из (вместе с визуально-измерительным) методов контроля в процессе технического диагностирования оборудования.

Простота процесса обследования, его оперативность, удобная форма представления результатов, возможность использования без специальной остановки оборудования — далеко не полный перечень преимуществ указанного метода для решения задач диагностики и экспертизы промышленной безопасности.

Применение современных инновационных методов контроля технического состояния оборудования позволяет быстро реагировать на постоянное ужесточение норм и требований в области промышленной безопасности и энерго- и ресурсосбережения.

Использование тепловизора также эффективно при проверке уровня жидкости в резервуарах. Тепловизоры применяются для контроля состояния резервуарного парка, для контроля температуры печных труб, поиска энергопотерь и обнаружения утечек из газопроводов и нефтепроводов. [2]

Для нефтегазового сектора характерно наличие неформального потока информации о текущем состоянии оборудования на основе визуального осмотра согласно регламенту. Тепловизионное обследование даст возможность дополнительно подтверждать качество и достоверность полученных данных [3]

Тепловизионное обследование теплотехнического оборудования выявляет следующие виды дефектов:

- дефекты теплоизоляции между футеровкой и стволом трубы;
- трассировка теплотрасс, уточнение мест и размеров компенсаторов;
- дефекты теплоизоляции в подземных трубопроводах (разрушение, намокание);
- дефекты ствола труб (трещины, негерметичные швы бетонирования, участки пористого бетона);
- дефекты футеровки труб (трещины, выпадение кирпичей, незаделанные монтажные проемы);
- дефекты теплоизоляции печей, трубопроводов и т.д.
- выявление мест порыва трубопровод.

Преимущества тепловизионного обследования:

- наглядность. Для понимания термограмм не требуется никакой специальной подготовки.
- оперативность. Вся информация прибор отображает в реальном времени.
- точность. У любого скрытого дефекта существует тепловое проявление, которое будет выявлено.
- достоверность данных. Прибор показывает только то, что видит. Он не способен что-либо скрыть или добавить к увиденному.
- безопасность при проведении обследования.

Нефтегазовое дело

- предотвращение аварий и повреждений оборудования.
- большой объём выполняемых работ за единицу времени.
- быстрая окупаемость. Экономический эффект теплового обследования многократно превышает затраты на ее проведение.
- бесконтактность и дистанционность процесса контроля. Регистрирующая аппаратура расположена на расстоянии нескольких метров от объекта.
- мобильность аппаратуры. Приборы имеют малые габариты и вес, что упрощает процесс проведения обследования.
- независимость от размеров объекта. Возможность обзора одним и тем же прибором малых (размером до нескольких сантиметров) и очень больших (размером до сотен метров) объектов.
- неразрушающий метод обследования. Для выполнения тепловизионной съемки не требуется демонтировать элементы конструкций или отделки.

Недостатки тепловизионного контроля как метода НК связаны в основном с условиями окружающей среды.[4]

Выводы

Применение тепловизионного контроля для диагностики объектов нефтегазового комплекса играет важную роль. Знание температурной картины распределения и знания о том, как по этим данным распознать дефектные участки могут активно применяться для эффективного мониторинга и своевременного диагностирования возможных поломок и сбоев.

Основным преимуществом данного метода, по сравнению с другими, является то, что он достаточно прост в освоении и не требует непосредственно вмешательства в работу оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пирогов И. С., Ширинских Н. Ю. Тепловизионное обследование электрического оборудования вентиляционных установок в нефтегазовом комплексе. – Ханты-Мансийск: ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», 2015.
2. Российское отделение TESTO-000, Тепловизионный контроль в нефтегазовом секторе с TESTO 875, 2016. – 5с.
3. Кузьменко Н. В., Куликов В. В., применение инфракрасной термографии для контроля качества процессов перемещения жидкостей и газов. ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», 2016. – 3с.
4. Антонов А.А. Методические указания к лабораторной работе. Москва, 2016. – 7с.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГАЗИФИКАЦИИ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

Шулунова Христина Александровна

Инженерная школа; кафедра нефтегазового дела и нефтехимии

Научный руководитель: Соломенник Сергей Федорович, канд. техн. наук, профессор

Ключевые слова: Республика Саха (Якутия), Арктические зоны, газификация, возобновляемые источники энергии, удаленные районы.

Аннотация: в статье описано современное состояние газификации удаленных районов Республики Саха (Якутия). Приведены альтернативные способы энергообеспечения вышеописанных территорий.

Республика Саха (Якутия) является одним из самых крупных субъектов Российской Федерации, большая часть которого расположена в зоне вечной мерзлоты, а население по данным на 2018 год составляет порядка 964 тыс. человек [11]. С точки зрения транспортной сети регион недостаточно развит в связи с природно-климатическими условиями. Поэтому энергообеспечение большей части населенных пунктов производится за счет местного или привозного топлива, чаще всего за счет последнего.

Удаленные районы республики представлены 13 муниципальными образованиями, расположенными севернее Полярного круга. К Арктической зоне Якутии относятся следующие улусы (районы): Абыйский, Аллаиховский, Анабарский, Булунский, Верхнеколымский, Верхоянский, Жиганский, Момский, Нижнеколымский, Оленекский, Среднеколымский, Усть-Янский, Эвено-Бытантайский [10]. Данные территории имеют природно-климатические условия характерные для арктического и субарктического поясов и относятся к абсолютно и экстремально дискомфортным зонам для проживания человека.

Кроме этого, все 13 улусов обладают следующими особенностями: низкая плотность населения; удаленность от основных промышленных центров, транспортных и энергетических сетей, высокая ресурсоёмкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из центральных регионов России в рамках Северного завоза, сезонность которого является недостатком.

В настоящее время в Республике с 2002 года реализуются государственные программы газификации. Основной целью данных программ является создание условий для устойчивого развития роста экономики сельских и промышленных улусов республики, обеспечивающих повышение уровня жизни населения, улучшение экологической обстановки, повышение и надежности функционирования газотранспортной системы и энергоснабжения населенных пунктов республики.

В соответствии с Программой на период с 2002 по 2017 годы в Якутии построено более 2837 км газопроводов, газифицировано 38 274 жилых дома, переведено на газовое топливо 167 котельных, газифицировано 87 объектов сельского хозяйства.

С 2012 года на территории региона действовала государственная программа Республики Саха (Якутия) «Газификация населенных пунктов и обеспечение надежности газового хозяйства Республики Саха (Якутия) на 2012 - 2019 годы», всего за 2012-2017 год выполнена газификация 12 населенных пунктов республики, построено 547,35 км газовых сетей, переведено на газовое топливо 10 котельных, газифицировано свыше 12 тыс. жилых домов [1].

На сегодняшний день в Якутии эксплуатируется порядка 7,4 тыс. км газопроводов, из них магистральных газопроводов 3,2 тыс. км, внутрипоселковых и межпоселковых 4,2 тыс. км, природный газ поставляется в 98 населенных пункта в 10 районах республики.

С 01 января 2018 года реализуется подпрограмма № 6 «Газификация населенных пунктов и обеспечение надежности газового хозяйства» государственной программы «Обеспечение качественным жильем и повышение качества жилищно-коммунальных услуг на 2018 - 2022 годы». Планами подпрограммы с 2018 года по 2022 год планируется газификация 10

Нефтегазовое дело

населенных пунктов республики, строительство газовых сетей протяженностью 119,7 км, реконструкция, модернизация и строительство 74,4 км газопроводов, газификация 5 580 жилых домов [9].

Однако следует отметить, что для некоторых районов с невысокой численностью населения является нецелесообразным строительство разветвленных газовых сетей вследствие больших экономических затрат. Поэтому одним из способов решения проблем энергоснабжения удаленных районов может стать создание энерго- и ресурсосберегающей базы, состоящей из:

1) нетрадиционных, возобновляемых источников энергии, включая объекты солнечной генерации и ветряные установки. Технология их эффективного использования предусматривает создание многофункциональной структуры из совокупности взаимодополняющих источников: солнечная электростанция; ветроустановки; ДЭС (дизельные электростанции); котельные;

2) ДЭС-технологии когенерации, предусматривающей одновременное производство электрической и тепловой энергии;

3) сезонных микро- и мини-ГЭС для замещения дизельных электростанций в летнее время;

4) ТЭЦ малой мощности, работающие на местных углях;

5) новых экономичные ДЭС в районах, где невозможно сокращение зоны децентрализованного электроснабжения за счет строительства ЛЭП к населенным пунктам с автономными источниками электроснабжения, а также ТЭЦ малой мощности и тепловые станции, работающие на местных углях [4].

Так примером использования нетрадиционных источников энергии может являться автоматический солнечный трекер мощностью 10 кВт в поселке Ючюгей в Оймяконском улусе. Следует отметить, что на территории северных улусов располагаются несколько месторождений угля (Краснореченское, Эликчанское, Тюгях-Юряхское), а также месторождения нефти и газа (Южно-Тигянское месторождение в Анабарском улусе, Момо-Зырянская нефтегазоносная область), ресурсы которых могут использоваться для целей создания местной топливной базы.

Таким образом, основными недостатками энергоснабжения удаленных территорий являются дальность и сезонность завоза топлива, необходимость организации средств и мер его хранения, низкий уровень развития транспортной инфраструктуры, что приводит к высоким экономическим затратам. В регионе успешно проводятся государственные программы газификации, направленные на улучшение качества жизни населения. Однако наряду с газификацией Северных территорий Республики Саха (Якутия) для энергообеспечения могут использоваться местные источники энергии, которыми в достаточной мере обладает данная местность (угли и углеводороды мелких локальных месторождений, расположенных в арктических улусах), в том числе возобновляемые, а также развитие когенерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Отчет по исполнению Государственной программы Республики Саха (Якутия) «Газификация населенных пунктов и обеспечение надежности газового хозяйства Республики Саха (Якутия) на 2012-2019 годы» за 2017 год.

2. Указ Главы Республики Саха (Якутия) от 29.12.2017 г. № 2340 Государственная программа Республики Саха (Якутия) "Газификация населенных пунктов и обеспечение надежности газового хозяйства Республики Саха (Якутия) на 2012-2019 годы"

3. Егорова Т.П. Проблемы транспортного обеспечения Арктической зоны Якутии / Т.П. Егорова, К.И. Алексеева, Н.Н. Константинов // Экономические проблемы регионов и отраслевых комплексов. - № 4 (52). – 2014. – с. 301-304.

4. Ефремов Э.И. Инновационные аспекты развития электроэнергетической системы Арктической зоны Якутии / Э.И. Ефремов // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. - № 34. – с. 2-11.

Нефтегазовое дело

5. Слепцов А.Н. Региональные аспекты развития Российской Арктики на примере Республики Саха (Якутия) / А.Н. Слепцов // Арктика и Север. – 2015. – № 19. – с. 115-133.
6. Соромотин А.М. Нефтегазовые ресурсы Республики Саха (Якутия): состояние, перспективы использования / А.М. Соромотин // Вестник СВФУ. – 2014. – т.11. - № 6. – с. 129-136.
7. Тарасов М.Е. Проблемные вопросы пространственного развития северных и арктических районов Якутии / М.Е. Тарасов, В.П. Григорьев, О.М. Тарасова-Сивцева // Проблемы развития территории. – 2014. -№ 3 (71). – с. 55-65.
8. Чухарева Н.В. Социально-экономические факторы развития газотранспортной системы Республики Саха (Якутия) / Н.В.Чухарева, И.В. Шарф, Т.В.Тихонова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2013. - № 6. – с. 416-431.
9. Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minprom.sakha.gov.ru/gazifikatsija> (дата обращения 26.11.2018)
10. Справочник "Административно-территориальное устройство Республики Саха (Якутия)" URL: <https://www.sakha.gov.ru/o-respublike-saha--kutiya-/atu/spravochnik-administrativno-territorialnoe-ustrojstvo-respubliki-saha-jakutiija> (дата обращения 26.11.2018)
11. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/ (дата обращения 26.11.2018)

Раздел 4. Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНЫХ АКТОВ НА МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ ДРЕВЕСИНЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Алемасова Екатерина Юрьевна, Поцулин Антон Дмитриевич,
Слонова Дарья Витальевна*

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: древесина, методы измерения характеристик продукции, сертификация.

Процесс торговли между лесными секторами Дальнего Востока России и Китая, существует много лет, с подписанием Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики «О сотрудничестве в области оценки соответствия импортируемой и экспортируемой продукции» обмен товарами между Россией и Китаем увеличился. Необходимостью является переход к следующему шагу сотрудничества, а именно к интеграции – созданию гармонизированных стандартов участников процессов экспорта и импорта, которые будут включать в себя интегрированные показатели, предъявляемые к качеству продукции и сырья.

В рамках данной статьи авторами был проведён анализ национальных стандартов Российской Федерации и Китайской Народной Республики на методы оценки (измерений, испытаний и контроля) древесины, с целью определения их сопоставимости.

Согласно законодательству Российской Федерации, сертификация древесины по системе ГОСТ Р не является обязательной процедурой. Исключением являются древесные стружечные плиты (ДСП) – на них необходимо оформить декларацию соответствия. Сертификат на древесину является доказательством соответствия общепринятым нормам и стандартам и обязателен в том случае, если компания планирует участвовать в тендере или экспортировать продукт за пределы страны. Если поставщик заинтересован в подтверждении качества и безопасности сырья, то наличие сертификата располагает покупателя, снимает ответственность при случайном выявлении отклонений от общих требований и повышает уровень производителя на рынке.

В таблице 1 приведён анализ национальных стандартов Российской Федерации на методы оценки (измерений, испытаний и контроля) древесины.

Таблица 1. Анализа национальных стандартов Российской Федерации на методы оценки (измерений, испытаний и контроля), древесины, необходимых для подтверждения соответствия

Наименование стандарта	Наименование метода	Характеристика
1	2	3
ГОСТ 11603-73 Древесина. Метод определения остаточных напряжений	Метод определения остаточных напряжений	включает измерение упругих деформаций, определение послойного модуля упругости, вычисление напряжений и построение их эпюры
ГОСТ 16483.16-81 Древесина. Метод определения ударной твердости	Метод определения ударной твердости	распространяется на древесину и устанавливает метод определения ударной твердости.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Продолжение таблицы 1

1	2	3
ГОСТ 16483.19-72 Древесина. Метод определения влагопоглощения	Метод определения влагопоглощения	распространяется на древесину и описывает метод определения влагопоглощения при выдерживании образцов в среде над насыщенным раствором соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).
ГОСТ 16483.37-88 Древесина. Метод определения усушки	Метод определения усушки	распространяется на древесину и устанавливает метод определения показателей линейной и объемной усушки.
ГОСТ 15612-2013 Изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения параметров шероховатости поверхности	Метод определения высотного параметра; метод оценки кинематической волнистости; метод контроля по образцам шероховатости	распространяется на древесину и продукцию из древесины, не имеющих защитно-декоративных покрытий, и устанавливает методы определения параметров шероховатости поверхности и их контроля.
ГОСТ 15867-79 Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов	Метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов	распространяется на детали и изделия из древесины и устанавливает метод определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв облицовочных материалов.
ГОСТ 16483.12-72 Древесина. Метод определения предела прочности при скалывании поперек волокон	Метод определения предела прочности при скалывании поперек волокон	распространяется на древесину и устанавливает метод определения предела ее прочности при скалывании поперек волокон в тангентальном и радиальном направлениях.
ГОСТ 16483.14-72 Древесина. Методы испытаний на разбухание	Методы испытаний на разбухание	распространяется на древесину и устанавливает методы определения давления набухания при стесненном разбухании и линейного разбухания в радиальном и тангентальном направлениях.
ГОСТ 16483.23-73 Древесина. Метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон	Метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон	распространяется на древесину и устанавливает метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон.
ГОСТ 16483.1-84 Древесина. Метод определения плотности	Метод определения плотности	распространяется на древесину и устанавливает метод определения показателей плотности.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

ГОСТ 16483.3-84 Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе	Метод определения предела прочности при статическом изгибе	распространяется на древесину и устанавливает метод определения предела прочности при статическом изгибе.
ГОСТ 16483.22-81 Древесина. Метод определения сопротивления раскалыванию	Метод определения сопротивления раскалыванию	распространяется на древесину и устанавливает метод определения сопротивления раскалыванию по плоскостям радиального и тангентального разрезов.
ГОСТ 16483.32-77 Древесина. Метод определения предела гигроскопичности	Метод определения предела гигроскопичности	распространяется на древесину и устанавливает метод определения предела гигроскопичности.
ГОСТ 16483.34-77 Древесина. Метод определения газопроницаемости	Метод определения газопроницаемости	распространяется на древесину и устанавливает метод определения ее газопроницаемости вдоль и поперек волокон в радиальном и тангентальном направлениях.
ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности	Метод определения влажности древесины для приведения показателей испытаний к показателям при стандартной влажности	распространяется на древесину и устанавливает два метода определения абсолютной влажности:
ГОСТ 18407-73 Древесина. Метод определения электрической прочности при переменном напряжении	Метод определения электрической прочности при переменном напряжении	распространяется на древесину и устанавливает метод определения электрической прочности при переменном напряжении.
ГОСТ 18610-82 Древесина. Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию	Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию	распространяется на древесину и фанеру толщиной 3 мм и устанавливает полигонный метод определения их биостойкости.

В таблице 1 представлен анализ российских национальных стандартов, которые содержат в себе требования к методам измерений, испытаний и контроля древесины.

В Китае существует система обязательной и добровольной сертификации. Древесина и продукция из неё подлежат добровольной сертификации, т.к. не входит в перечень товаров подлежащих обязательной сертификации «ССС» [7]. Добровольную сертификацию курирует Китайский центр по сертификации и качеству (China Quality Certification Centre) [8]. В данной системе продукция проверяется на соответствие требованиям к качеству, безопасности, окружающей среды и рабочим характеристикам по желанию производителя. Знак добровольной сертификации – CQC. В КНР для проведения сертификации древесины и пиломатериалов функционирует «Центр наблюдения и испытания качества древесины и изделий из древесины Китая» (China wood and Wood Products Quality Supervision and Testing Center), расположенный в Пекине. Центр проводит испытания по различным категориям, включающих более чем 90 типов древесины и продуктов её переработки.

Испытания древесины проводятся на основании методик, описанных в национальных стандартах Китайской Народной Республики. Анализ национальных стандартов, в части тре-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

бований к проведению испытаний древесины и пиломатериалов для подтверждения соответствия представлен в таблице 2.

Таблица 2. Анализ национальных стандартов КНР, в части испытаний древесины и пиломатериалов

Наименование нормативно-технического документа	Контролируемый показатель
1	2
GB/T 1936.1-2009 «Метод испытания на прочность древесины на изгиб» (китайский: GB/T 1936.1-2009 木材抗弯强度试验方法 下载)	Прочность
GB/T 1938-2009 «Метод испытания на прочность древесины при растяжении» (китайский: GB/T 1938-2009 木材顺纹抗拉强度试验方法)	
GB/T 1941-2009 «Метод испытания древесины на твёрдость» (китайский: GB/T 1941-2009 木材硬度试验方法 下载)	Твёрдость
GB/T 1940-2009 «Метод испытания древесины на ударную вязкость» (китайский: GB/T 1940-2009 木材冲击韧性试验方法)	
SN/T 3923-2014 «Определение содержания кадмия, свинца и ртути деревянной продукции импорта и экспорта. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии» (китайский: SN/T 进出口木制品中镉、铅、汞的测定 原子吸收光谱法)	Токсичные элементы
SN/T 1796-2006 «Определение мышьяка, хрома, меди в древесине и продуктах из неё для импорта и экспорта. Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой» (китайский: 进出口木材及木制品中砷、铬、铜的测定.电感耦合等离子体原子发射光谱法)	
SN/T 3616-2013 «Определение летучих органических соединений в древесных материалах. Метод Headspace-GC-MS» (китайский: SN/T 3616-2013 木质材料中有机挥发物的检测方法顶空-气相色谱-质谱法, 国家质量监督检验检疫)	Летучие органические соединения
SN/T 3376-2012 «Определение хлорорганических пестицидов в древесине и продуктах из неё. Метод газовой хроматографии» (китайский: SN/T 3376-2012 木材及木制品中有机氯杀虫剂的测定 气相色谱法)	Хлорорганические пестициды
SN/T 1877.8-2011 «Определение полициклических ароматических углеводородов в древесине и древесных продуктах. Метод газовой хроматографии-масс-спектрометрии» (китайский: SNT 1877.8-2011 木材及木制品中多环芳烃的测定 气相色谱-质谱法)	Полициклические углеводороды

Проведя сравнительный анализ национальных стандартов Российской Федерации и Китайской Народной Республики можно сделать вывод о том, что стандарты не имеют полное совпадение по методам измерений, испытаний и контроля древесины.

В октябре 2018 года на выставке «Лесдревмаш-2018» представители России и Китая заключили соглашение о создании единой системы добровольной лесной сертификации. Создание совместной единой пан-азиатской добровольной системы лесной сертификации, упростит процедуру подтверждения соответствия лесной продукции и существенно сократит расходы на её проведение. Предполагается, что данная система может составить конкуренцию таким международными системам сертификации как PEFC и FSC, которые проводят сертификацию древесины и продуктов её переработки на основании ряда международных

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

стандартов, регламентирующих методы проведения. При этом, создание данной системы сертификации позволит обеспечить единство и сопоставимость методик проведения испытаний в России и в Китае и гармонизацию как с европейскими, так и с международными системами подтверждения соответствия лесной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Документы раздела 79.040 Древесина, пиловочные бревна, пиломатериалы [Электронный ресурс] - NORMACS система нормативов. – Режим доступа URL: <http://www.normacs.ru/Doclist/folder/790400005.html>
2. Методики измерений лесоматериалов [Электронный ресурс] - Федеральная Таможенная служба России: Информационная система. – Режим доступа URL: http://ved.customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1703&Itemid=1975
3. Бажанов П. Обязательная сертификация продукции в КНР [Электронный ресурс] – Павел Бажанов / статья на сайте “CNLegal”. - Режим доступа URL: https://cnlegal.ru/china_economic_law/china_compulsory_certification/
4. Сертификация древесины [Электронный ресурс] – Информационный портал о сертификации «ИнфоГОСТ». - Режим доступа URL: <http://infogost.com/sertifikat-na-drevesinu.html>
5. Центр наблюдения и испытания качества древесины и изделий из древесины Китая [Электронный ресурс] - официальный сайт – Режим доступа URL: <http://www.cwpt.com.cn/>
6. China National Standards [Электронный ресурс] - China Standards Search System “GB”. – Режим доступа URL: http://gbstandards.org/China_CIQ_Standards/Standards_search.asp
7. China Compulsory Certification [Электронный ресурс] – Информационный портал о обязательной сертификации в Китае. - Режим доступа URL: <http://www.ccc-mark.com/lists-of-products-subject-to-ccc-mark.html>
8. EA European Authorized Representative [Электронный ресурс] - Режим доступа URL: <http://www.cqccms.com.cn/cqc/reg.LoginCtl.regLogin.do>

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СКЛАДАХ СО СТЕЛЛАЖНОЙ СИСТЕМОЙ ХРАНЕНИЯ

Андросик Екатерина Константиновна, Ремез Александр Олегович

Инженерная школа; кафедра безопасности жизнедеятельности в техносфере

Научный руководитель: Агошков Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: пожары, склады, стеллажи, системы пожаротушения, роботизированное устройство пожаротушения.

Обеспечение максимальной безопасности на производстве всегда являлось приоритетной задачей для компаний независимо от сферы их деятельности. Несмотря на высокий уровень развития технологий и науки, в наше время все еще остаются нерешенными многие проблемы безопасности, в том числе связанные с пожарами. Одной из таких проблем является обеспечение пожарной безопасности на складах со стеллажной системой хранения. Для таких складов было решено разработать роботизированное устройство, которое по эффективности тушения превосходило бы применяющиеся автоматические системы пожаротушения и имело бы меньшую стоимость благодаря своей простоте.

Данное устройство (см. рис. 1) состоит из следующих составных частей: корпус (1), железный рельс (2), ходовая каретка (3), каркас манипулятора (4), гидроцилиндры (5), шланг (6), крепеж (7), форсунки (8).

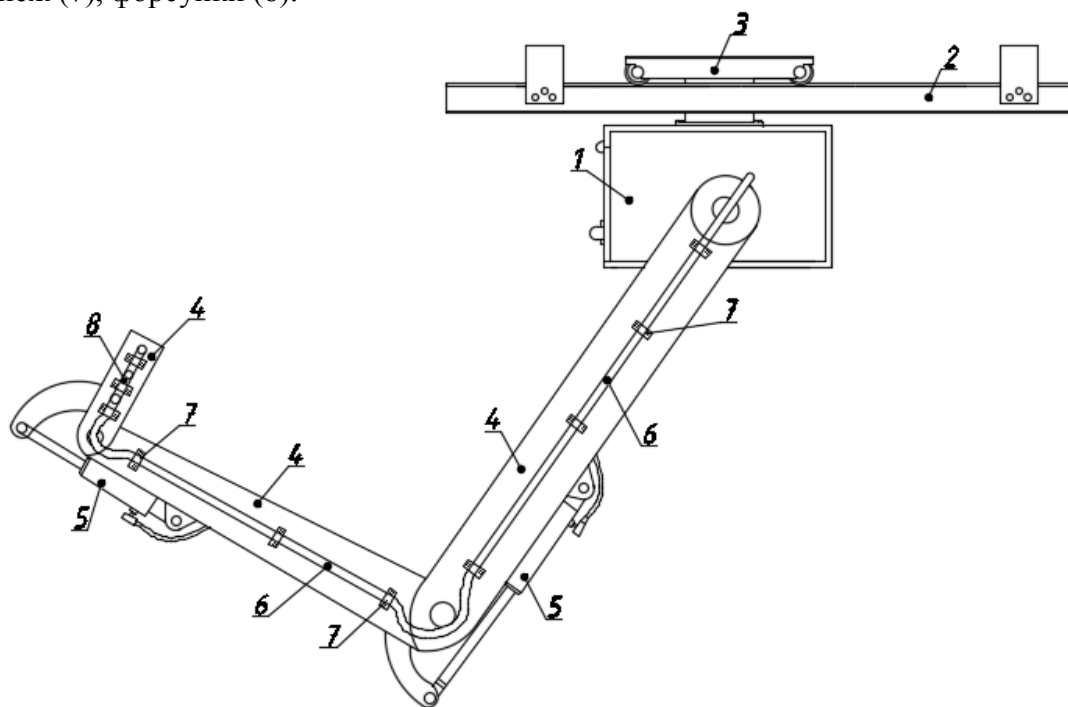


Рис. 1. Эскиз роботизированного устройства: 1 – корпус устройства; 2 – железный рельс; 3 – ходовая каретка; 4 – каркас манипулятора; 5 – гидроцилиндры; 6 – шланг; 7 – крепеж; 8 – форсунки.

Корпус. Корпус необходим для размещения в нем блока управления, двигателя, а также баллонов с огнетушащим веществом. Так же к корпусу осуществляется присоединение двух манипуляторов. Предполагается разместить элементы максимально компактно в несколько ярусов, что обеспечит малые габариты корпуса [1]. Корпус устройства представляет собой металлический каркас, обнесенный металлическими листами с несколькими дверцами. Использование металла обусловлено необходимостью обеспечения высокой огнестойкости конструкции.

Манипулятор. Эскиз данного механизма изображен на рисунке 1. Необходимость его применения обусловлена главной идеей проекта – повышения эффективности тушения

стеллажей за счет подачи огнетушащих средств с боковых сторон на горящий стеллаж. На каркас механизма крепится шланг от системы пожаротушения. В целях обеспечения огнестойкости конструкции манипулятор изготавливается из металла. Манипуляторы движутся синхронно [2].

Система пожаротушения. Она состоит из баллона с огнетушащим веществом, датчика давления в баллоне, устройства автоматического открывания баллона, шланга и системы форсунок. Баллоны закреплены и разделяются перегородкой. Огнетушащее вещество подается по резиновому эластичному шлангу, который прикреплен к манипулятору, в форсунки для дальнейшего его в распыления [3]. Эластичность шланга необходима, чтобы избежать риска прорыва вследствие износа из-за перегибов.

В зависимости от того, какие материалы хранятся в складе, в котором монтируется данное роботизированное устройство, можно использовать разные виды огнетушащих веществ. Виды баллонов с веществом будут совпадать с видами огнетушителей: пенные, порошковые, углекислотные.

Выбор баллонов осуществляется в соответствии с их спецификацией [4].

Система передвижения. Разрабатываемое роботизированное устройство планируется размещать над стеллажами, т.е. использовать свободное пространство между стеллажом и потолочным перекрытием склада. Для этого предложено использовать рельсовую систему, аналогичную системе кран-балки. Выбор обусловлен тем, что рельсы, используемые в данной системе, можно крепить на различные элементы конструкции здания склада, а также данная система довольно проста [5].

На рисунке 2 представлена кинематическая схема механизма передвижения роботизированного устройства.

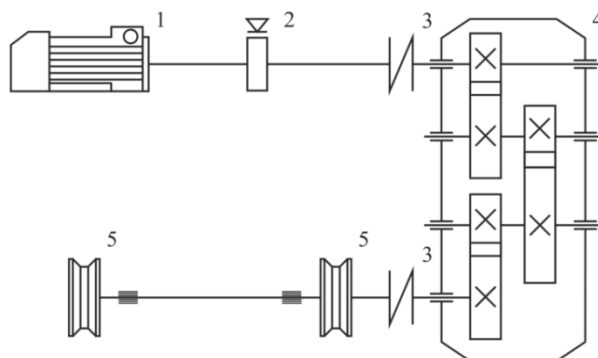


Рис. 2. Кинематическая схема механизма передвижения роботизированного устройства: 1 – электродвигатель; 2 – тормозной шкив; 3 – муфта; 4 – редуктор; 5 – ходовые колеса.

В силу того, что планируется использовать электродвигатель, его необходимо подключить к питающему источнику. В проекте предложено подключать электродвигатель роботизированного устройства к аккумуляторной батарее, встроенной в корпус. Зарядку батареи планируется производить с помощью кабеля. Кабель необходимо разместить на барабане с возможностью его дистанционного сматывания и разматывания.

С целью повышения количества охватываемых одним устройством стеллажей, планируется использовать разветвленную сеть рельсовых дорог, которые будут размещаться параллельно друг другу над стеллажами и смыкаться у одного или нескольких поворотных устройств, представляющих собой пару рельс, которая вращается с помощью электродвигателя, и может стыковаться с нужным путем [6].

Система управления. Система управления манипулятором может быть как полностью автоматической, так и дополнительно дистанционным управлением. Так, в случае возникновения неполадок автоматической системы, оператор берет управление манипулятором на себя. Для таких случаев в техническом помещении предусмотрен пульт дистанционного управления. Возможен вариант с одним лишь дистанционным управлением.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Автоматическое управление обеспечивается установкой в роботизированном устройстве необходимой электроники, а в помещении склада пожарных извещателей (датчиков) [7]. Противопожарная система самостоятельно отслеживает состояние подконтрольной зоны. При обнаружении очага возгорания или малейшей угрозы появления пожароопасной ситуации, система, посредством многочисленных датчиков, направляет информацию на контрольный пульт, где происходит ее обработка. По полученным результатам направляется сигнал непосредственно к роботизированному устройству, который, в свою очередь, выдвигается в район сработавшего датчика. Посредством передачи информации от тепловизионной камеры, установленной на устройстве, на пульт управления, определяются точные координаты очага возгорания. Производится тушение.

Также в системе предусмотрен приёмно–контрольный прибор пожарной сигнализации, который, в случае возникновения неполадок и отказа системы отправляет сигнал в ближайшее отделение противопожарной службы [8].

В итоге, в случае реализации всего вышеописанного, мы получаем высокоэффективное роботизированное устройство для обеспечения безопасности на складах. Благодаря размещению над стеллажами, данное устройство не вызывает затруднений в работе другого оборудования или техники, а использование гидравлических манипуляторов позволяет повысить эффективность тушения при использовании обычных огнетушащих веществ. Возможность охвата одним устройством большого количества стеллажей говорит о выгоде его использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Капустин Н. М., Кузнецов П. М., Схиртладзе А. Г., Дьяконова Н. П., Уколов М. С., Автоматизация производственных процессов в машиностроении. –М.: Изд-во «Высшая школа», 2004. – 415 с.;
2. Бородин Ф. И., Судник Ю. А. Автоматизация технологических процессов. - М: Изд-во «КолосС», 2004. – 344 с.;
3. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности НПБ 105-03 от 18.06.2003. -М: ФГУ ВНИИПО МЧС России 2003. -14 с.;
4. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) СП 12.13130.2009 от 25.03.2009. -М: ФГУ ВНИИПО МЧС России 2009. – 47 с.;
5. Иванов А. А., Кудрявцев С.А. Основы робототехники. – М: Изд-во «Нижегородский государственный университет им. Н.П. Гоголя», 2010. – 203 с.;
6. Егоров О. Д., Подураев Ю. В., Бубнов М. А.. Робототехнические мехатронные системы. – М: Изд-во «Станкин», 2015. – 328 с.;
7. Корендясев А. И., Саламандра Б. Л., Теоретические основы робототехники (в 2-х книгах). – М: Изд-во «Наука», 2006. – 780с.;
8. Жолобов А. А.. Технология автоматизированного производства. Учебник для ВУЗов. – М: Изд-во «Дизайн ПРО», 2000. - 624 с.

**АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА
НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Аношкина Анна Сергеевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент*

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, управление рисками.

Главным отличием новой версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 от старой версии 2008 года является риск-ориентированный подход, который встраивается в систему менеджмента качества (СМК) в целом, т.е. сертифицированным предприятиям, переходя на новую версию стандарта, необходимо внедрить мероприятия, связанные с управлением рисками, которые создают основу для повышения результативности СМК, достижения более качественных результатов и предотвращения неблагоприятных последствий.

Риск-ориентированное мышление – это планирование и внедрение мероприятий и методов, используемых организацией для управления и контроля рисками, влияющими на ее способность достигать запланированных целей [4]. Процесс управления рисками представлен на рисунке 1.

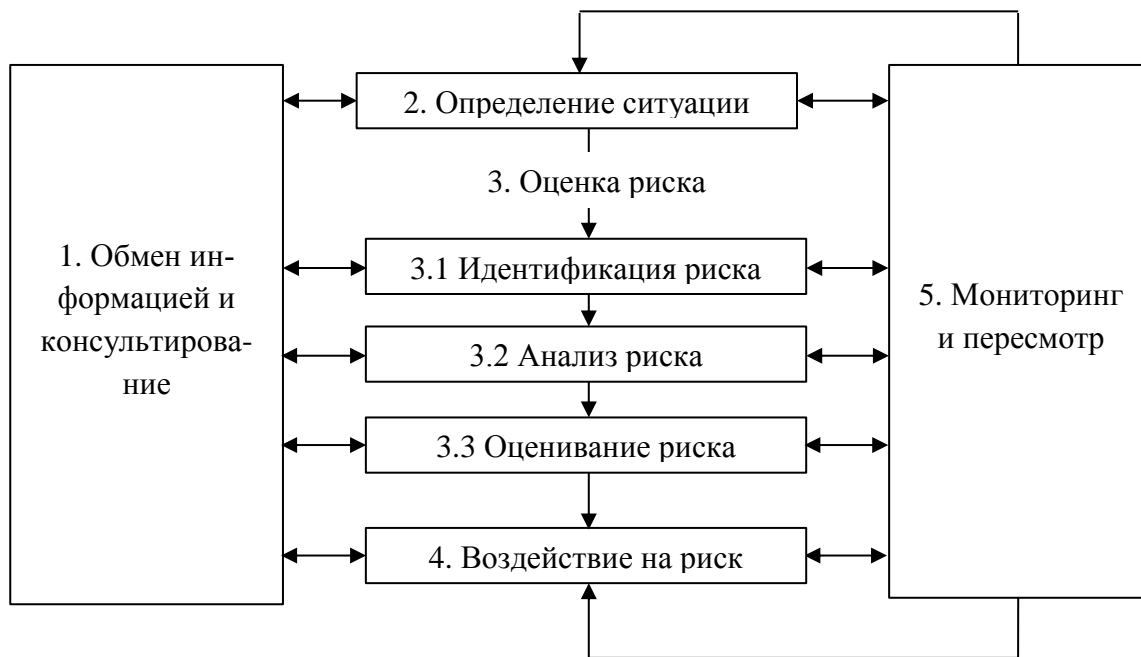


Рис. 1. Процесс управления рисками [1].

Новая версия направлена на повышение эффективности организации, в том числе и посредством сочетания уже зарекомендовавшего себя «процессного подхода» с новой концепцией риск-ориентированного подхода.

На практике при внедрении риск-ориентированного подхода как в рамках функционирующей, так и в только разрабатываемой СМК, организации сталкиваются со множеством трудностей, одной из которых является выбор методов риск-менеджмента. Рекомендуется на первых этапах внедрения риск-ориентированного мышления в рамках СМК активно применять наиболее простые, понятные для персонала организации и при этом не менее эффективные методы управления качеством. Для сбора информации о рисках могут применяться различные методы. Методы и инструментарии идентификации и оценки рисков представлены в стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». Базо-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

вый инструментарий идентификации рисков, используемый на предприятиях представлен в таблице 1.

Таблица 1. Инструментарий идентификации рисков

Методы идентификации	Описание метода	Преимущества	Недостатки
Мозговой штурм	Список рисков разрабатывается на собрании, в котором принимает участие 10-15 человек. Участники собрания называют риски, которые считают важными для проекта, при этом не допускается обсуждение выдвинутых рисков. Далее риски сортируют по категориям и уточняют	Способствует взаимодействию членов группы. Быстрый. Позволяет создать подробный список рисков проекта	Имеется возможность проявления преобладания одной личности. Возможно, не охватятся все необходимые области. Требуется сильного ведущего. Для оценки необходимо контролировать склонности группы
Метод Дельфи	Список рисков разрабатывается на собрании, в котором принимает участие 10-15 человек, в отличие от метода «Мозговой штурм» участники не знакомы друг с другом. Участники собрания называют риски, которые считают важными для проекта, при этом не допускается обсуждение выдвинутых рисков. Далее риски сортируют по категориям и уточняют	Нет доминирования одной личности. Может проводиться дистанционно через электронную почту. Исключается проблема ранней оценки. Требуется участия каждого члена группы. Позволяет создать подробный список рисков проекта	Занимает много времени. Высокая загрузка ведущего
Метод номинальных групп	Данный метод предполагает формирование группы из 7-10 экспертов. Каждый участник индивидуально и без обсуждений перечисляет видимые им риски проекта. Далее происходит совместное обсуждение всех выделенных рисков и повторное индивидуальное составление списка рисков в порядке их важности	Позволяет идентифицировать и расположить риски в порядке их важности. Уменьшается эффект доминирующей личности. Обеспечивает взаимодействие участников. Дает упорядоченный список рисков	Требуется много времени. Высокая загрузка ведущего
Карточки Кроуфорда	Собирается группа из 7-10 экспертов. Ведущий сообщает, что задаст группе 10 вопросов, на каждый из которых	Быстрый. Легко реализуется. Должен участвовать каждый член группы. Вырабатывается большое ко-	Меньшее взаимодействие между участниками

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

	участник письменно, на отдельном листе бумаги, должен дать ответы. Вопрос о том, какой из рисков является наиболее важным для проекта, ведущий задает несколько раз. Каждый участник обдумывает десять различных рисков проекта	личество идей. Возможность проводить с группами больше обычного размера. Уменьшает эффект доминирующей личности	
Метод аналогии	Данный метод использует накопленные знания и планы по управлению рисками других аналогичных проектов	Использует прошлый опыт для исключения проблем в будущем. Подобные проекты содержат много сходных черт	Требует много времени. Легко получить результаты, не подходящие для данного случая. Аналогия может быть некорректной
Методы с использованием диаграмм	К методам отображения рисков в виде диаграмм относятся диаграммы причинно-следственных связей и блок-схемы процессов	Позволяют проследить последовательность событий, происходящих в данном процессе. Легкость построения. Для них имеется много компьютерных инструментов	Иногда вводит в заблуждение. Занимает много времени

Применение риск-ориентированного подхода к созданию СМК происходит с помощью следующих анализов рисков:

- качественный анализ рисков. Данный анализ позволяет определить типы рисков, которые оказывают наибольшее воздействие на деятельность организации и используются как основа для количественного анализа;
- количественный анализ рисков. Данный анализ обычно проводится с использованием статистических, аналитических методов, методов экспертных оценок, методов аналогов [5].

Результатом процесса идентификации и оценки рисков является Реестр рисков, который содержит список идентифицированных рисков, список потенциальных действий по реагированию, основные последствия причины возникновения риска, уточнение категорий рисков. При разработке реестра рисков целесообразно использовать метод экспертных оценок. В качестве экспертов привлекается квалифицированный персонал, область знаний которого соответствует анализируемому процессу.

В связи с обязательностью перехода на новую версию стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, интерес к применению риск-ориентированного подхода при построении СМК будет возрастать, а разработанные методика и инструментарий могут получить широкое распространение. Повышение конкурентоспособности предприятий при использовании риск-ориентированного мышления достигается за счет улучшения управления, обеспечения высокого качества продукции и услуг, повышение доверия и удовлетворённости потребителей, поэтому предприятиям необходимо определить риски и возможности, подлежащие рассмотрению, а также планировать и осуществлять действия по их уменьшению и оценивать результативность этих действий.

Таким образом, реализация риск-ориентированного подхода в рамках функционирования системы менеджмента качества предприятий направляет развитие организации в область

идентификации проблемных зон и поиск возможностей для совершенствования всех аспектов СМК, также внедрение в практику предприятий риск-ориентированного подхода позволяет обеспечить стабильность их развития, повысить обоснованность принятия решений в рискованных ситуациях, улучшить финансовое положение за счет осуществления всех видов деятельности в контролируемых условиях [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1.ГОСТ Р ИСО 31000 Менеджмент риска. Принципы и руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200089640> (дата обращения 01.12.2018)

2.ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083>(дата обращения 03.12.2018)

3.ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394>(дата обращения 01.12.2018)

4.Заболотный М.Ю. Риск-ориентированное мышление в системе менеджмента качества ОАО «Корпорация «Московский институт теплотехники» рисками [Электронный ресурс]/ М.Ю. Заболотный, А.В. Шнитко, Х.А. Невмятулина // Успехи в химии и химической технологии. : науч. журн. – 2016. – №2 (171). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-orientirovannoe-myshlenie-v-sisteme-menedzhmenta-kachestva-oao-korporatsiya-moskovskiy-institut-teplotehniki> (дата обращения 02.12.2018)

5.Спиридонова А.А., Риск-ориентированный подход в системе менеджмента качества промышленного предприятия: проблема выбора методов управления рисками [Электронный ресурс] / А.А. Спиридонова, Е.Г. Хомутова // Организатор производства. : науч. журн. – 2017. – №2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-orientirovannyy-podhod-v-sisteme-menedzhmenta-kachestva-promyshlennogo-predpriyatiya-problema-vybora-metodov-upravleniya-riskami> (дата обращения 02.12.2018)

НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИИ СВАРЩИКОВ

Арыков Максим Владиславович

Инженерная школа; кафедра сварочного производства

Научный руководитель: Воробьев Алексей Юрьевич, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: оценка квалификации, профессиональный стандарт, закон, акт, сварщик, работодатель, законодательство, сварка.

Независимая оценка квалификации сварщиков, претендующих на осуществление определенного вида трудовой деятельности – процедура подтверждения соответствия квалификации соискателя положениям профессионального стандарта или квалификационным требованиям, установленным федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Проводится центром оценки квалификаций в соответствии с федеральным законом «О независимой оценке квалификации» от 3 июля 2016 года N 238-ФЗ.

Актуальность данной статьи заключается в запросах рынка труда сварочного производства, основаниями для оценки которых, являются профессиональные стандарты и иные квалификационные требования.

Методологическими и институциональными рамками независимой оценки квалификации выступают единство принципов, информационная интеграция, прозрачность, возможность проверки, учет отраслевой специфики и самостоятельность профессиональных сообществ и объединений работодателей.

Независимость обеспечивается процедурами, независимыми от соискателя конкретного работодателя образовательной организации, при ведущей роли профессиональных объединений в контроле за оценкой.

Согласно ФЗ № 238-ФЗ от 03.07.2016 г. «О независимой оценке квалификации»:

- независимая оценка (подтверждение) квалификации сварщиков на 2, 3, 4 уровень осуществляется в центрах оценки квалификации (далее ЦОК) в форме профессионального экзамена. (Ст. 2, 8, Ст. 4 п.1, Ст. 8 п. 1);

- профессиональный экзамен проводится по инициативе соискателя, либо по направлению работодателя в порядке, установленном трудовым законодательством. (Ст. 4 п. 2);

- по итогам прохождения профессионального экзамена соискателю в тридцатидневный срок, выдается свидетельство о профессиональной квалификации «Сварщик» 2, 3, 4 уровня после внесения в установленном порядке сведений в федеральный реестр оценки квалификаций (Ст. 4 п. 4, а так же согласно Ст. 73 п. 6 Федерального закона № 273-ФЗ от 29.12.2012 г. «Об образовании в Российской Федерации»);

- независимая оценка квалификации сварщиков вступила в силу с 01.01.2017 г. (Ст. 12). С данной даты сварщики не имеют профессиональной квалификации и работодателями допущены быть к сварке не могут.

Саморегулируемая организация «Национальное агентство контроля сварки» (СРО НП «НАКС») решением национального совета при президенте РФ по профессиональным квалификациям (НСПК) от 29 июля 2014 года, наделена полномочиями совета по профессиональным квалификациям в области сварки (СПКС).

Сферой деятельности совета являются вопросы квалификации персонала по профессиям и специальностям в области сварки и родственных процессов, неразрушающего контроля и разрушающих испытаний. Отличительной особенностью является то, что указанные профессии и специальности являются межотраслевыми, и наряду с основополагающими квалификационными требованиями, применимыми во всех отраслях. Необходимо учитывать специфические отраслевые требования к работникам, занимающимся сваркой.

Совет по независимой оценке квалификации сварщиков осуществляет следующие функции:

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

1) проведение не реже одного раза в 2 года мониторинга рынка труда, обеспечение его потребностей в квалификациях и профессиональном образовании;

2) разработка и актуализация профессиональных стандартов и квалификационных требований;

3) проведение экспертизы федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования, примерных основных профессиональных образовательных программ и их проектов, оценка их соответствия профессиональным стандартам, подготовка предложений по совершенствованию указанных стандартов профессионального образования и образовательных программ;

4) организация профессионально-общественной аккредитации профессиональных образовательных программ, основных программ профессионального обучения и дополнительных профессиональных программ

5) организация независимой оценки квалификации работников, претендующих на осуществление определенного вида трудовой деятельности (далее соответственно соискатели, независимая оценка квалификации) по определенному виду профессиональной деятельности;

6) формирование общих информационных ресурсов, которые содержат информацию о деятельности совета.

Комиссия по применению профессиональных стандартов в системе профессионального образования и обучения проводит работу по экспертизе прошедших актуализацию на соответствие требованиям профессиональных стандартов, федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и примерных основных образовательных программ (ПООП) в системе среднего профессионального и высшего образования. Комиссия также проводит профессионально-общественную аккредитацию основных образовательных программ, образовательных организаций среднего профессионального и высшего образования.

Для повышения эффективности выполнения данных задач комиссия активно взаимодействует с федеральными учебно-методическими объединениями в системе среднего профессионального и высшего образования по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки № 15 «Машиностроение», с департаментами министерства образования и науки РФ государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и дополнительного профессионального образования и государственной политики в сфере высшего образования. Члены комиссии являются экспертами рабочей группы национального совета при президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям, по применению профессиональных стандартов в системе профессионального образования и обучения.

Сегодня в России во всех отраслях нехватка квалифицированных рабочих, высокая безработица, наличие большого количества работников из числа мигрантов. Чтобы подготовка кадров соответствовала требованиям модернизации экономики государства, необходима целостная система, в которой будут участвовать органы исполнительной власти, регионов, работодателей. Вероятно, как раз одним из ключевых принципов такой системы и станет независимая оценка квалификации.

**ОСОБЕННОСТЬ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС
ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА СУДОРЕМОНТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Бабаскина Наталья Олеговна

*Инженерная школа; кафедра иноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент*

Ключевые слова: модель затрат, система менеджмента качества, процесс технического контроля.

В международной практике внедрение системы менеджмента качества (далее - СМК) уже не воспринимается как диковина, а наоборот принимается как должное, и каждый стремится внести свой вклад в её развитие, унификацию и расширение полномочий под каждый вид и особенности сферы деятельности с целью обеспечения прочных основ для инициатив, направленных на устойчивое развитие организации.

В процессе планирования целей в области качества на уровне организации необходимо четко формулировать экономические цели для осуществления мониторинга экономических последствий их выполнения. От грамотного понимания того, что может повлиять на качество продукции, зависит то, насколько грамотно и эффективно будут разработаны и определены экономические цели (рис. 1).

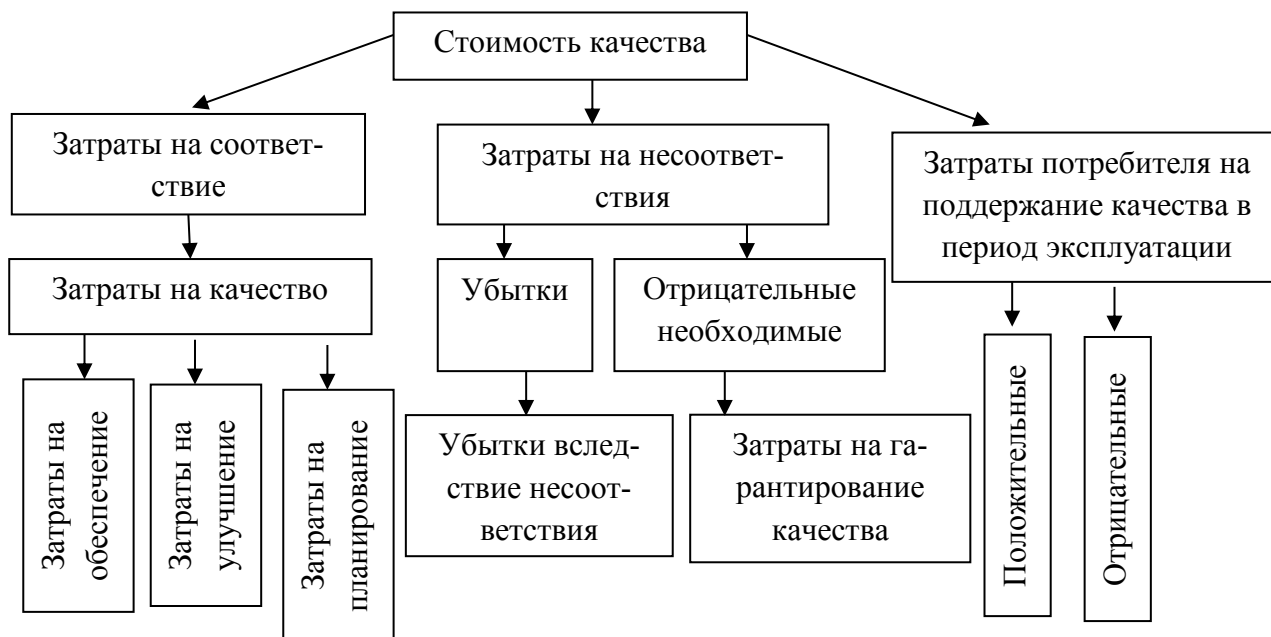


Рис. 1. Классификация расходов, составляющих стоимость качества.

Организация не должна рассматривать влияние снижения затрат на качество только в краткосрочном периоде. То, что может казаться улучшением сейчас, может негативно повлиять на конкурентоспособность продукции или лояльность и доверие потребителей в долгосрочном взаимодействии. Для получения достоверных результатов при проведении анализа и оптимизации затрат на качество, затраты на гарантирование качества должны быть отнесены к отрицательным, но в реальной ситуации отказ от этих затрат в производственном процессе невозможен (поскольку не бывает процессов без несоответствий).

Для мониторинга экономических последствий необходимо разрабатывать модель затрат, руководствуясь ГОСТ Р 52380.1-2005 «Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс». В стандарте описан процесс моделирования и определения затрат, связанных с любым процессом СМК. Применение данного стандарта совместимо с требованием непрерывного улучшения, процессного подхода и с концепцией всеобщего менеджмента качества.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Различают производственный и технологический процессы. Технологический процесс является неотъемлемой частью производственного процесса. Производственный процесс как единица, влияющая на качество изготавливаемой продукции, нуждается в постоянном контроле. Контроль качества продукции на соответствие требованиям нормативной документации носит название технического контроля (далее - ТК). На производстве, как правило, создается независимое подразделение, занимающееся техническим контролем – отдел технического контроля (далее - ОТК). Так как ТК также является процессом, то для него необходимо разрабатывать свою модель затрат. На рисунке 2 представлена модель затрат на процесс проведения технического контроля на судоремонтном предприятии.

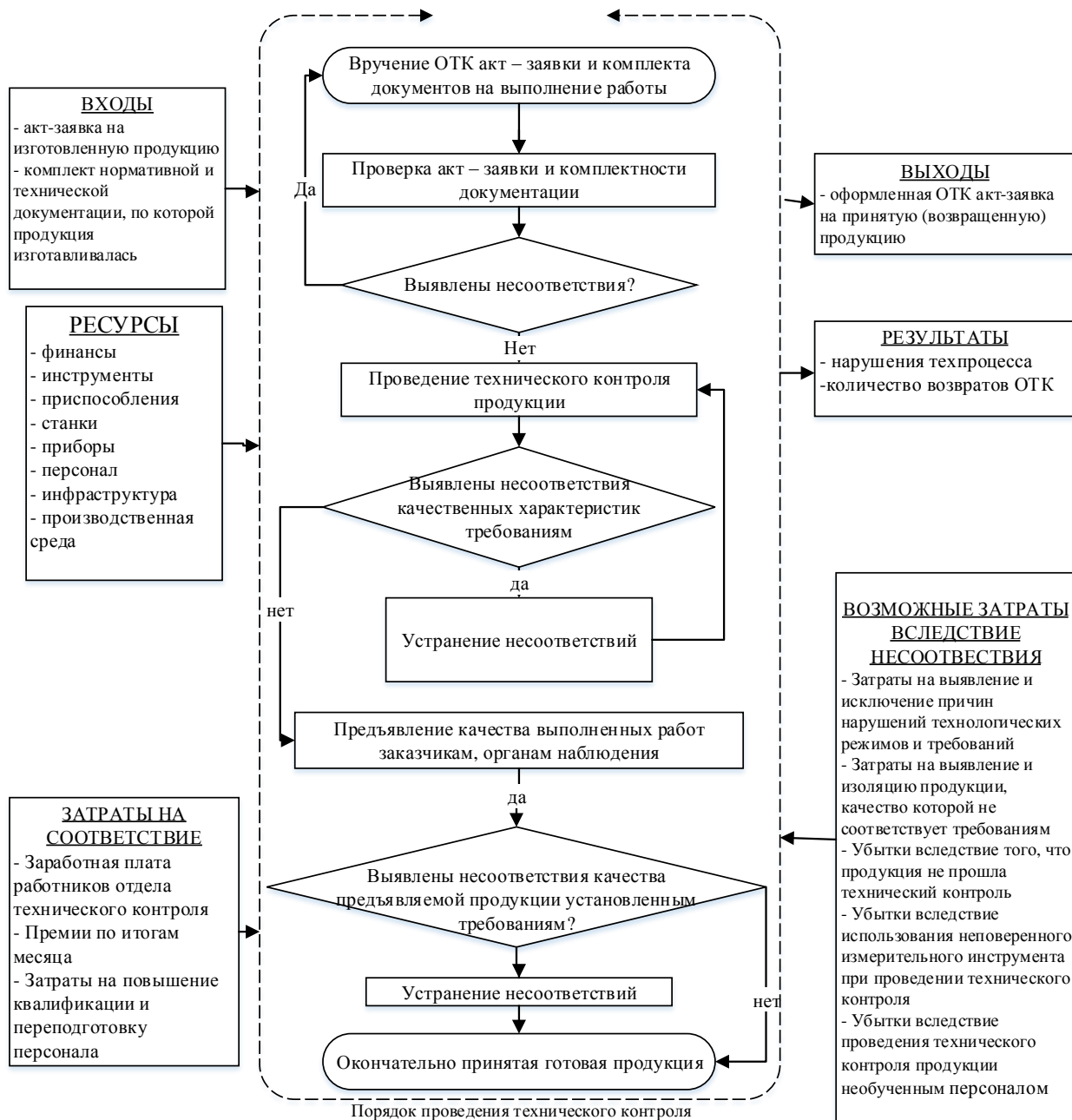


Рис. 2. Модель затрат на процесс проведения технического контроля на судоремонтном предприятии.

Модель затрат описывает экономическую, финансовую сторону затрат на обеспечение и достижение должного качества всех этапов проводимого процесса. Опираясь на выявленные затраты на соответствие и несоответствие, составим смету затрат, в которой будут отражены денежные затраты, пример представлен в таблице 1.

Пример сметы затрат на качество для процесса «технический контроль»

Наименование статей затрат	Затраты на соответствие		Затраты на несоответствие	
	Капитальные, тыс. руб.	Текущие, тыс. руб.	Отрицательные необходимые затраты, тыс. руб.	Убытки, тыс. руб.
1. Заработная плата работников отдела технического контроля		451		
2. Премии по итогам месяца		123		
3. Затраты на повышение квалификации и переподготовку персонала	35			
4. Затраты на выявление и исключение причин нарушений технологических режимов и требований			отсутствуют	
5. Затраты на выявление и изоляцию продукции, качество которой не соответствует требованиям			отсутствуют	
6. Убытки вследствие того, что продукция не прошла технический контроль				27,5
7. Убытки вследствие использования неуправляемого измерительного инструмента при проведении технического контроля				5
8. Убытки вследствие проведения технического контроля продукции необученным персоналом				24
ИТОГО по группам:	35	574	0	56,5
ИТОГО:				665,5

Смета затрат – это сводная таблица расходов на обеспечение качества контролируемого процесса. Располагая такой сметой, судоремонтное предприятие способно правильно распределить имеющиеся средства и ресурсы, создать качественную продукцию, и даже повысить результативность и эффективность работы своей системы менеджмента качества.

Для обеспечения качественного проведения процесса технического контроля, необходимо изучить этот процесс, а также определить затрачиваемые ресурсы и материалы, затраты на соответствие и несоответствие, обеспечивающие качество. Так, хозяин процесса нуждается в инструменте, которое позволит проводить контроль затрат процесса. Более того, позволит принять грамотные и взвешенные решения по минимизации этих затрат. Таким средством и является построение модели затрат на процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 52380.1-2005 Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс – Введ. 2006-02-01. М.: Стандартинформ, 2005.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Национальный стандарт Российской Федерации системы менеджмента качества. Требования – Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2018.
3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с Поправкой) – Введ. 2015-11-01. М.: АО "Кодекс".

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО В РОССИИ И ПРОДВИЖЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ НА РЫНОК

Галаган Евгений Викторович

*Инженерная школа; кафедра иноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Коршенико Игорь Феликсович, доцент*

Ключевые слова: изобретение, изобретательство, инновация, Россия,
Изобретательство одно из неотъемлемых частей технического инновационного разви-
тия.

Изобретение — техническое или интеллектуальное построение, обладающее принци-
пиальной новизной [8].

При повышении экономического развития страны, роль инновации и развитие иннова-
ционных процессов, являются одним из ключевых факторов, которые радикально меняют
направление в экономике промышленного развития во многих развитых странах. Они прояв-
ляются в росте инвестиций в науку и образование, технологические нововведения. При по-
вышении технологического уровня отраслей хозяйства проявляется динамика роста высоко-
технических секторов промышленности и возникновение новых видов деятельности.

Этому способствует изобретательство, которое вводит не только новый продукт, но и
технологии, на основе которой может получиться новый продукт, услуга и потребность.

Цель работы: провести анализ и выявить проблемы современного изобретательства и
продвижения изобретения на рынок в России.

Трудности изобретательства в России начинаются с патентного законодательства Рос-
сийской Федерации.

Политика государства в области патентного законодательства по отношению к «источ-
нику» инноваций — изобретателю, генератору новых идей — в значительной мере определя-
ет инновационный потенциал страны [5].

Патентное законодательство России, в том числе, ч. IV, ст. 1370 ГК РФ — в своих ос-
новных положениях воспроизводит патентное право Германии [1]. Однако в российском
«исполнении» немецкого подхода практически исчезла мотивация участников инновацион-
ного процесса к созданию и коммерциализации изобретений.

Так, неотъемлемой частью патентного права Германии является специальный закон о
служебных изобретениях, в котором детально разработана процедура определения категории
изобретения — «служебное» (собственность работодателя изобретателя) или «свободное»
(собственность автора), определено право автора самостоятельно использовать свое изобре-
тение [4].

В России «исключительное право работодателя на служебное изобретение и право по-
лучения патента» на все изобретения своего работника (п. 3 ст. 1370 ГК РФ) фактически ли-
шает автора изобретения возможности самостоятельно реализовать свою идею на практике.

В патентном праве Германии также предельно детализированы все вопросы взаимоот-
ношения работодателя и автора по вопросам материального вознаграждения последнего за
использование работодателем изобретения. В Германии, как и в большинстве зарубежных
стран, значительно снижается (вплоть до отмены) налог на прибыль от использования инно-
ваций. При этом максимальные налоговые льготы получают предприятия, «обеспечивающие
успешную коммерциализацию результатов НИОКР с достаточной прибылью», для осталь-
ных льготы лишь частично компенсируют предпринимательский риск при внедрении инно-
вации.

В Гражданском кодексе РФ, кроме «пожелания» автору «договориться» с работодате-
лем о своих правах за использование изобретения и авторском вознаграждении, а в случае
разногласий — обращаться в суд общей юрисдикции (п. 4 ст. 1370 ГК РФ), нет положений,
защищающих права автора, если не считать Постановления правительства Российской Феде-
рации о гарантии выплаты авторского вознаграждения в размере среднемесячного оклада за

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

каждый год использования изобретения независимо от экономического эффекта от внедрения инновации [2].

Ряд исследователей (например, Диесперова Н.А., 2016) считают, что более всего положением, направленным на мотивацию всех участников инновационного процесса, соответствовал закон СССР от 31.05.1991 № 2213-1 «Об изобретениях в СССР» (далее - Закон). «Сконструированный» на базе зарубежного патентного законодательства Закон обеспечивал компенсацию предприятию (работодателю) временное ухудшение экономических показателей из-за неизбежных затрат на освоение новой техники освобождением от налога на прибыль, получаемую от использования изобретения, в течение пяти лет, а также расходы на выплату вознаграждения автору — 15% от экономического эффекта, сотрудникам предприятия, обеспечившим освоение и коммерциализацию изобретения — 30%. Закон также регламентировал порядок и срок выплаты вознаграждения и ответственность за нарушение этих положений [5].

Особенно важно, что Закон полностью соответствует таким критериям, как простота, прозрачность, публичность, так как его формулировки понятны всем и исключают их произвольное толкование в отличие от действующих сегодня инновационных льгот, правила использования которых «допускают различную интерпретацию (а иногда и произвол)» [6].

Следующей проблемой, с которой сталкиваются изобретатели или люди, продвигающие чье-либо изобретение на рынок, это рыночные входные барьеры.

Наиболее существенным барьером является фактическая разобщенность представителей секторов, которые в идеале должны постоянно контактировать между собой при создании новых компаний. Речь идет о необходимости выстраивать регулярные связи между всеми участниками инновационного процесса - научно-исследовательскими учреждениями, университетами, венчурными фондами, предпринимателями и частными компаниями как основными приобретателями продукции стартапов [3].

Российская инновационная сфера страдает также от неразвитости инфраструктуры, поддерживающей малые высокотехнологичные предприятия, отсутствия проектов, привлекающих для инвесторов (особенно на ранней стадии), слабой законодательной базы в области работы фондов прямых и венчурных инвестиций, отсутствия выраженной заинтересованности в рынке высокотехнологичных технологий и продукции со стороны крупного российского бизнеса как основного заказчика [3].

К входным барьерам можно отнести высокую стоимость современного оборудования в отрасли производства. Для качественного продукта и его высокой конкурентоспособности, необходимо использовать не только высококачественные материалы, но и современное оборудование, высокого класса точности и качества. Из-за чего происходит сложный переход от исследовательской деятельности к начальному производству, что связано в первую очередь с нехваткой средств.

На сегодняшний день, инновационный продукт Российской Федерации является крайне неконкурентоспособным на мировой арене. В большей степени, такая ситуация сложилась в связи с колоссальным непониманием и непринятием инноваций отечественным потенциальным потребителем [7]. Существует ряд причин, которые обуславливают данную закрытость людей перед чем-то новым. К подобным причинам можно отнести в первую очередь низкую платежеспособность населения, особенно в период пост кризисного периода. В такое время, многие с трудом находят деньги на какие-то серьезные вещи, совершенно не думая о каких-то абсолютно новых устройствах, которые возможно являются более удобными, но не достижимыми. С другой стороны, даже люди, которые имеют доход и желание пробовать что-то новое и интересное, не знают о каких-то инновационных возможностях, по причине очень скудной рекламы и пиара.

В сложившейся ситуации, рассматривая две выявленные проблемы, можно отметить, что действительное влияние можно оказать только на рекламирование нового инновационного продукта, поэтому это является наиболее актуальной задачей для современного иннова-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

ционного бизнеса. Данная задача в глобальном смысле определяет успешный переход России на новый, инновационный путь развития.

В ходе изучения печатных и интернет-изданий, было выявлено отсутствие такого полного понятия или термина, как «продвижение инновационной продукции», а также единого подхода к его описанию и изучению.

В современной теории существует множество подходов к продвижению уже существующего товара, либо уже на существующем рынке. Продвижение инновационного продукта требует абсолютно нового подхода и всей политики продвижения. Многие отечественные и зарубежные специалисты рассматривают продвижение любого товара, как набор каких-то функций, а не как комплексный процесс, в котором все связи зависят друг от друга [7].

Выводы:

Инновационная деятельность предприятий в России невозможна без активного участия государства. Система стимулирования инновационной деятельности в современных условиях должна обеспечиваться комплексом мер, включающих поддержку приоритетных направлений инновационной деятельности, создание благоприятного экономического климата, стимулирующего заинтересованность во внедрении научно-технических достижений и приток инвестиций в основной капитал и законодательную охрану прав интеллектуальной собственности.

Барьеры на рынках высокотехнологичных компаний, будучи одним из главных факторов, влияющих на структуру рынков высокотехнологичных товаров.

Российскому рынку высокотехнологичной продукции присущи факторы, связанные как с эндогенными барьерами высокотехнологичных компаний (нехватка финансовых ресурсов, отсутствие опыта работы с интеллектуальной собственностью, нехватка кадров), так и с барьерами макроэкономической среды (неразвитость инфраструктуры, законодательства, слабое взаимодействие между ключевыми игроками инновационной среды).

Выведение на рынок инновационных товаров требует особых инструментов, часто недоступных малому и среднему бизнесу. В то же время инновационные товары, в большинстве своем создаются именно в этом секторе российской экономики.

Основными проблемами изобретательства в России и продвижении изобретения на рынок можно выделить:

1. Текущее состояние экономического развития страны.
2. Политика государства в области патентного законодательства по отношению к «источнику» инноваций — изобретателю.
3. Высокие барьеры для входа на рынок.
4. Слабая подготовка кадров (Нет опыта работы с зарубежными компаниями).
5. Слабая платежеспособность населения.
6. Нет одобрения отечественного производителя.
7. Слабая конкурентоспособность на мировом рынке.
8. Устаревшие технологии на промышленных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Голиченко О.Г. Национальная инновационная система: от концепции к методологии исследований // Вопросы экономики. 2014. № 7. С. 35—50.
2. Рюмина Ю.А. Зарубежный опыт налогового стимулирования инновационной деятельности / Ю.А. Рюмина // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2012. № 3(19). С. 80—85.
3. Закон СССР от 31.05.1991 г. № 2213-1 «Об изобретениях в СССР». URL: <http://www.base.garant.ru/181392/>
4. Иванова Н. Инновационная политика: теория и практика / Н. Иванова // Мировая экономика и международные отношения. 2016. № 1. Т. 60. С. 5—16.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

5. Диесперова Н. А. Состояние и развитие инновационной экономики в России. Журнал: Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2016г. №3. С. 7-16.
6. Еремкин В. А., Рыбалкин В. В. Входные барьеры на российском рынке высокотехнологичной продукции и роль государственных институтов в их снижении. Журнал: Экономический журнал. 2014г. С. 64-77.
7. Купчинская Ю. А. Научная статья по экономике и экономическим наукам. Особенности стратегии продвижения инновационного продукта. Журнал: Бизнес-образование в экономике знаний. 2017г. №2. С. 77-78.
8. Национальная философская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://terme.ru/termin/izobretenie.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ДОМОМ.

Егоров Дмитрий Михайлович

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Коршенко Игорь Феликсович, доцент*

Ключевые слова: умный дом, система, устройство, KNX.

В настоящее время в условиях быстрого развития науки и техники, а так же активного внедрения новых инновационных технологий в области систем связи создаётся уникальная площадка для проектирования интеллектуальных, автоматизированных систем, одна из которых связана с улучшением и защитой жилого помещения человека и носит название – «Умный дом».

Конечно же, «умным домом» сейчас называть систему домашней автоматизации неправильно. Система домашней автоматизации - система, которая помогает сэкономить временные ресурсы на управления всеми остальными инженерными и развлекательными системами. И чем больше систем, тем нужнее будет использовать систему автоматизации в вашей квартире или загородном доме[2].

Под «умным домом» следует понимать систему, которая должна уметь распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и быстро реагировать соответствующим образом на них. Это является основной особенностью интеллектуального здания – объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс.

Все имеющиеся системы «Умный дом», которые существуют на рынке, можно разделить по следующим признакам[1,2]:

- 1) проводные и беспроводные системы;
- 2) централизованные и децентрализованные системы;
- 3) системы с открытым и закрытым протоколами.

Далее рассмотрим перечисленные классификации умного дома более подробно.

Проводные и беспроводные системы.

Проводная система.

Суть проводной системы «умный дом» заключается в том, что все управляющие устройства – датчики, выключатели, устройства управления климатом, разнообразные управляющие панели связываются единой проводной информационной шиной, по которой идут сигналы к исполнительным устройствам, расположенным в щите (в основном). В качестве проводной информационной шины используются специальные кабели, а в отдельных случаях обычная витая пара. У проводной системы есть свои достоинства и особенности, рассмотрим их.

Достоинства:

- надежность;
- скорость отклика;
- дизайн управляющих элементов; у таких систем в большинстве предлагается большой выбор управляющих элементов (умных выключателей), по сравнению с беспроводной системой; они снабжены большим количеством функций и возможностей;
- разнообразие интегрируемых систем. В проводных системах легче произвести интеграцию с климатом, аудио и видеомультимедиа, чем в беспроводных;
- долгий срок службы;
- пожаробезопасность.

Особенности:

- места расположения выключателей (управляющих панелей) необходимо выбирать заранее;
- требуется качественный монтаж;

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

- в большинстве случаев требуется проект - на него необходимо выделить время и ресурсы;
- в случае с деревянными домами, необходимо разработать и согласовать проект заранее, чтобы пропилы под проводку и под управляющие панели были сделаны на производстве заранее;
- особая топология прокладки кабелей;
- устанавливаться такая система может только в начале ремонта, пока не сделана основная электропроводка по классической схеме;
- требуется щит достаточно больших размеров.

Беспроводная система.

Суть беспроводной системы заключается в том, что сигнал от управляющих устройств идет к исполнительным по радиоканалу, а не по проводам. Это позволяет сократить количество проводов, а также время на установку системы. Эти системы можно монтировать на объекты с готовым ремонтом с классической проводкой. Каждый беспроводной "выключатель" является еще и радиопередатчиком, который связывается со всеми остальными "выключателями". Это позволяет создавать различные световые сценарии (ночной режим, выключить все и т.д.), перепрограммировать функционал клавиш.

Достоинства:

- можно устанавливать в квартиры и дома с уже готовым ремонтом с классической проводкой;
- уменьшение количества проводов, по сравнению с проводной системой;
- не требуется проект; в большинстве случаев проектирование системы автоматизации не требуется;
- более низкая стоимость;
- компактность системы.

Особенности:

- возникновение различных помех в радиосвязи;
- использование аккумулятора или батарейки;
- необходимость нулевого провода; есть системы, в которых используются радиопередатчики, питающиеся от сети переменного тока; для них необходим нулевой провод;
- ограниченность функционала; очень сложно создать на радиоканале стабильную полнофункциональную систему;
- безопасность; незащищенность от глушителей радиосигнала, перевод датчиков в режим повышенного энергопотребления и т.д.

Централизованные и децентрализованные системы.

Централизованная система.

Суть централизованного умного дома заключается в том, что программирование идет одного центрального логического модуля. Обычно это свободно программируемый контроллер с большим количеством выходов. В контроллер заливается заранее специально созданная под объект программа, на основе которой идет управление исполнительными устройствами и инженерными системами. Это позволяет использовать широкий выбор оборудования и сложных сценариев.

Достоинства:

- возможность управления всеми инженерными системами в едином интерфейсе;
- возможность создавать сложные сценарии, привязанные к времени суток, состоянию жилья, температуре и т.д.;
- возможность подключения практически любого оборудования.

Особенности:

- человеческий фактор;
- надежность; если контроллер выходит из строя, то перестает функционировать вся система полностью;

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

- стоимость.

Децентрализованная система.

В распределенных системах "Умного дома" каждое исполнительное устройство несет в себе микропроцессор с энергонезависимой памятью. Этим объясняется надежность таких систем. При выходе из строя одного устройства вся система работает исправно, кроме приборов, подключенных к этому устройству.

Достоинства:

- надежность; все устройства не зависят друг от друга и обладают энергонезависимой памятью;
- популярность; стандарт KNX, например, очень популярен и у пользователя не возникнет сложности с обслуживанием;
- возможность использовать дополнительный блок логики, который будет отвечать за специфические сценарии;
- большой выбор управляющих панелей, как по дизайну, так и по функционалу.

Особенности:

- довольно большое число устройств в щите.

Количество устройств в щите достаточно большое, поэтому при выборе сомнительного производителя вы рискуете столкнуться с выходом из строя того или иного устройства, которое потребует замены.

Системы с открытым и закрытым протоколами.

Системы с открытым протоколом.

Протокол - это язык, на котором общаются все устройства в "умном доме". Если взять протокол KNX, то он является открытым. Многие производители изготавливают устройства, работающие на этом языке. Ассоциация KNX проверяет их на совместимость и тестирует. Логотип KNX EIB на устройстве гарантирует повышенное качество.

Достоинства:

- большой выбор производителей. Это значит, что есть большой выбор устройств по дизайну, цене, характеристикам;
- обновление и конкуренция. Производители конкурируют в одном сегменте, что заставляет их развиваться и придумывать новые устройства.

Особенности:

- стоимость чуть выше, чем у систем с закрытым протоколом за счет повышенного контроля качества и продвижения единого стандарта;
- не высокая гибкость при создании новых устройств; необходимость следования стандартам накладывает свой отпечаток.

Системы с закрытым протоколом.

Для того, чтобы упростить процесс программирования, уменьшить затраты на производство оборудования некоторые производители выпускают оборудование, работающее на собственном закрытом протоколе. Кроме них никто такое оборудование не выпускает.

Достоинства

- наличие интересных решений по более низкой цене;
- стоимость в целом ниже, чем у систем с открытым протоколом;
- более быстрая реакция на требования рынка.

Особенности:

- зависимость от одного производителя;
- зачастую усеченные функции.

Исследование приводит к следующему результату – в условиях современного развития технологий появляется вариант создания смешанной системы. Смешанной, называется система, включающая в себя элементы различных классификаций. Например, объединение централизованной системы с децентрализованной системой, с использованием проводной и беспроводной технологий (рис.1).

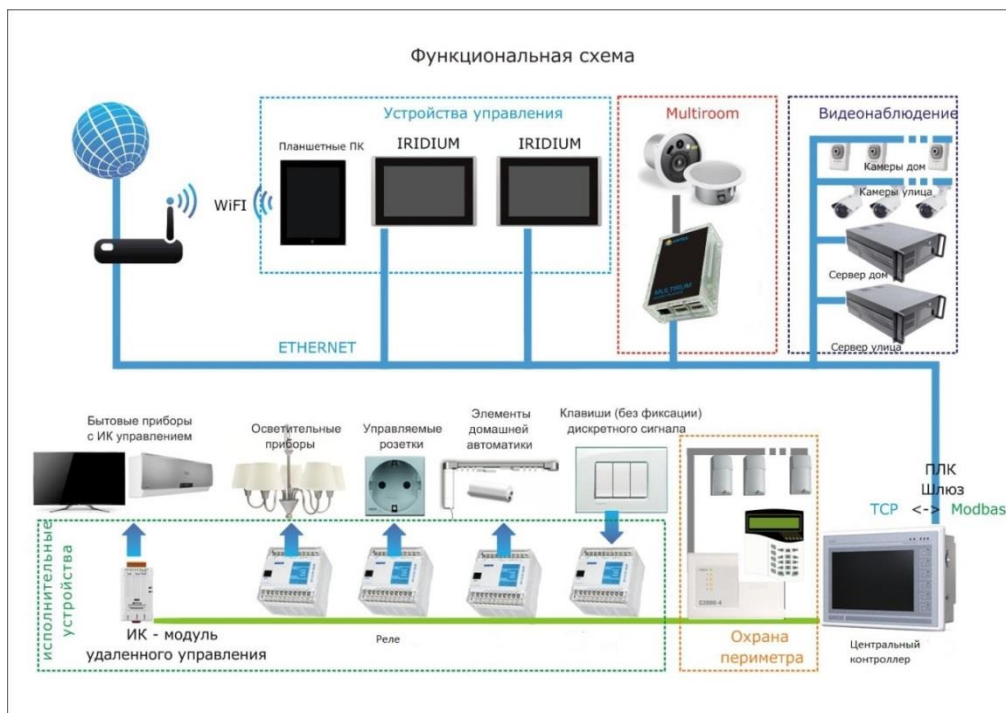


Рисунок 1. Централизованная система с элементами децентрализованной системы, с использованием проводной и беспроводной технологий[3].

Устанавливается центральный контроллер, который используется для объединения всех локальных устройств и модулей в единую сеть и позволяет реализовать управление всей системой с помощью мобильных устройств, панельных встраиваемых компьютеров и т.д. К центральному контроллеру подключается дополнительный контроллер, который имеет возможность подключения Ethernet кабеля и другие важные функции. С помощью дополнительного контроллера появляется возможность выхода системы в сеть и беспроводное управление такими системами как: Multiroom; видеонаблюдение и т.д. Далее используется модули удаленного управления, реле, микроконтроллеры, соединённые с основным контроллером. Система управления аудио/видео аппаратурой и кондиционированием построена с использованием модулей инфракрасных команд (ИК). Система управления освещением, автоматическими карнизами и элементами домашней автоматизации реализована с использованием программируемых реле. При выходе из строя основного контроллера, реле будут работать автономно, тем самым из строя не выйдет вся система.

Таким образом, необходимо отметить, что существуют различные направления и возможности интеграции функциональных устройств в систему умного дома со своими достоинствами и недостатками. Их выбор зависит от потребностей и возможностей потребителя. Одним из востребованных направлений является создание максимально простой, удобной и гибкой системы управления умным домом. Для этого необходимо использовать смешанную систему умных домов. Так как при смешанной системе объединяются несколько классификаций. Такое объединение необходимо грамотно реализовать, чтобы положительные аспекты системы остались, а отрицательных сторон стало как можно меньше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Есаков Е. В.. Классификация и краткий обзор систем «Умный дом». Рязанский государственный университет.
2. Какие бывают «умные дома». Обзор. Виды умных домов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.besmart.ru/article/kakie-byvayut-umnye-doma>
3. Система умный дом для коттеджа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.owen.ru/project/sistema-umnyj-dom-dlya-kottedzha-ploshhadyu-350-kv-m?pjax=1&p=60>

РАЗРАБОТКА «ДОРОЖНОЙ КАРТЫ» НА ПРОЦЕСС АНАЛИЗА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СО СТОРОНЫ РУКОВОДСТВА

Ермакова Дарья Андреевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент*

Ключевые слова: система менеджмента качества, «Дорожная карта», анализ системы менеджмента качества, анализ системы менеджмента качества со стороны руководства.

Система менеджмента качества (СМК) - совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством. Она предназначена для постоянного улучшения деятельности, для повышения конкурентоспособности организации на отечественном и мировом рынках, определяет конкурентоспособность любой организации. Она является частью системы менеджмента организации [1].

Одним из процессов системы менеджмента качества является анализ со стороны руководства. Анализ системы менеджмента качества со стороны руководства – деятельность высшего руководства, предпринимаемая для обеспечения ее постоянной пригодности, адекватности, результативности и согласованности со стратегическим направлением организации. Анализ со стороны руководства можно представить многими способами. Одним из более наглядных является представление его в виде «Дорожной карты».

«Дорожная карта» – это наглядное представление пошаговых действий в процессе [2].

Данный метод основывается на дедуктивном разложении процесса достижения какой-либо цели на шаги, этот процесс называется «Дорожное картирование». В общем виде, «Дорожное картирование» служит основой информационной поддержки процесса управления, а в частности, данная методика служит для разработки этапов развития объекта и определения времени принятия управленческих решений, а также для логического обоснования причинно-следственных связей между различными этапами проекта.

«Дорожная карта» обеспечивает управление и улучшение каждого процесса производственной структуры благодаря применению цикла Деминга, или PDCA (Plan-Do-Check-Act, т.е. «Планируй-Делай-Проверяй-Действуй») [3].

«Дорожное картирование» связывает между собой ожидание от идеи, стратегию и план развития процесса и выстраивает во времени основные шаги этого процесса. «Дорожные карты» позволяют просматривать не только вероятные сценарии и пути развития, но и их рентабельность, что позволяет выбирать оптимальные пути достижения с точки зрения экономической эффективности и рентабельности предприятий и процесса в целом [4].

Известны четыре вида «Дорожных карт»

1. Отраслевые «Дорожные карты». К этому виду относятся карты, в которых указано направление ожидаемого развития отрасли. Процесс, отраженный на такой карте, показывает способ, при выборе которого отдельные компании минимизируют свой риск, что достигается за счет участия разных заинтересованных сторон в принятии решений о приоритетах будущего развития технологии. В ходе этого обсуждения определяется вклад в исследование, который должна внести каждая из сторон. Отраслевой «Дорожной картой» также можно воспользоваться для того, чтобы получить финансирование (как частное, так и государственное).

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация



Рис.1.Пример отраслевой «Дорожной карты».

2. Корпоративные «Дорожные карты».

Они разрабатываются для того, чтобы помочь отдельным компаниям сделать стратегический выбор, и могут основываться на отраслевых «Дорожных картах». В таких картах описываются комбинации продуктов и рынков.

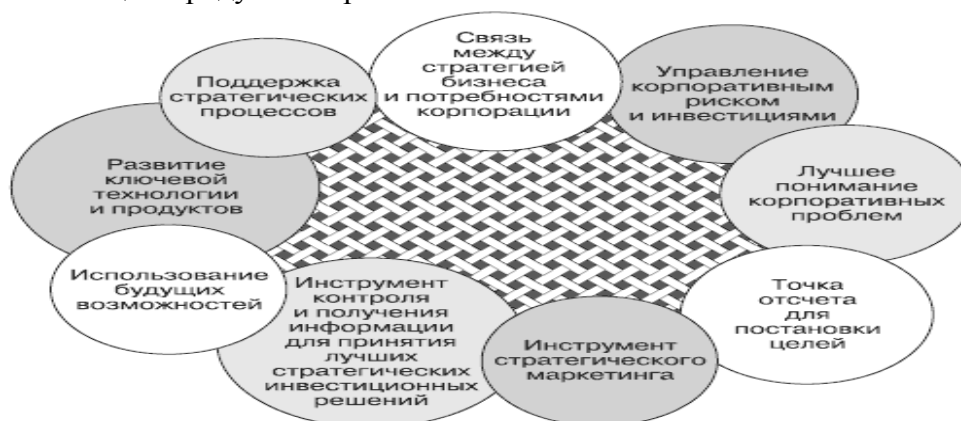


Рис.2.Пример корпоративной «Дорожной карты».

3. Продуктово-технологические «Дорожные карты». Это одна из разновидностей рыночного анализа, оценки продукта и изучения технологий, которые объединены для разработки плана внутренних НИОКР и последовательности шагов, которые надо сделать при выведении на рынок новых продуктов. Модель, рассмотренная далее, относится к «дорожным картам» именно этого вида.



Рис.3.Пример продуктово-технологической «Дорожной карты».

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Проанализировав эти виды «Дорожных карт», можно сделать выводы, что отраслевые, корпоративные, продуктивно-технологические не подойдут для создания «Дорожной карты» на процесс анализа со стороны руководства, так как:

- отраслевые «Дорожные карты» направлены на анализ развития отрасли;
- корпоративные «Дорожные карты» служат для помощи компании в стратегическом выборе;
- продуктивно-технологические «Дорожные карты» используются для введения на рынок новых продуктов.

Поэтому для процесса анализа системы менеджмента качества со стороны руководства необходимо использовать компетентностно-исследовательские «Дорожные карты», так как они наиболее лучше и нагляднее покажут процесс анализа системы менеджмента качества со стороны руководства.

4. Компетентностно-исследовательские «Дорожные карты». При составлении «Дорожных карт» этого вида основное внимание уделяется компетенциям и исследованиям, необходимым для создания какой-либо технологии или ее части [5].

При использовании метода «Дорожного картирования» можно выделить следующие этапы:

Этап 1. Подготовка к разработке «Дорожной карты» (сбор необходимой информации).

Этап 2. Разработка «Дорожной карты» (пошаговое описание процесса).

Этап 3. Реализация «Дорожной карты» (внедрение «Дорожной карты») [6].

На рисунке 4 представлена разработанная «Дорожная карта» на процесс анализа системы менеджмента качества со стороны руководства.



Рис. 4. «Дорожная карта» на процесс анализа системы менеджмента качества со стороны руководства.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЯ ВИБРАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Калашиникова Дарья Дмитриевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Кузнецов Павел Анатольевич, ст. преподаватель*

Ключевые слова: методы мониторинга, вибродатчики, вибрация, деформация.

В зависимости от величины преобразования вибродатчики делятся на: датчики измерения виброскорости, виброперемещения и виброускорения.

Наличие трех типов датчиков обусловлено необходимостью контроля вибрации на объектах с различными частотными характеристиками. В низкочастотной области хорошо зарекомендовали себя датчики виброперемещения, для среднечастотных объектов обычно применяются датчики виброскорости, а для высокочастотных – датчики виброускорения.

Виброперемещение характеризует величину деформации объекта, виброскорость отражает степень усталостной прочности, а по виброускорению можно судить о величине колебательных сил, действующих на объект.

Обычно для измерения вибраций насосов используют пьезоэлектрические датчики.

Пьезоэлектрический вибропреобразователь преобразует контролируемую вибрацию в электрический сигнал. Принцип действия вибропреобразователя основан на использовании явления пьезоэффекта – явление возникновения разности потенциалов на пьезокристалле при его механической деформации. При воздействии вибрации пьезоэлемент деформируется под воздействием инерционной силы, пропорциональной действующему ускорению. При этом на обкладках пьезоэлемента или пьезомодуля появляется знакопеременный заряд, пропорциональный в рабочей полосе частот действующему ускорению. Электрический сигнал с пьезоэлемента, подается на аналогово-цифровой преобразователь, и его обработка осуществляется в цифровом виде.

Пьезоэлектрические вибропреобразователи по своим техническим характеристикам превосходят другие типы вибропреобразователей, так как имеют достаточно высокий коэффициент преобразования, широкий частотный и динамический диапазоны измерений, относительно простую и надежную конструкцию, небольшие размеры и массу.

Главный недостаток пьезоэлектрических преобразователей – их высокое выходное сопротивление, из-за которого предъявляют повышенные требования к помехоустойчивости и изоляционным характеристикам соединительного кабеля и входных цепей усилительно-преобразующей аппаратуры. Попадание влаги или масла в вибропреобразователь, соединительный кабель или разъем может привести к потере чувствительности и к искажениям частотной характеристики измерительной системы в области низких частот.

Часто вибропреобразователи, устанавливаемые внутри агрегата или на его корпусе подвержены воздействию повышенных вибраций и температур, влажности и помех механического, акустического и электрического происхождения. Все перечисленные факторы оказывают большое влияние на результаты измерений.

MEMS (МикроЭлектронно Механическая Система) микроэлектромеханические системы представляют из себя очень маленькие устройства размером порядка микрон (не более 1 мм), в основе которых лежат нанотехнологии. Быстрое развитие МЭМС – технологий во многом объясняется их ключевыми достоинствами миниатюрностью, функциональностью, надежностью, малым энергопотреблением, простотой интегрирования, востребованностью практически всеми рынками электроники. Концепция МЭМС построена на интеграции на кремниевой подложке с помощью технологий микропроизводства микромеханических структур датчиков (сенсоров, измерительных компонентов) и электронных устройств, выполняющих функции сбора, анализа, контроля, формирования управляющих сигналов. Эти технологии во многом сходны с теми, что используются для производства микросхем. Поэтому интегральные МЭМС– устройства обеспечивают высокий уровень функциональности,

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

надежности, низкую цену. Это и предопределило их столь же широкое применение, что и изделий микроэлектроники.

Датчики, основанные на использовании микроэлектромеханических систем, совершили переворот в представлении об использовании датчиков. МЭМС акселерометры содержат центральный микропроцессор, который обрабатывает данные и специальные чувствительные элементы, измеряющие непосредственно физическое явление. Процесс изготовления акселерометров по МЭМС – технологии принципах, используемых для изготовления интегральных схем. MEMS и нанотехнологии позволили интегрировать акселерометр и электроники на одном кристалле кремния на сумму от \$ 5 до \$ 10. Эти MEMS акселерометры намного меньше, более функциональны, более легкие, надежные и производятся на долю от стоимости обычных макромасштабная элементов акселерометра. МЭМС-датчики движения моделируют процессы, параметры которых регистрирует микромеханическая структура. Движущаяся структура этих приборов не связана с объектом, поэтому они классифицируются как бесконтактные устройства.

Если подвижная структура тщательно спроектирована и полностью защищена корпусом, то миниатюрный датчик высоконадежен и может функционировать в различных средах и фазовых состояниях, при различных перепадах температур, различных условиях вибрации, при воздействии ударных волн, влажности, загрязнений, электромагнитных помех, радиации. При этом обеспечивается надежная и точная работа в динамическом режиме, т.е. при быстром скачкообразном, периодическом или аperiodическом изменении параметров.

Применение специальных МЭМС позволит в режиме реального времени мониторить состояние оборудования и оценивать потенциальную опасность образования экстремальной ситуации на производстве (опасная близость высоковольтной линии передач, резкое снижение температуры окружающей среды и т.д.). Подобные интеллектуальные системы смогут обнаруживать возникновение опасных ситуаций на самых ранних стадиях и будут очень ценны для работников, т.к. будут защищать их от возможных травм на производстве. Другим важным трендом ближайших годов для развития рынка МЭМС станет энергосбережение.

Однако опыт показывает, что МЭМС – датчики нового поколения от известных мировых брендов в Россию, как правило, не поступают ввиду наличия разного рода ограничений. При этом зарубежная МЭМС – продукция, доступная на отечественном рынке, в большинстве случаев не отвечает техническим требованиям заказчиков (по причине меньшей, чем требуется точности, диапазона, стабильности измерений и т.д.). А имеющиеся образцы МЭМС-изделий российского производства не отвечают современным требованиям массогабаритных и точностных показателей, уровней энергопотребления, надежности, диапазона измерений, соотношения цены/качества и т.д.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Катюк Данил Петрович, Мясников Вячеслав Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра инноватики качества, стандартизации и сертификации.
Научный руководитель: Щеголева Светлана Анатольевна, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Ключевые слова: инновационные технологии, наноэлектроника, конкурентоспособность.

Утверждение о том, что своевременные преобразования играют ведущую роль в обеспечении социально-экономического развития признано аксиомой инноватики[1]. Очевидно, что эта позиция напрямую проистекает из правила, согласно которому «инновации преодолевают депрессию» [2]. По мнению профессора Герхарда О. Менша, базисные инновации действуют наиболее эффективно в период структурной перестройки[2]. Исследование о существовании тесной взаимосвязи диффузии инноваций и больших циклов Кондратьева (рис.1) подтверждают этот факт[1].



Рис. 1. Диффузии инноваций вдоль подъемов циклов экономической активности Кондратьева.

Совокупность результатов данных научных работ позволяет оформить практический вывод: инновационная политика государства напрямую зависит от способности правительства предвидеть периоды подъема и спада инновационного процесса. Применительно к модели комплексного развития Российской Федерации настоящий период с 2010 по 2025 гг. предстает наиболее благоприятным временем для изучения и активного применения ряда инновационных технологий, в том числе освоения инноваций шестого технологического уклада[4]. При моделировании положения России в условиях шестого технологического уклада нам доступны все основания прогнозировать два наиболее важных, с нашей точки зрения, направления: преобладание нанотехнологий, при сохранении компьютерных (в сфере IT), а в области медицины дальнейшее развитие биотехнологии и генной инженерии[5]. В предлагаемой работе нам бы хотелось чуть более подробно рассмотреть данные преобразования.

Несомненно, одной из популярнейших тем последних нескольких лет являются нанотехнологии, в особенности наноматериалы [6]. Многие деятели науки полагают, что ключевой особенностью, определяющей данную область знаний на приоритетное направление изучения и развития, является факт, согласно которому, уменьшая объем вещества по одной или нескольким осям координат до размеров нанометрового масштаба, появляется новое,

особенное свойство[7]. В рамках развития нанотехнологий и нанопродуктов можно выделить две наиболее перспективные сферы применения нанотехнологий и нанопродуктов, которые сгруппированы в два основных области: Наноэлектроника, Медицина и фармацевтика. Рассмотрим каждую область предметно.

Наноэлектроника, будучи относительно новой областью знаний[8], с момента своего появления стала интенсивно развиваться, знаменуя собой переход к элементам с топологическими размерами не превышающими 100 нм, а иногда и 10 нм. Этот процесс предстает явственным доказательством эмпирического закон Мура[9], который гласит, что количество транзисторов на кристалле удваивается каждые полтора-два года. Специалисты оценивают нынешний рынок исследований и разработок в области наноэлектроники в триллион долларов, где Россия занимает 0,5% [10]. Из этого следует конкретная цель и ряд задач России на ближайшие несколько лет. Во-первых и в-главных, следует достичь занимаемого в советский период передового положения в области наноэлектроники. Сейчас на мировой арене эта ниша занята Южной Кореей, Германией и Англией. Одним из способов достижения указанной цели видится следующие задачи: подготовка нормативной базы для создания полупроводниковых производств, а также проектных организаций, имеющих опыт проектирования современных микроэлектронных фабрик, упрощение прохождения таможенных процедур, и, наконец установление партнерских отношений с ведущими на данный момент странами, которое поспособствует формированию в России цивилизованного рынка, включая восстановление цепочек поставок оборудования и материалов[11].

Ряд деятелей науки придерживается теории о том, что моментом начала шестого технологического уклада считается первый удачный опыт изменения живых организмов с помощью генной инженерии, а также ряд следовавших далее достижений молекулярной биологии[12]. В России стремительно развивается микробиология и генетика, клеточная терапия, а также разработка адресной доставки лекарств к определенным клеткам, создание оборудования для работы с нанообъектами. Так, специалисты Института электрофизики РАН создали образец самого маленького в мире рентгеновского аппарата, который можно использовать при обследовании нетранспортабельных больных[13]. При этом существует ряд, проблем, тормозящих процесс инноваций: минимальная информированность населения о появлении инновационных разработок, способных помочь людям; недостаточное финансирование НИОКР в долгосрочной перспективе; отсутствие видения всех рисков, связанных с использованием нанотехнологий в медицине[14]. В качестве решения мы видим необходимость государственной поддержки, к примеру, в развитии инфраструктуры, обеспечивающей поддержку инновационной деятельности в этой сфере на всех ее стадиях, также следует задействовать капиталы частных предприятий для финансирования проектов.

Завершая анализ этих направлений преобразований, нельзя не отметить, что единой объединяющей их чертой является стремление к уменьшению размера объекта с сохранением его ключевых функций, а также присвоение этим объектам качественно новых, уникальных функций. Полагаем, что основной причиной выделения изучения и дальнейшего применения нанотехнологий в области медицины и наноэлектроники в ИТ сфере в качестве наиболее перспективных областей развития для России объясняется тем, что именно здесь страна в ближайшее время может выйти на лидирующие позиции на мировой арене [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Авербух В.М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор)// В.М. Авербух, М.: Вестник Ставропольского государственного университета, 2010 №4, 332 с.
2. Акаев АА, Анализ и моделирование стратегических возможностей модернизации российской экономики. Мир России // А.А. Акаев, М.: Норма, 2012, №2. 79 с.
3. Азоев. Г.Л. Рынок нано: от нанотехнологий - к нанопродуктам// Г.Л. Азоев, под ред Г.Л. Азоева, М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. 319 с.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

4. Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Копьев П.С., Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н., Сурис Р.А. Наноматериалы и нанотехнологии. Микросистемная техника // Ж.И. Алферов. М.: Микросистемная техника, 2003, № 8. 234 с.
5. Алексеев А.А. Будущее за нанозлектроникой. Интервью национальному центру по науке и инновациям «Открытая экономика»// Гудлин Е.А. М.:Наука, 2007, 133 с.
6. Барыбин А.С., Мальчиков И.А., Александрова Н.Н. Будущее нанотехнологий в медицине// Мальчиков И.А. М.: Молекулярная медицина, 2010, № 1. 63 с.
7. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития в условиях глобального кризиса. Монография. // С.Ю. Глазьев, М.: Норма, 2010. 287 с.
8. Глазьев С.Ю., В.Е. Дементьев, С.В. Елкин и др. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. Монография// Под ред. В.В. Харитонов, М.: Тривиант, 2009. 340 с.
9. Кучерявый И.В. Перспективы развития нанозлектроники в России.// В.М. Фокин, И.Е. Шахнович, А.Н. Цаплин. М.: Нанозлектроника. 2010, №4, 56 с.
10. Менш Г.О. Если эта длинная волна провалится и оборвется: что тогда? Волны Кондратьева война и мировая безопасность // Под ред. Т.С. Девазас, М.: IOS Press, 2006. 615 с.
11. Мур Г.Э. Без экспериментов все- бесконечность: но „Бесконечность“ можно избежать! Доклад первой сессии международной конференции ISSCC// Г.Э. Мур, М.:ISSCC, 2003. 44 с.
12. Раткин М.Л. Приорететные направления и актуальные разработки в микро- и нанотехнологиях на VIII Международном форуме «Высокие технологии XXI века»// М.Л. Раткин М.:Янус-К. 2007. 253 с.
13. Хироока М. Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно - экономического развития. Доклады Академии наук// М. Хироока, М.: Наука, 2006, №6. 794 с.
14. Щука А.А. Нанозлектроника. Учебное пособие// Под ред. А.С. Сигова, М.: Бином, 2015. 345 с.

**ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОТРАСЛИ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

Козлова Анастасия Алексеевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: риски, водоснабжение и водоотведение, риск-менеджмент.

Вода – один из главных компонентов жизни для всех живых организмов.

Водоотведение и водоснабжение играет важную роль в жизни населения. Система водоотведения является важным элементом современного городского хозяйства. Сбои в работе систем водоснабжения и водоотведения могут привести к негативным последствиям, рискам, связанными с ухудшением санитарно-эпидемиологической и экологической ситуаций в городе. Регулирование отношений в сфере водоснабжения и водоотведения осуществляется согласно требованиям Федерального закона N 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» [1].

С целью повышения безопасности и эффективной работы, предприятию необходимо постоянно проводить работу по снижению рисков и ликвидации источников их возникновения.

Риск – влияние неопределённости на цели [2].

Зная, с какими рисками столкнулось предприятие, можно применить стратегии и приёмы по устранению возникших рисков. Управление рисками является составной частью обеспечения результативности доходов деятельности предприятия.

Управление рисками (риск-менеджмент) – процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией [3].

ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководства» устанавливает ряд принципов, которые необходимо выполнять для того, чтобы менеджмент риска был эффективным и позволял предприятию обеспечивать бесперебойное и безопасное для потребителей водоснабжение [2].

Этапы внедрения процесса риск-менеджмента на примере предприятия, осуществляющего водоснабжение жителей г. Владивостока, г. Артёма и юга Приморского края является КГУП «Приморский Водоканал», представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1. Этапы внедрения процесса риск-менеджмента на предприятии отрасли водоснабжения и водоотведения

Наименование этапа	Краткая характеристика
1	2
1. Определение ситуации	Формулируются цели, определяются внешние и внутренние параметры, которые необходимо принимать во внимание при управлении рисками, определяется область применения и критерии риска для процесса.
2. Оценка риска	Выполняется полный процесс идентификации риска, анализа риска и оценивания риска.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

3. Воздействие на риск	Этап включает в себя: - выбор вариантов воздействия на риск; - документальная подготовка планов воздействия на риск и их реализация.
4. Мониторинг и пересмотр	Определены ответственные за проведение мониторинга и пересмотра. Осуществление регулярных проверок и надзора.
5. Регистрация процесса риск-менеджмента	Регистрация данных процесса риск-менеджмента.

Из рассмотренных в таблице 1 этапов внедрения риск-менеджмента рассмотрим более подробно требования нормативных актов к проведению оценки рисков на предприятии. Анализ требований нормативных актов к проведению оценки рисков на КГУП «Приморский Водоканал» представлен в таблице 2 [4-7].

Таблица 2. Анализ требований нормативных актов к проведению оценки рисков на КГУП «Приморский Водоканал»

Наименование нормативного документа	Краткая характеристика
ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска»	Содержит рекомендации по выбору и применению методов оценки риска. Входы для идентификации: опыт сотрудников, план управления рисками Центральной лаборатории, опыт сотрудников лаборатории, входы других процессов. Выходы: перечень, список или условия возникновения рисков.
ГОСТ Р 51901.21-2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения»	Устанавливает общие принципы разработки и ведения реестра риска и требования к персоналу, ответственному за составление реестра риска устанавливает.
ГОСТ Р 51901.22-2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения»	Регламентирует правила построения реестра риска.
ГОСТ Р 51901.23-2012 «Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска»	Устанавливает общие принципы опасных событий и инцидентов для включения в реестр риска.

Выполнение требований нормативных актов, выявленных, в таблице 2 позволит КГУП «Приморский Водоканал» в полном объеме оценить риски, возникающие в процессе деятельности и внедрить риск-менеджмент на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. О водоснабжении и водоотведении (с изменениями на 29 июля 2018 года): федеральный закон N 416-ФЗ от 07 декабря 2011 г. Принят Гос. Думой 23 ноября 2011 г. // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902316140>
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2011-09-01 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-31000-2010>.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

3. Батова И.Б. Классификация рисков и причины их возникновения // Международный студенческий научный вестник // [Электронный ресурс]: - режим доступа: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=11976> (дата обращения: 20.11.2018)
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска. Введ. 2012-12-01 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083>
5. ГОСТ Р 51901.21-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения. Введ. 2013-12-01 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200100074>
6. ГОСТ Р 51901.22-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Правила построения. Введ. 2013-12-01 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200100075>
7. ГОСТ Р 51901.23-2012 Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска. Введ. 2013-12-01 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200100076>.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ
СООТВЕТСТВИЯ В СТРАНАХ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА
НА ПРИМЕРЕ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Кондратенко Марина Сергеевна, Поцулин Антон Дмитриевич,
Олейник Евгения Анатольевна*

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации сертификации
Научный руководитель: Чуднова Ольга Александровна, канд. физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова: подтверждение соответствия, международная аккредитация, стандартизация.

В современном мире стандартизация является важным инструментом обеспечения торговых потоков между странами. Деятельность по стандартизации в Китайской Народной Республике контролирует SAC (Standardization Administration of the People's Republic of China) - Управление по стандартизации Китая, созданный в 2001 году. SAC представляет КНР в международных и региональных организациях по стандартизации, таких как ISO, ИЕС и др. Управление по стандартизации осуществляет деятельность по следующим направлениям:

1. формулирование и внедрение политики в области стандартизации;
2. разработка и координация программы национальной стандартизации;
3. разработка и пересмотр государственных законов и руководящих документов по стандартизации;
4. контроль процессов разработки, утверждения, регистрации, публикации, пересмотра и отмены национальных стандартов [1].

Существуют обязательное и добровольное подтверждение соответствия.

Подтверждение соответствия проводится в организациях, уполномоченных Государственной комиссией по сертификации и аккредитации КНР. В соответствии с Положением «О сертификации и аккредитации» Органы по подтверждению соответствия должен действовать как организация по предоставлению услуг, иметь четко сформулированную политику, представлять собой самостоятельное юридическое лицо или часть юридического лица. При создании органа должны соблюдаться определенные условия, такие как: наличие стационарных и необходимых помещений, наличие системы управления, отвечающей требованиям сертификации и аккредитации, необходим уставной капитал не менее 3 000 000 юаней, штат сотрудников должен иметь не менее десяти специалистов по сертификации в соответствующих областях [2].

Орган по сертификации для участия в деятельности по сертификации продукции дополнительно должен иметь техническую компетентность в тестировании или инспекции, сопоставимую с соответствующей деятельностью по сертификации продукции.

При создании организации с участием иностранного капитала, выполняющей работы по сертификации продукции, орган должен отвечать дополнительным требованиям: указанным в след нормативных документах:

- Закон КНР «О предприятиях иностранного капитала»;
- Закон КНР «О совместных кооперационных предприятиях китайского и иностранного капитала»;
- Закон КНР «О совместных паевых предприятиях китайского и иностранного капитала» и другие законы и подзаконные акты.

Орган по подтверждению соответствия должен соблюдать принципиальные правила сертификации и конкретные правила и процедуры сертификации при осуществлении сертификации. Сотрудники, работающие в органе по аудиту должны быть квалифицированными, а также сертифицированы и зарегистрированы во всекитайской системе.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Система качества, разработанная и действующая в органе по подтверждению соответствия, должна быть документирована. Орган обязан располагать соответствующими материальными ресурсами.

Сертификат о соответствии требованиям сертификации продуктов, услуг или системы управления заявителю предоставляется своевременно. Орган по подтверждению соответствия может разработать свой собственный знак соответствия и представить сертификационную марку в орган по сертификации и аккредитации Государственного совета для записи. За сертифицированными продуктами, услугами или системами управления органом по подтверждению соответствия должен проводиться эффективный последующий надзор.

Порядок прохождения процедуры подтверждения соответствия в Китае и технические требования для различных видов продукции установлены Государственной комиссией по сертификации и аккредитации.

Были проанализированы международные системы подтверждения соответствия, рассмотрены общие требования аккредитации к органам по подтверждению соответствия в Российской Федерации и Китайской Народной Республике. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ этапов аккредитации органов по подтверждению соответствия в КНР и РФ.

Этап аккредитации	Китай	Россия	
Подача заявки	1) форма заявки на аккредитацию; 2) документы, подтверждающие создание органа по ПС и сферу деятельности сертификационных услуг; 3) регистрационные документы, демонстрирующие статус юридического лица заявителя; 4) документация системы управления качеством; 5) анализ конфликтов интересов между предпринимательской деятельностью связанных лиц и деятельностью по сертификации заявителя и соответствующими разъяснениями по вопросам управления; 6) доказательства договоренности о юридических обязательствах, вытекающих из деятельности по сертификации, которую несет заявитель.	1) форма заявки; 2) руководство по качеству; 3) приказ о создании органа по ПС; 4) перечень организаций, взаимодействующих с органом по ПС; 5) проект договора на проведение аккредитации; 6) заверенная копия положения (устава) организации.	
Оплата работ по аккредитации	Заявители оплачивают подачу заявки в соответствии с CNAS-RC04: Правила взимания сборов за аккредитацию органов по ПС при подаче заявки на аккредитацию.	Работа по аккредитации оплачивается органом по ПС в соответствии с договором.	
Экспертиза документов	CNAS рассматривает материал заявки в течение 30 рабочих дней после получения заявки и разрешения любых различий в понимании между обеими сторонами. При необходимости организовывается предварительный визит к заявителю.		
	Если рассмотрение заявки прошло, CNAS от-	Если заявитель не может удовлетворить требованиям	При положительных результатах экспертизы и при-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

	<p>правит уведомление о принятии заявителю и подписывает с заявителем Аккредитационный договор</p>	<p>заявки, CNAS направит уведомление об отказе заявителю и объяснит причины отказа. Если заявитель не согласен с отказом, он может подать апелляцию в соответствии с правилами, указанными в CNAS-R03: «Правила обращения с апелляциями, жалобами и спорами».</p>	<p>принятии решения о продолжении работ по аккредитации центральный орган формирует комиссию по проверке организации-заявителя.</p>	<p>тральный орган принимает решение о мотивированном отказе</p>
<p>Аттестация организации-заявителя комиссией</p>	<p>CNAS проводит оценку в соответствии со спецификациями аккредитации и оценивает компетентность и соответствие сертификации и эффективность ее работы. Оценка включает обзор документов, оценку офиса и оценку свидетелей, если это необходимо. Оценка аккредитации включает также оценку лабораторий. CNAS оценивает руководство органов по ПС субподрядного органа. Когда это необходимо, CNAS оценивает субподрядный орган, чтобы проверить, соответствует ли орган по ПС их субподрядного органа требованиям соответствующих спецификаций аккредитации.</p>		<p>Проверяются соответствие фактического состояния организации-заявителя требованиям представленных документов и его способность выполнять заявленные функции. Для этого организация-заявитель в присутствии комиссии проводит контрольную сертификацию конкретной продукции. По результатам аттестации составляется акт, который доводится до сведения организации-заявителя.</p>	
<p>Принятие решения об аккредитации по результатам экспертизы и аттестации</p>	<p>Основываясь на результатах оценки, руководитель группы составляет отчет об оценке аккредитации и представляет его в CNAS. CNAS представляет официальный отчет об оценке заявителю после принятия решения об аккредитации. CNAS рассматривает отчет об оценке, документы, представленные заявителем, и связанную с ними информацию и принимает решения об аккредитации.</p>		<p>Решение об аккредитации органа по ПС принимается центральным органом Системы после рассмотрения всей полученной информации о его состоянии и готовности к аккредитации, а также после оценки необходимости наличия в данном регионе органа по ПС продукции, указанной в области его аккредитации.</p>	
<p>Оформление, регистрация и выдача аттестата аккредитации и лицензии</p>	<p>CNAS выдает сертификат об аккредитации с подписью уполномоченного лица CNAS заявителю. Срок действия свидетельства об аккредитации составляет четыре года. CNAS публикует объявление об аккредитации для общественности и представляет аккредитованные органы по сертификации в каталоге аккредитации CNAS. Аккредитованные сертификационные органы объявляют аккредитованный центр по ПС в открытых документах или другим подходящим способом и</p>		<p>Утверждение Положения об органе по ПС; Оформление и выдача организации-заявителю аттестата аккредитации и лицензию на выдачу сертификатов и знака соответствия, утверждают область аккредитации; Регистрация орган по ПС в Государственном реестре Системы. Срок действия аттестата аккредитации не должен превышать 5 лет.</p>	

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

	выдают сертификаты с аккредитационными знаками CNAS в рамках своей аккредитованной сферы сертификации.	
Заключение договора о лицензионных платежах		Между аккредитованным и центральными органами Системы заключается договор о лицензионных платежах.

Государственный орган по сертификации системы качества (CNAS) является главным государственным органом по сертификации в Китае. Он уполномочен, и действует как самостоятельное юридическое лицо, реализует систему аккредитации и осуществляет надзор за органами по сертификации.

В своей деятельности CNAS руководствуется «Законом о качестве продукции в КНР», а также собственными инструкциями, составленными в соответствии с руководствами ИСО/МЭК, а также документами международного аккредитационного форума IAF (International Accreditation Forum, Международный форум по аккредитации).

Нормативные документы, регламентирующие требования к органам по подтверждению соответствия (сертификации) в Китае и России представлены в таблице 2.

Таблица 2. Нормативные и нормативно-правовые документы, содержащие требования к органам подтверждения соответствия

Наименования нормативного документа	Содержание нормативного документа
<i>Китайская Народная Республика</i>	
Положение Китайской Народной Республики о сертификации и аккредитации	Регулирование деятельности по сертификации и аккредитации, улучшения качества продукции, услуг и уровня управления, а также содействия экономическому и социальному развитию.
Закон Китайской Народной Республики об инспекции импортных и экспортных товаров	Совершенствование инспекции импортных и экспортных товаров, регулирования инспекции импортных и экспортных товаров, защиты общественных интересов, законных прав и интересов сторон, участвующих в внешней торговле, и содействия планомерному развитию экономических и торговых отношений Китая с другими странами.
Закон о стандартизации Китайской Народной Республики	Развитие социалистической сырьевой экономики, содействия техническому прогрессу, повышению качества продукции, повышению социальных и экономических выгод, защиты интересов государства и народа и обеспечения стандартизации потребностей социалистической модернизации и развитие экономических отношений с зарубежными странами.
Закон Китайской Народной Республики о качестве продукции	Усиление надзора и контроля за качеством продукции, повышения качества продукции, определения связанной с ней ответственности, защиты законных прав и интересов потребителей и защиты социально-экономического порядка.
<i>Российская Федерация</i>	
Требования к органам по сертификации. Порядок их аккредитации	Основные требования, которым должен соответствовать орган по сертификации продукции и услуг.
ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012 Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг	Стандарт устанавливает требования, соблюдение которых гарантирует, что органы по сертификации используют схемы, содействующие признанию и принятию сертифицированной продукции, сертифицированных процессов и услуг на национальном и международном уровнях и развитию международной торговли. Стандарт можно использовать как документ, устанавливающий критерии аккредитации или паритетной оценки, или для назначения органами государственной власти, владельцев схем и других сторон.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

ГОСТ ISO/IEC Guide 65-2012 Общие требования к органам по сертификации продукции	Стандарт устанавливает требования, соблюдение которых обеспечивает гарантии того, что органы по сертификации действуют в системах сертификации третьей стороной последовательно и надежно, облегчая тем самым их принятие на национальной и международной основе и содействуя таким образом развитию международной торговли. Кроме того, требования, содержащиеся в стандарте, следует рассматривать как общие критерии для организаций, действующих в системе сертификации продукции. Эти требования могут быть расширены применительно к конкретным промышленным или другим секторам или если во внимание принимать специальные требования, такие как охрана здоровья и безопасность.
---	---

В настоящее время Управление по стандартизации Китайской Народной совместно с Российской Федерацией ратифицирует международные организации по стандартизации и подтверждению соответствия, такие как Международная Организация по стандартизации (ISO), Международная Электротехническая Комиссия (IEC), Международная электротехническая комиссия (IEC), Европейский институт телекоммуникационных стандартов (ETSI) [3-5].

Активное участие в международной деятельности по стандартизации является приоритетным направлением деятельности работы по стандартизации. В соответствии с политикой открытия для внешнего мира, действующей в стране, Управление по стандартизации Китайской Народной Республики принимает активное участие в международной деятельности по стандартизации, а также информационном обмене с другими странами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 Китайская национальная служба аккредитации для оценки соответствия URL: <https://www.cnas.org.cn/english/introduction/index.shtml> (дата обращения 30.11.18)

2 Китайская национальная служба аккредитации для оценки соответствия. Положения Китайской Народной Республики о сертификации и аккредитации. URL: <https://www.cnas.org.cn/english/lawsandregulations/12> (дата обращения 30.11.18)

3 Международная организация по стандартизации. URL: <https://www.iso.org/ru/members.html> (дата обращения 30.11.18)

4 Международный электротехническая комиссия. URL: <https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:5:0##ref=menu> (дата обращения 30.11.18)

5 Европейский институт телекоммуникационных стандартов URL: <https://www.etsi.org/membership/current-members> (дата обращения 30.11.18)

6 Федеральная таможенная служба. Таможенная статистика внешней торговли URL: http://stat.customs.ru/apex/f?p=201:4:12200177651112::NO::P4_REQUEST:NEW (дата обращения 30.11.18)

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС «УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЙ»

Логинова Эмма Вадимовна, Макаров Владислав Игоревич

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент*

Ключевые слова: модель затрат, управление устройствами для мониторинга и измерений, процессный подход управления затратами.

Глобализация мировой экономики и высокая конкуренция на внутренних и внешних рынках вынуждают предприятия, которые стремятся выживать и развиваться, искать способы получения дополнительных конкурентных преимуществ. В качестве одной из составляющих конкурентоспособности является величина затрат на создание качественного продукта и ее сравнение с аналогичными затратами конкурентов. В связи с этим производители стремятся минимизировать затраты, которые связаны с созданием качественного продукта. Поэтому управление затратами на качество приобретает все большее значение.

Началом исследований экономических аспектов качества являются работы Уолтера Эндрю Шухарта в середине 20-х годов XX века.

В 40-е годы ключевой работой стала монография Джозефа Джурана, в которой была предложена первая полная концепция управления затратами, составляющими стоимость качества, предложена классификация и приведен расширенный состав затрат на обеспечение качества. Это была первая работа, в которой подробно рассматривались экономические вопросы обеспечения качества продукции.

Первые отечественные разработки в области управления затратами на качество, появились в конце 60-х годах. В 1970 году исследования по этой проблеме стали проводиться ленинградской школой ученых экономистов под руководством профессора Е.М. Карлика. Исследования касались определения и классификации затрат на качество, а в дальнейшем были направлены на разработку концепции и методов учета затрат. В тоже время использование разработок зарубежных экономистов было практически невозможным. Это связано с тем, что разработки отечественных ученых опираются на совершенно другую систему ценообразования, планирования и учета затрат, чем за границей. В отечественных исследованиях основной задачей было повышение экономической эффективности в целом, и проблемы управления качеством на предприятиях рассматривались исключительно в этом контексте, тогда как зарубежные исследования были направлены на решение проблем отдельных предприятий и организаций.

Понимание важности и необходимости управления затратами на качество привело к созданию соответствующих государственных стандартов, которыми стали стандарты, идентичные стандартам Великобритании BS 6143.1 – 1992 и BS 6143.2 – 1992, ГОСТ Р 52380.1 – 2005 «Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс» и ГОСТ Р 52380.2 – 2005 «Руководство по экономике качества. Часть 2. Модель предупреждения, оценки и отказов» [1,2].

В течение длительного времени концепция модели затрат на качество предполагала, что конкретные затраты в той или иной степени связаны с качеством конечного результата. В отличие от этого, в рамках Всеобщего менеджмента качеством вся хозяйственная деятельность связана с процессами, и поэтому модель затрат должна отражать общие затраты на каждый процесс, а не случайно выбранные затраты на качество.

Существует множество методов управления затратами. В тоже время в современной практике управления появляются новые подходы. Одним из самых обсуждаемых на теоретическом и практическом уровнях в последнее время является процессный подход управления затратами. Преимуществом управление затратами на процесс является возможность выявления источников неэффективных затрат, оптимизации, с целью снижения затрат в преобразуемых процессах и процессах, связанных с ними.

Рассматриваемый метод состоит из следующих этапов:

1. Построение модели процесса.
2. Подготовка модели затрат на процесс.
3. Анализ затрат на процесс.
4. Улучшение процесса.

Разработка модели затрат на процесс является один из наиболее важных этапов. Для каждой работы (операции) выделяются затраты на соответствие и вследствие несоответствия.

1. Затраты на соответствие – это внутренние затраты на обеспечение наиболее эффективным способом соответствия продукции или услуг установленным стандартам, определяемым заданным процессом [1].

2. Затраты вследствие несоответствия – стоимость затраченных времени, материалов и ресурсов, связанных с процессом поступления, производства, отгрузки и исправления несоответствующей продукции и услуг [1].

Модель процесса «Управления устройствами для мониторинга и измерений» представлена в виде карты, на которой для идентификации каждого вида ресурсов и затрат указаны все материальные потоки (рис.1).

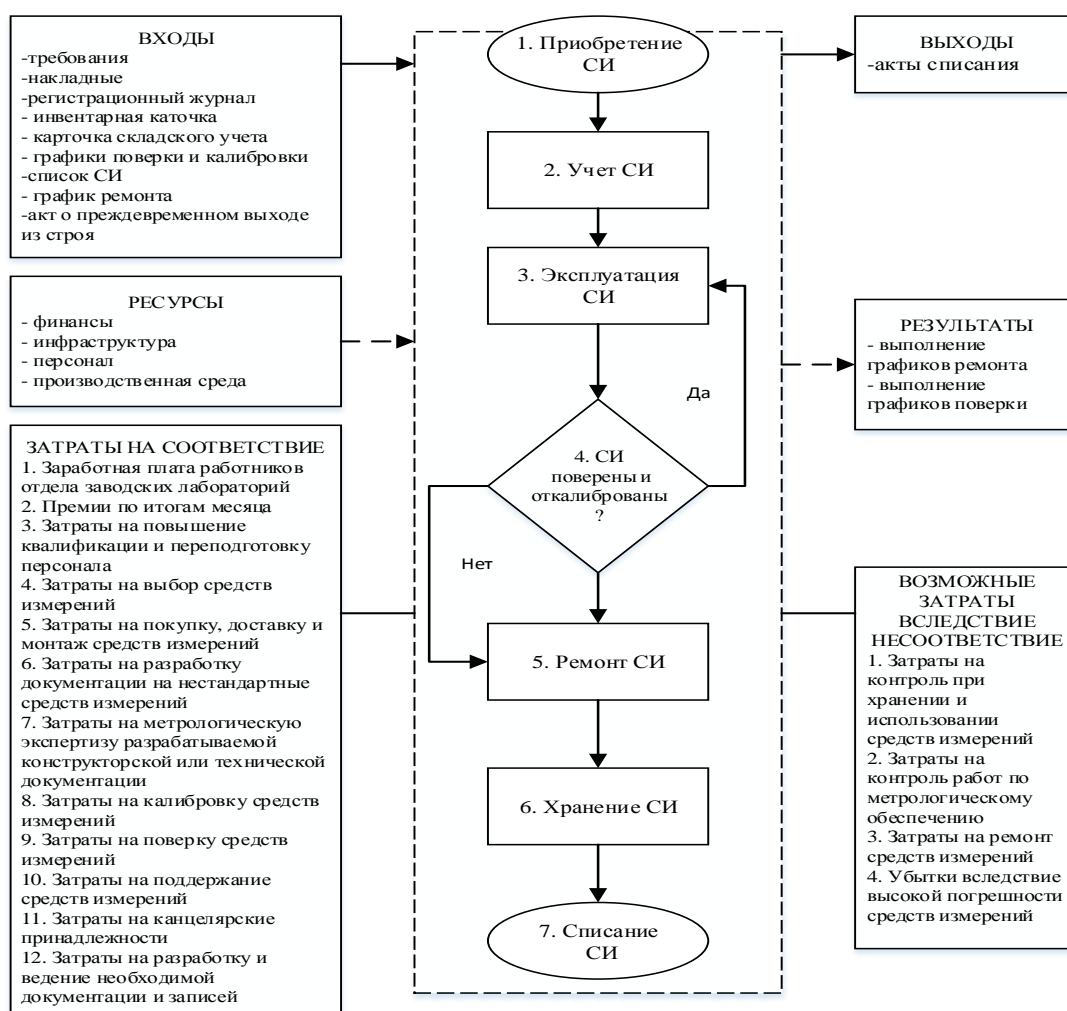


Рис. 1. Модель процесса «Управления устройствами для мониторинга и измерений».

Мониторинг и анализ модели затрат на процесс позволяют определить не только наиболее значимые из них, но и также источник их возникновения.

При формировании модели затрат необходимо провести анализ использованных финансовых ресурсов на затраты на качество для процесса «Управление устройствами для мо-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

нитинга и измерений». Составленный пример сметы затрат на качество для процесса «Управление устройствами для мониторинга и измерений» представлен в таблице 1.

Таблица 1. Пример сметы затрат на качество для процесса «Управление устройствами для мониторинга и измерений» на год

Наименование статей затрат	Положительные затраты		Отрицательные затраты	
	Капитальные, тыс.руб.	Текущие, тыс.руб.	Отрицательные необходимые затраты, тыс.руб.	Убытки, тыс.руб.
1. Заработная плата работников отдела заводских лабораторий		512		
2. Премии по итогам месяца		154		
3. Затраты на повышение квалификации и переподготовку персонала	30			
4. Затраты на выбор средств измерений	отсутствуют			
5. Затраты на покупку, доставку и монтаж средств измерений	12			
6. Затраты на разработку документации на нестандартные средства измерений	отсутствуют			
7. Затраты на метрологическую экспертизу разрабатываемой конструкторской или технической документации	15			
8. Затраты на калибровку средств измерений	12			
9. Затраты на поверку средств измерений	14			
10. Затраты на поддержание средств измерений		9		
11. Затраты на канцелярские принадлежности		7		
12. Затраты на разработку и ведение необходимой документации и записей		7		
13. Затраты на контроль при хранении и использовании средств измерений			14	
14. Затраты на контроль работ по метрологическому обеспечению			13	
15. Затраты на ремонт средств измерений				27
16. Затраты вследствие высокой неточности средств измерений				5
ИТОГО по группам:	83	689	27	32
ИТОГО:				831

Затраты на выбор средств измерений и на разработку документации на нестандартные средства измерений отсутствуют, потому что закупки были в предыдущем году.

Проведя анализ сметы затрат, можно сказать, что в первую очередь нужно работать с затратами на ремонт средств измерений и вследствие высокой неточности средств измерений, так как они приносят убытки. Причинами ремонта средств измерений являются износ, перегрузки, неправильная эксплуатация, а причинами высокой неточности средств измере-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

ний является использование не поверенных средств измерений, погрешности, вызванные внешними факторами. Для того, чтобы их уменьшить необходимо повысить квалификацию персонала, соблюдать правила хранения, периодически проверять и ремонтировать средства измерения, проводить тщательный их осмотр перед работой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 52380.1-2005. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс – Введ. 2006-02-01. М.: Стандартиформ, 2005. – 24 с.
2. ГОСТ Р 52380.2 – 2005 Руководство по экономике качества. Часть 2. Модель предупреждения, оценки и отказов – Введ. 2006-02-01. М.: Стандартиформ, 2005. – 12 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА «ГАЛСТУК-БАБОЧКА»
ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ**

Логинова Эмма Вадимовна, Макаров Владислав Игоревич

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент

Ключевые слова: риск, управление рисками, методы идентификации рисков.

Во всех сферах деятельности любого предприятия существуют риски, которые влекут за собой потери финансовых и временных ресурсов. Но для снижения степени отрицательных воздействий рисков на деятельность организации необходимо проводить мероприятия по их снижению.

Риск – это влияние неопределенности, и любая такая неопределенности может иметь положительные или отрицательные воздействия [1].

Составление системы классификационных признаков риска дает понимание его природы, позволяет установить структурные характеристики, и разрабатывать мероприятия, которые позволяют снижать уровень риска по результатам его оценки (рис. 1).

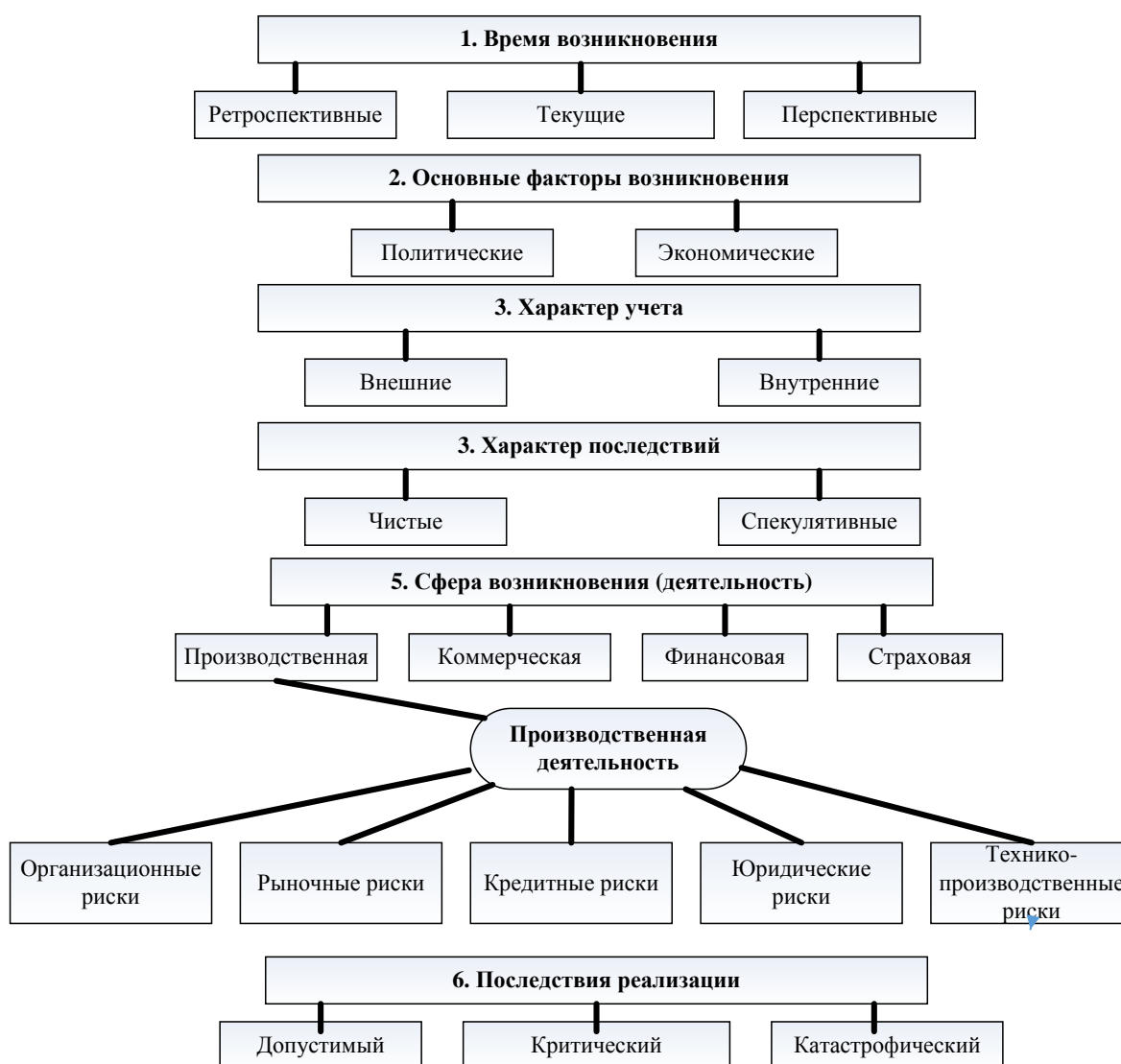


Рис.1. Классификация рисков.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Управление рисками – это процессы, которые связаны с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, включающие максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных ситуаций (рис.2) [3].



Рис.2. Процесс управления рисками.

Основные этапы процесса управления рисками более подробно описаны в таблице 1.

Таблица 1. Основные этапы процесса управления рисками

Стадия	Характеристика
1. Взаимодействие и консультирование	На каждой стадии процесса риск-менеджмента необходимо взаимодействовать и проводить консультации со всеми участниками этого процесса
2. Определение контекста риск-менеджмента	Необходимо обозначить внешние характеристики предпринимательской среды, внутренние параметры организации, а также параметры риск-менеджмента, в которых будет реализовываться процесс
3. Идентификация рисков	Следует определить, где, когда, почему и как рискованные ситуации могут помешать, ослабить, задержать или благоприятствовать достижению запланированных результатов (целей)
5. Анализ рисков	Необходимо определить последствия, вероятность возникновения и уровень риска, а также причины и факторы возникновения рискованных ситуаций
6. Оценка рисков	Осуществляется сравнение уровня риска с ранее установленными критериями. В соответствии с полученными данными и параметрами модели риск-менеджмента определяется баланс между потенциальными выгодами и негативными последствиями
7. Принятие и реализация рискованного решения	Производится разработка и внедрение специализированных экономически целесообразных стратегий и планов мероприятий, их целью является увеличение потенциальной выгоды и сокращение потенциальных издержек, которые возникают впоследствии рискованных ситуаций
8. Мониторинг и анализ	Необходимо проводить мониторинг эффективности всех этапов процесса управления рисками для постоянного улучшения деятельности

Риск-менеджмент можно применять на различных уровнях организации. На каждой стадии процесса следует вести записи, позволяющие регистрировать информацию о функци-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

онировании процесса риск-менеджмента, которая необходима для контроля и улучшения этого процесса.

Процесс идентификации является стартовым этапом процедур по работе с рисками, помогающим выявить и первоначально оценить риск, поэтому необходимо рассказать о доступных инструментах, с помощью которых процесс идентификации воплощается на практике.

Существует множество способов классификации и, соответственно, идентификации рисков. Часть из них является строго формальными и математическими, часть из них менее формальны и доступны для применения в широких аудиториях специалистов, вне зависимости от уровня предварительной специальной подготовки к деятельности по анализу рисков.

Наиболее правильно, при работе с рисками, является использование не одного метода, а применение нескольких, которые должны образовать комплекс методов, учитывающих всю специфику и особенности конкретных рисков, для решения поставленной задачи. Каждый из методов не является абсолютной истиной, любой из них должен модифицироваться и адаптироваться под конкретные нужды путем усовершенствования и, в дальнейшем, эволюционирования и развития [2].

На выбор конкретного метода или комплекса методов по работе с рисками влияют различные факторы, такие как доступность квалифицированных ресурсов, характер и степень неопределенности данных и информации, а также сложность метода для его применения. Перед тем, как выбрать тот или иной метод, необходимо провести исследование, целью которого является обоснование выбора конкретных методов идентификации риска с указанием их приемлемости, пригодности и применимости в заданных условиях функционирования.

Наиболее популярные и хорошо себя зарекомендовавшие на практике методы являются:

1. метод мозгового штурма;
2. метод Делфи;
3. «Карточки Кроуфорда»;
4. метод «Галстук бабочка»;
5. SWOT анализ;
6. метод номинальных групп;

Все представленные здесь методы относятся к группе экспертных методов выявления рисков. Самое главное, при работе с экспертными методами, это четкая фокусировка на конечном результате. Экспертная группа, задействованная в работе по анализу и управлению рисками, должна четко сформировать список наиболее важных рисков, причин их возникновения, возможную степень угрозы и последствия. Это является достаточной почвой для дальнейшего функционирования процедур домена рисков.

Ниже приведены примеры идентифицированных производственных рисков с использованием метода «Галстук-бабочка» (рис.3,4,5).

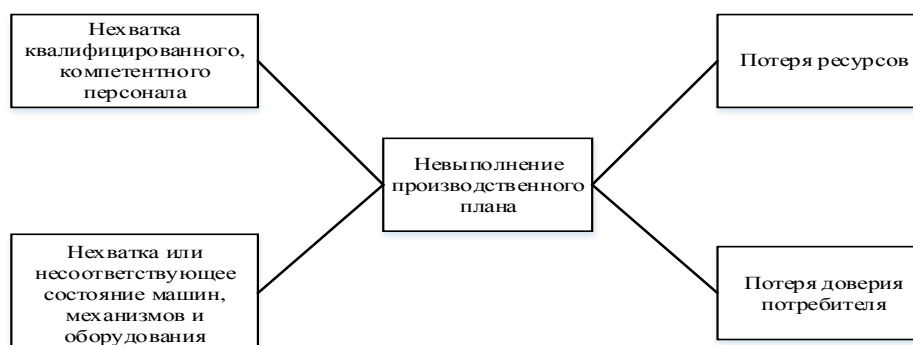


Рис.3. Диаграмма «Галстук-бабочка».

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

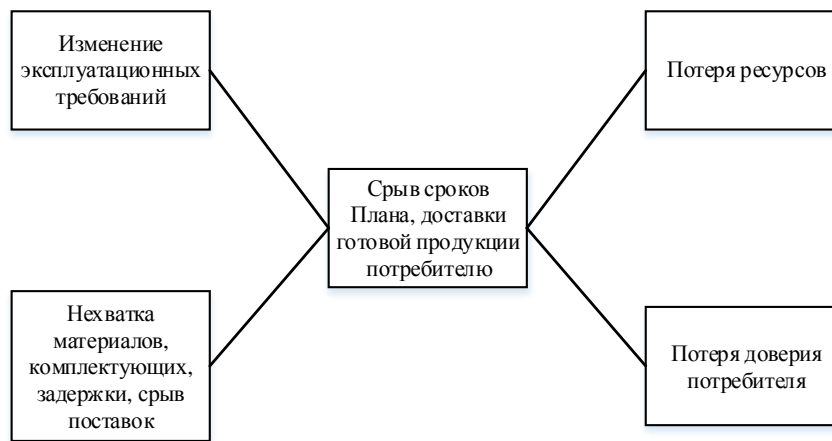


Рис.4. Диаграмма «Галстук-бабочка».

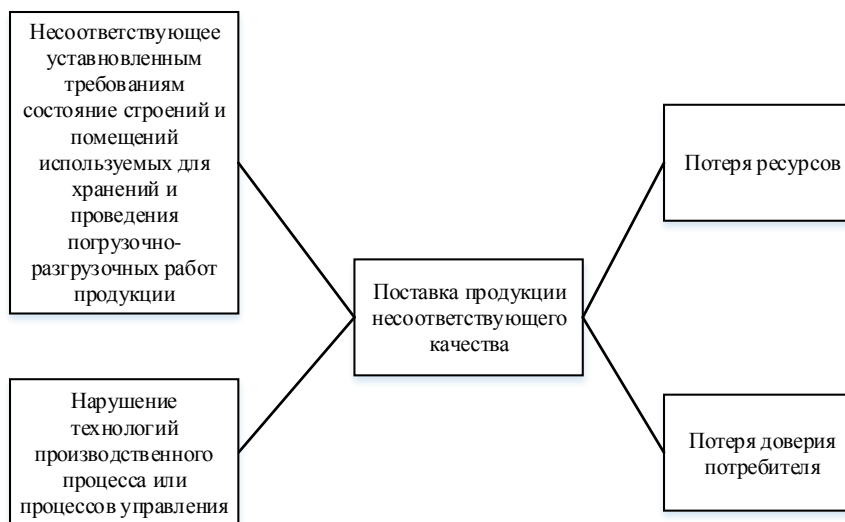


Рис.5. Диаграмма «Галстук-бабочка».

Данный метод может быть использован при управлении рисками на любом промышленном предприятии. После того, как были идентифицированы все риски, создается Реестр рисков, который позволяет руководству организации проанализировать все источники и последствия рисков и запланировать мероприятия по снижению или устранению негативных рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2011-09-01. М.: Стандартинформ, 2012. 26 с.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2012. 74 с.
3. Фомичев А.Н. Риск-менеджмент: учебник. М.: Дашков и К, 2016. 376 с.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЗАТРАТ НА ПРОЦЕСС
ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Логинова Эмма Вадимовна, Макаров Владислав Игоревич

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Короткова Татьяна Викторовна, доцент*

Ключевые слова: метрологическая экспертиза, экономика качества, затраты, модель затрат, процессный подход.

В своевременном мире основой для улучшения качества и производительности, как на сервисных, так и на производственных предприятиях является всеобщий менеджмент качества, который требует управления процессами. В любом процессе используются различные ресурсы, а хозяин процесса нуждается в средстве, позволяющем контролировать затраты, связанные с этим процессом, а также принимать меры к их минимизации. Одним из способов контроля затрат на любой процесс является создание модели затрат.

Модель затрат на качество процессов основана на классификации затрат по принципу полезности, то есть «затраты полезные» и «затраты бесполезные» – убытки.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», одним из основных преимуществ использования процессного подхода для построения системы менеджмента качества является то, что в этом случае существует возможность рассматривать процессы с точки зрения добавленной ценности и достижения результатов в показателях работы и эффективности [1].

Таким образом, одной из основных характеристик процессов следует считать их эффективность. А это значит, что модель менеджмента затрат на качество процессов, с одной стороны, полностью соответствует международным требованиями к системам менеджмента качества, а с другой стороны, направлена не только на повышение удовлетворенности потребителей, но и на достижение финансовых результатов и выгод организации – производителя.

Процессная модель представляет собой систему взаимодействующих процессов, каждый из которых, влияет на функционирование, как других процессов, так и системы в целом. Связи между процессами проявляются в том, что результат выполнения одного процесса влияет на издержки и эффективность других процессов. Таким образом, мониторинг затрат на качество, связанных с качеством модели процесса, дает наиболее полную картину информации о состоянии хода финансирования процесса и позволяет проводить более глубокий анализ всей финансовой деятельности организации.

Состав затрат на качество – это совокупность затрат на все необходимые виды деятельности по обеспечению и улучшению качества объекта в соответствии с требованиями потребителей, а структура затрат на качество иерархическая зависимость групп и элементов, составляющих затраты на качество. Для каждого рассматриваемого процесса необходимо определить состав затрат в соответствии с классификацией (рис.1).



Рис. 1. Классификация затрат на качество.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Формирование экономической модели затрат процесса состоит из этапов (рис.2.).

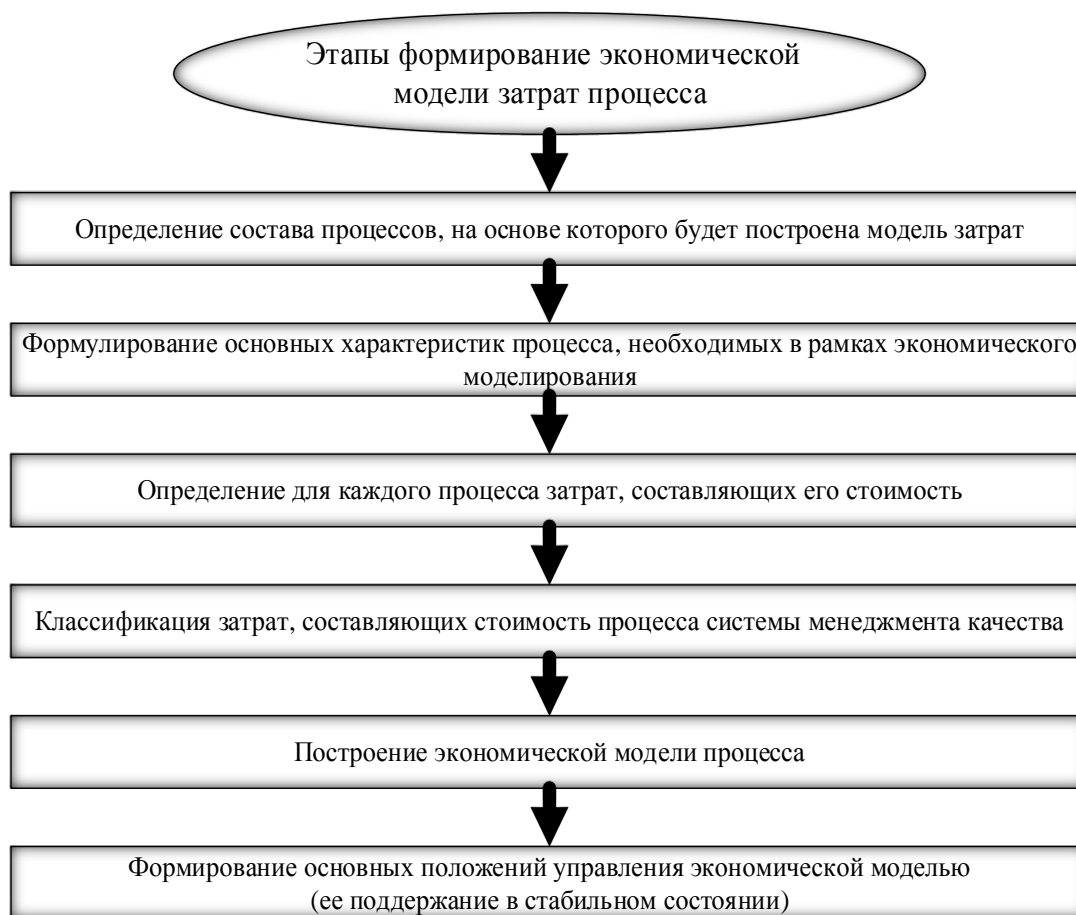


Рис. 2. Этапы формирования экономической модели затрат процесса.

Стоимость процесса будет представлять полные затраты на протекание процесса и складываться из затрат на соответствие, и затрат вследствие несоответствия, которые, в свою очередь, складываются из отрицательных необходимых затрат и убытков вследствие несоответствия.

Затраты на соответствие – это затраты на функционирование процессов в соответствие с заданными требованиями стопроцентно эффективным способом. Это означает, что результат процесса при выполнении требований к нему не может быть достигнут при более низких затратах.

Следовательно, затраты вследствие несоответствия – это затраты из-за неэффективности процесса, то есть избыточные затраты материалов, людских ресурсов, увеличение работы оборудования, возникающие вследствие несоответствий процесса (допущенных ошибок, переделок, упущенных выгод и других потерь). То есть получается, затраты вследствие несоответствия – это разница между полными затратами на реальный процесс и затратами на аналогичный практически идеальный процесс, эффективность которого максимальна. Совершенствование процесса приведет к повышению его эффективности, а значит и к изменению соотношения затраты / убытки вследствие несоответствия [2].

Для расчета затрат по процессу «Проведение метрологической экспертизы технологической документацией» необходимо построить экономическую модель затрат (рис.3.), которая позволяет видеть все статьи затрат процесса.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

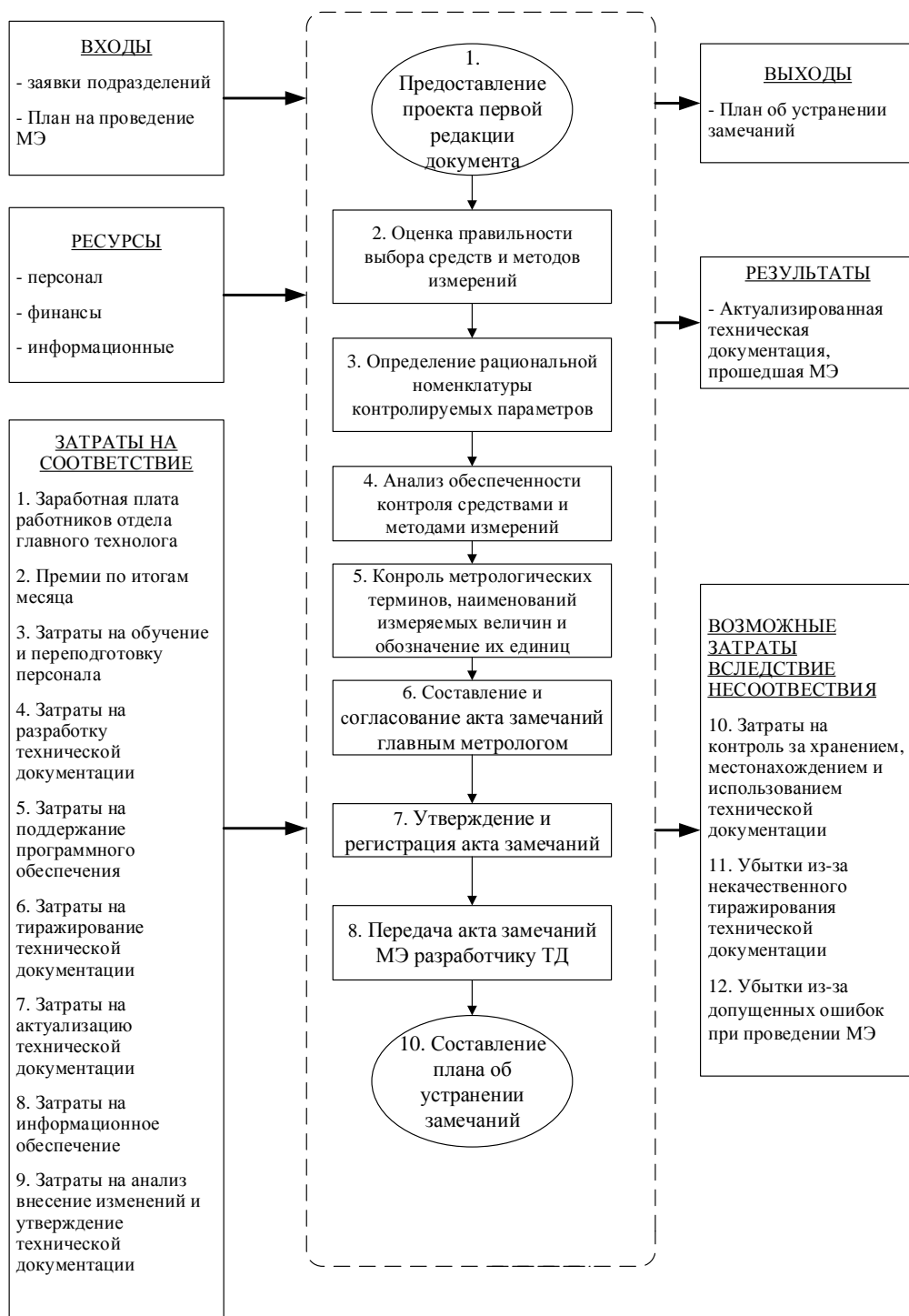


Рис. 3. Экономическая модель затрат процесса «Проведение метрологической экспертизы технологической документацией».

На основании экономической модели, можно рассчитать затраты на качество любого процесса предприятия, стоит отметить, что бюджет затрат на качество не является финансовым, а является оперативным, то есть, он показывает виды деятельности, запланированные на предстоящий период для отдельного процесса системы менеджмента качества. При этом каждый процесс соответствует конкретным статьям затрат, что позволяет сравнивать аналогичные элементы затрат на качество, чтобы выявить несоответствия между изменениями затрат и эффективностью деятельности. Пример сметы затрат на качество процесса «Проведение метрологической экспертизы технической документации» представлен в таблице 1.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Таблица 1. Пример сметы затрат на качество для процесса «Проведение метрологической экспертизы технологической документацией»

Наименование статей затрат	Положительные затраты		Отрицательные затраты	
	Капитальные, тыс.руб.	Текущие, тыс.руб.	Отрицательные необходимые затраты, тыс.руб.	Убытки, тыс.руб.
1. Заработная плата работников отдела		152		
2. Премии по итогам месяца		64		
3. Затраты на повышение квалификации и переподготовку персонала	20			
4. Затраты на обучение и переподготовку персонала	15			
5. Затраты на поддержание программного обеспечения	8			
6. Затраты на тиражирование технической документации	5			
7. Затраты на актуализацию технической документации	4			
8. Затраты на информационное обеспечение	3			
9. Затраты на анализ внесения изменений и утверждения технической документации	3			
10. Затраты на контроль за хранением, местонахождением и использованием технической документации			4	
11. Убытки из-за некачественного тиражирования технической документации				2
12. Убытки из-за допущенных ошибок при проведении МЭ				5
ИТОГО по группам:	58	216	4	7
ИТОГО:				285

Для снижения убытков и отрицательных затрат на качество необходимо провести их анализ, выявить причины и провести переподготовку персонала проведению метрологической экспертизы.

Таким образом, модель затрат на процесс облегчает фактический расчёт и может дать представление руководителю организации о текущих результатах деятельности организации и на этой базе обеспечить возможность проведения анализа отдельных процессов и обоснование новых управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования – Введ. 2015-11-01. М.: Стандартиформ, 2018. – 32 с.
2. ГОСТ Р 52380.1-2005. Руководство по экономике качества. Часть 1. Модель затрат на процесс – Введ. 2006-02-01. М.: Стандартиформ, 2005. – 24 с.

**КАПСУЛА СНА КАК ФАКТОР КОМФОРТНЫХ И
БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА**

Лукьянова Полина Александровна

*Инженерная школа; кафедра безопасности жизнедеятельности в техносфере
Научный руководитель: Агошков Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор*

Ключевые слова: капсула сна, стеклянные полые микросферы, напряженность трудового процесса.

В современном обществе все больше людей занято офисным трудом. Работа у них интеллектуальная, и на первый взгляд – очень комфортная, но это на первый взгляд. Этот труд характеризуется напряженностью трудового процесса. К нему можно отнести нахождение работника за столом в статичной позе, воздействие электромагнитных полей на организм человека во время с компьютером, искусственное освещение, выполнение различных внеурочных работ, нахождение в закрытых помещениях с неудовлетворительными параметрами микроклимата, нагрузка на глаза, напряженность кистей рук, общая малоподвижность. Несомненно, всё это не может пройти бесследно для здоровья человека. К наиболее распространенным заболеваниям, возникшим из-за напряженности можно отнести: преждевременное наступление утомления (притупления памяти и внимания, ослабление слуха и зрения, возникновение слабости), повышение частоты пульса, сухожильных рефлексов. В дальнейшем не исключаются такие процессы как постепенная потеря массы тела, бессонница, беспокойство, эмоциональная неустойчивость, изменение потенции. Человек становится уязвимым для различных инфекций. Для того чтобы снизить напряженность трудового процесса работника и минимизировать риск возникновения вышеперечисленных заболеваний, рекомендуется применение на производстве капсул сна[1].

Первыми, кто изобрел капсулы сна, стали азиатские учёные. История, культура и образ жизни Востока неразрывно связаны с техниками расслабления. Медитации и короткий дневной сон – важная составляющая жизни каждого жителя Юго-Восточной Азии. Первый образ современных капсул появился в Японии еще в прошлом веке[2].

Капсула сна представляет собой своеобразный пенал с находящейся внутри кушеткой физиологичной формы, расслабляющим звуковым сопровождением, вариантами цветного освещения и таймером. Стенки кабины не пропускают посторонние звуки, другие вредные производственные факторы, электромагнитные волны, тепловые лучи, поэтому для человека, находящегося внутри, создается ощущение полного отрешения от мира, правильно распределяется нагрузка на опорно-двигательный аппарат т.е. человек отдыхает [3].

Есть два варианта устройства этих кабин: кабина, скрывающая человека полностью и кабина, в которой закрыта лишь верхняя половина тела

Следует отметить, что второй вариант является более подходящим для офисов. Потому что, он является менее громоздким и занимает мало места.

На западе активно используется практика короткого дневного отдыха. Такие мероприятия повышают трудоспособность работника. Дневной сон стимулирует внимание и творческий потенциал работников, а также ощутимо улучшает их настроение. Надо отметить, что такой сон не должен быть продолжительным. Проснуться необходимо в быструю фазу сновидений, иначе освежающий эффект не наступит. Рекомендуется устанавливать таймер на 20 минут. Этого времени вполне достаточно, чтобы взбодриться [4].

Каждый производитель хочет придать разработанной им модели свою «фишку». Это может быть необычная форма, а кто-то использует необычный наполнитель для матрасов и пледов. Одной из таких «фишек» является наполнитель из стеклянных полых микросфер со специальным покрытием. Возможности моделировать параметры стеклянной микросферы обуславливают универсальность ее применения. Образно говоря, стеклянная микросфера востребована повсюду. Особенно востребована стеклянная микросфера в производстве облегченных пластиков, пластмасс и пластикатов. С использованием стеклянной микросферы

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

создают облегченные высокопрочные композиты. Без этих материалов немислимо современное высокотехнологичное машиностроение — космическая отрасль, самолетостроение, судостроение, автомобильная промышленность и т.д. Стеклянная микросфера используется в оборонной промышленности (например, в эмульсионных взрывчатых веществах), медицинской промышленности (для создания специальных покрытий и наполнителей для противопрележных матрасов), химической промышленности и т.д. [5].

Использование микросфер в качестве наполнителя является очень практичным, потому что гладкость и твердость стеклянной поверхности обеспечивает отсутствие абсорбции, стабильность хранения и возможность формировать стабильные эмульсии. Материалы, содержащие стеклянную микросферу в качестве наполнителя, приобретают твердость и устойчивость к внешнему воздействию (мойке, полировке и т.п.) [5].

Полые стеклянные микросферы обладают уникальным сочетанием физико-химических и механических свойств. Они обладают хорошими изолирующими свойствами. Микросферы способны отражать излучение, таким образом, такой спальный комплект возвращает человеку его же тепло, в этом и заключается его основной терапевтический эффект. Имеют способность к устранению влияния на человека геопатогенных зон и электромагнитного излучения. Помимо этого, этот спальный комплект будет иметь противоаллергические свойства. В изделии не будут заводиться пылевые клещи. Также наполнитель имеет свойство псевдоневесомости. Он идеально повторяет все контуры, какой либо части тела находящейся на ней. Вследствие этого голова и шея человека, имеют более правильное положение. Идет процесс полной релаксации и все мышцы расслабляются. И это хорошая профилактика шейного остеохондроза, сколиоза [6].

Не всегда на производстве получается достичь оптимальных показателей микроклимата. Капсула сна с наполнителем из стеклянных полых макросфер способна уменьшать вредное воздействие (если оно есть) микроклимата. Помимо того, что стеклянные полые макросферы способны отражать излучения различного рода и тем самым снижать воздействие микроклимата на организм человека, но еще они способны устранять воздействия геопатогенных зон и электромагнитного излучения. А такое свойство макросфер как псевдоневесомость, позволяет организму во время отдыха правильно распределить нагрузку на опорно-двигательный аппарат [6].

Использование капсул сна направлено, в первую очередь, на увеличения продуктивности умственного труда работников. Следовательно, установка капсул сна рекомендуется в офисах и других помещениях, где люди наиболее подвержены воздействию такого фактора как напряженный трудовой процесс. Таким образом, используя данную разработку можно существенно повысить эффективность труда и снизить уровень вредных воздействий на организм человека. Возникает вопрос, будет ли экономически выгодно приобретение капсул сна для компаний, активно использующих труд офисных работников. Приведем пример. Стоимость капсулы EnergyPod, составляет 840000 руб. (предусмотрены скидки). По расчетам компании EnergyPoint, являющейся эксклюзивным дистрибьютером капсул EnergyPod в России и СНГ, капсула сна способна принести доход бизнесу в размере 1080000 руб. в год. Средняя зарплата в Москве составляет 55000 рублей в месяц (данные Росстата) или 1800 руб. в день, а 20 минут сна дают 20% к продуктивности, т.е. 360 рублей в сутки. Для компании, в которой работает 12 человек, дополнительный доход составит 4320 руб. в сутки или 1080000 руб. в год (250 рабочих дней) [7].

Как видно из примера стоимость капсулы сна при заданных параметрах окупается примерно за 194 дня. Из этого следует, что установка в офисах таких капсул не только благотворно повлияет на трудовой процесс и здоровье работников, но и станет экономически выгодным вложением средств работодателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нервно психические нагрузки. Режим доступа: <http://pim-tpk.ru/nervno-psihicheskie-nagruzki/>. Дата обращения 17.11.2018г.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

2. СОН “КАПСУЛА”. Режим доступа: <https://info-sonnik.ru/son-kapsula/>. Дата обращения 20.11.2018г.
3. Что такое капсула для сна. Режим доступа: <http://stomatlife.ru/medicina/chto-takoe-kapsula-dlya-sna.html>. Дата обращения 25.11.2018г.
4. Сон в рабочем порядке. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/newspaper/2017/05/11/59085c9f9a7947c5981ffdac>. Дата обращения: 27.11.2018г.
5. Применение стеклянных микросфер. Режим доступа: <http://foresphere.com>. Дата обращения 30.11.2018г.
6. Свойство псевдожиткости. Режим доступа: <https://realshop5.ru/o-tekhnologii.html>. Дата обращения 1.12.2018г.
7. Невероятные приключения капсул для офисного сна в России. Режим доступа: <https://rb.ru/article/neveroyatnye-prikllyucheniya-kapsul-dlya-sna-v-rossii/7392777.html>. Дата обращения: 2.12.2018г.

**АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ И НОРМАТИВНЫХ АКТОВ В ОБЛАСТИ
УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ И РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТОВ
ДЛЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

Машевская Алена Альбертовна

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Научные руководители: Репина Ирина Борисовна, доцент;

Зотова Наталья Владимировна, доцент

Ключевые слова: управление документацией, система менеджмента безопасности пищевой продукции, система менеджмента качества

Безопасность пищевых продуктов очень важна в пищевой промышленности, так как жизненно важно производить здоровое питание для потребителей.

Создание системы менеджмента безопасности пищевой продукции является инструментом, используемым для снижения риска в отношении здоровья людей, связанное с употреблением продукции какой-либо организации [3].

Без достижения постоянного качества и безопасности пищевых продуктов невозможно обеспечение конкурентоспособности производителей пищевых продуктов. Значительное количество доступных в настоящее время стандартов и спецификаций позволяет руководству любого предприятия выбирать наиболее подходящий вариант для данного предприятия: реализовать единую систему или набор систем, которые могут представлять собой интегрированную систему управления [8].

Система менеджмента безопасности пищевой продукции базируется на документах пищевого предприятия, которыми необходимо управлять, поэтому одним из требований к системе менеджмента безопасности пищевой продукции является наличие документированной процедуры «Управление документацией».

«Управление документацией» является одной из сложных и значимых процедур системы качества. Данная процедура задает единые правила обращения с документацией, от соблюдения которых во многом зависит эффективность работы не только самой системы качества, но и организации в целом.

Требования к документированной процедуре «Управления документацией» для системы менеджмента безопасности пищевой продукции содержатся в законодательных актах представленных в таблице 1 [1-7].

Таблица 1. Анализ требований нормативных документов к документированной процедуре «Управления документацией» для системы менеджмента безопасности пищевой продукции

Наименование нормативного акта	Краткая характеристика
Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»	Устанавливает требования безопасности к пищевой продукции, а также необходимость документирования и способ документирования
ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»	Содержит требования позволяющие обеспечить безопасность пищевой продукции во всей цепи его создания вплоть до стадии конечного употребления пищевой продукции.
ГОСТ Р ИСО 22004-2017 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Руководство по применению ИСО 22000	Содержит общие рекомендации по применению ГОСТ Р ИСО 22000-2007

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования»	Устанавливает требования к системе управления качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП.
ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»	Устанавливает требования к системе менеджмента качества
ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»	Устанавливает порядок разработки, согласования, утверждения, применения, издания и отмены СТО
ГОСТ Р 1.5-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»	Устанавливает правила построения, изложения, оформления и содержания национальных стандартов

Документированная процедура «Управление документацией» содержит:

- 1) Назначение процедуры;
- 2) Область применения;
- 3) Ответственность и управление ответственностью;
- 4) Нормативные ссылки;
- 5) Термины, определения, обозначения, сокращения;
- 6) Общие положения;
- 7) Порядок управления документацией;
- 8) Ответственность и полномочия;
- 9) Анализ и оценивание процесса;
- 10) Хранения записей.

Документация, подлежащая управлению, представлена на рис. 1.



Рис. 1. Документация, подлежащая управлению.

Система менеджмента безопасности продуктов питания – часть системы менеджмента предприятия, которая управляет причинами возникновения опасных для здоровья человека

факторов на протяжении всей цепи производства продуктов питания, начиная с входных компонентов и заканчивая доставкой продукта конечному потребителю. Основой системы менеджмента безопасности продуктов питания являются планомерные и регулярные мероприятия по обеспечению безопасности продуктов питания, их компонентов и соприкасающихся с ними материалов. Одну из основных ролей в основе этой системы играет документированная процедура «Управление документацией», так как она идентифицирует процессы, полномочия и ответственность должностных лиц за выполняемую деятельность, определяющую информационные потоки при взаимодействии участников соответствующих процессов. В том числе в документированной процедуре установлено, в каких документах и кем ведутся записи, документально подтверждающие факты выполнения установленных требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования – Введ. 2015-11-01. М.: Стандартиформ, 2018. - 32 с.: ил.
2. ГОСТ Р ИСО 22000-2007 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции – Введ. 2007-12-01. М.: Стандартиформ, 2007. – 36 с.: ил.
3. ГОСТ Р ИСО 22004-2017 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Руководство по применению ИСО 22000 – Введ. 2018-04-01. М.: Стандартиформ, 2018. – 36 с.: ил.
4. ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования – Введ. 2001-07-01. М.: Стандартиформ, 2009. – 15 с.: ил.
5. ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения. – Введ. 2005-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 23 с.: ил.;
6. ГОСТ Р 1.5-2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения (с Поправкой, с Изменением N 1) – Введ. 2013-07-01. – М.: Стандартиформ, 2013. – 40 с.: ил.
7. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» – Введ. 2011-12-09. – Официальный сайт Комиссии таможенного союза, 2011. – 242 с.
8. Surkov, I. V.; Kantere, V. M.; Motovilov, K. Ya The development of an integrated management system to ensure the quality stability and food safety. Foods And Raw Materials. 2015, Vol. 3, pp. 111-119.

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕКТОРА
«СТАНДАРТИЗАЦИЯ» МЕЖДУНАРОДНОГО СОЮЗА ЭЛЕКТРОСВЯЗИ**

Мельников Павел Александрович

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: Международный союз электросвязи, сектор «Стандартизация», оперативный план развития.

Международный союз электросвязи (кратко МСЭ) - международная организация, осуществляющая работу в сфере деятельности информационного и коммуникационного обеспечения, разрабатывающая рекомендации в области телекоммуникаций и радио, а также регулирующая вопросы международного использования радиочастот [1].

Основная миссия МСЭ – обеспечить каждого человека легким и универсальным доступом к информации и связи, для устойчивого развития социально-экономических интересов всех людей [2].

На сегодняшний день рабочая деятельность МСЭ основывается на четырех стратегических задачах:

1.рост. МСЭ стремится расширить точки доступа к электросвязи, тем самым обеспечив ее широкое использование в разных частях света;

2.всеобщий охват. МСЭ ищет пути решения проблемы, связанной с барьером ограниченной возможности доступа к современным цифровым средствам коммуникации определенных групп населения (цифрового разрыва).

3.устойчивость. Руководство союза убеждено, что решение проблем, связанных с развитием электросвязи и информационных, коммуникационных технологий является частью неотъемлемого устойчивого развития всей организации, поэтому разрабатываются новые продукты и рекомендации по данному вопросу.

4.инновации и партнерство. МСЭ приспосабливается к быстроменяющейся среде в области электросвязи, посредством инновационных продуктов.

МСЭ имеет три основных направления деятельности, организованных в «секторах», которые работают через конференции и собрания. Секторы МСЭ, их основные задачи представлены на рисунке 1 [3, 4].



Рис. 1. Секторы МСЭ.

В настоящее время основными продуктами сектора «Стандартизация» являются рекомендации, которые определяют порядок функционирования и взаимодействия сетей элек-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

тросвязи. Стоит отметить, что рекомендации МСЭ не являются обязательными, но, поддерживаются многими странами, т.к. обеспечивают высокое качество и дают возможность унификации требований в области электросвязи.

В целях устойчивого развития сектора «Стандартизация», МСЭ разработал Оперативный план (ОП) на период с 2018 по 2021 года. Стратегическая основа ОП МСЭ сектора «Стандартизация» на 2018–2021 годы заключается в поставленных задачах данного сектора на рассматриваемый период, планируемых конечных результатах и показателях для измерения уровня их достижения, а также намеченных результатов деятельности организации в целом.

На основании сформулированных задач МСЭ в секторе «Стандартизация», были сформулированы планируемые конечные результаты на период развития 2018-2021 годов (таблица 1).

Таблица 1. Задачи и планируемые результаты МСЭ в секторе «Стандартизация»

Задачи	Планируемые результаты
1	2
1. Своевременно разрабатывать недискриминационные международные стандарты (Рекомендации МСЭ) и способствовать функциональной совместимости и повышению показателей работы оборудования, сетей, услуг и приложений.	1. Более широкое использование Рекомендаций МСЭ; 2. Повышение уровня соответствия Рекомендациям МСЭ; 3. Укрепление стандартов в области новых технологий и услуг.
2. Содействовать активному участию членов МСЭ, в частности развивающихся стран, в определении и принятии недискриминационных международных стандартов (Рекомендаций МСЭ) в целях преодоления разрыва в стандартизации	1. Более широкое участие развивающихся стран, в процессе стандартизации МСЭ, включая участие в собраниях, представленные вклады. 2. Расширение членского состава МСЭ, включая Членов Сектора.
1. Обеспечивать эффективное распределение ресурсов нумерации, наименования, адресации и идентификации международной электросвязи и управление ими в соответствии с Рекомендациями и процедурами МСЭ.	1. Своевременное и точное распределение ресурсов нумерации, наименований, адресации и идентификации международной электросвязи, как это указано в соответствующих Рекомендациях.
3. Способствовать приобретению и совместному использованию знаний и ноу-хау в области проводимой МСЭ деятельности по стандартизации.	1. Расширенные знания стандартов МСЭ и передового опыта по внедрению стандартов МСЭ. 2. Расширенное участие в проводимой МСЭ деятельности по стандартизации и большая осведомленность об актуальности стандартов МСЭ. 3. Повышение наглядности деятельности Сектора.
4. Расширять сотрудничество с международными, региональными и национальными органами по стандартизации и содействовать ему.	1. Расширение связей с другими организациями по стандартам; 2. Снижение количества противоречивых стандартов.

Исходя из задач и намеченных конечных результатов, были сформулированы прогнозы по распределению ресурсов. Стоит отметить, что в общее число ресурсов входят людские ресурсы, инфраструктурное распределение ресурсов, а также финансовые ресурсы. Планируемое распределение ресурсов по задачам (таблица 1) представлено на рисунке 2.

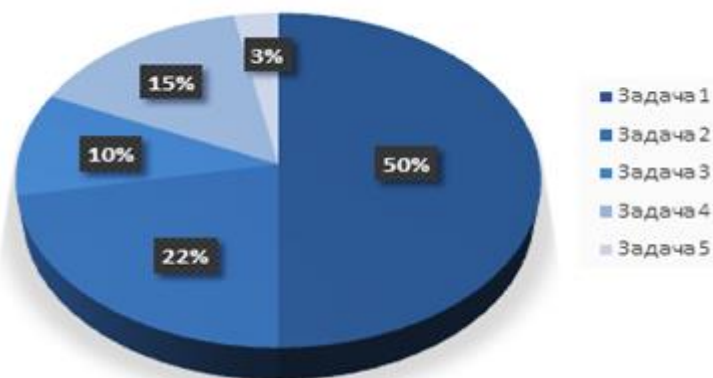


Рис. 2. Планируемое распределение ресурсов по задачам.

Для достижения планируемых конечных результатов, был проведен анализ возможных рисков распределения ресурсов. Данный анализ состоит из описания возможных рисков, вероятности их появления, уровня воздействия на них, а также способов воздействия на них. Анализ выявленных, проанализированных и оцененных рисков согласно ОП на 2018-2021 годы сектора «Стандартизация» МСЭ представлена в таблице 2.

Таблица 2. Анализ рисков.

Ресурс	Описание риска	Вероятность	Уровень воздействия	Смягчение последствий
Инфраструктура	Прерывание предоставления услуг ИКТ	Низкая	Высокий	План обеспечения непрерывного функционирования ИКТ
Людские ресурсы	Нехватка персонала (специальных навыков для выполнения поставленных задач)	Средняя	Средний	- Выполнение стратегического плана в области людских ресурсов, направленного на обеспечение профессиональной подготовки, профессионального роста и замену сотрудников/компетенций. - План действий в чрезвычайных ситуациях, связанных с отпусками по болезни. - План обеспечения непрерывной деятельности БСЭ в целом.
Финансы	Неэффективные расходы. Существенное число случаев отказа от участия. Существенное уменьшение поступлений по линии возмещения затрат.	Низкая Средняя Низкая	Средний Высокий Низкий	- Система/механизм внутреннего контроля. – Позиционирование МСЭ-Т в качестве привлекательного места для осуществления прогрессивной деятельности в области стандартизации. - Внедрение системы контроля и оценки.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Таким образом, рассмотренный в статье оперативный план развития сектора «Стандартизация» на период с 2018 по 2021 годов, говорит о том, что руководство МСЭ осознает значимость своих компетенций. На сегодняшний день международный союз электросвязи является лидером на международном уровне в своей области, а направленная политика развития своих секторов на долгосрочный период, говорит о четком понимании своей миссии и стремлении ее достичь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 Международный союз электросвязи: [Электронный ресурс]. Режим доступа: МСЭ / www.itu.int. (Дата обращения: 28.11.2018).

2 Кутейников А.Е. Международные организации: функции и деятельность. Введение в социологию международных межправительственных организаций. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. – 132 с.

3 Международный союз электросвязи. Стратегические рамки МСЭ 2016-2019. Режим доступа: <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>. (Дата обращения: 29.11.2018).

4 Лукашук И.И. Современное право международных договоров. Том 1. Заключение международных договоров: Учебно-практическое пособие. – М.: Волтерс Клувер, 2004. – 658 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИЕМОЧНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

Мельников Павел Александрович

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Щеголева Светлана Анатольевна, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Ключевые слова: статистическое управление процессами, контрольные карты (КК), приемочные контрольные карты.

Статистическое управление процессами – это один из наиболее эффективных методов наблюдения за производственным процессом, посредством применения статистических инструментов. В статистическом управлении процессами основное место занимают действия по управлению качеством продукции в процессе ее производства.

Таким образом, необходимо отметить, основная задача статистического управления процессами – обеспечение и поддержание процессов производства на требуемом уровне для создания надлежащей уверенности в том, что продукция будет удовлетворять установленным требованиям к качеству [1].

При применении инструментов статистического управления процессами появляется возможность своевременно контролировать и выявлять появление значимых (не похожих на другие) вариации и, в дальнейшем, сводить вероятность появления таких вариаций к минимуму, что в конечном итоге позволяет значительно снизить уровень дефектов и ошибок [2].

Важнейшим статистическим инструментом, который применяется для достижения задачи статистического управления процессами, являются контрольные карты.

Контрольная карта (КК) – это график, имеющий последовательно нанесенные значения конкретных статистических показателей продукции, вычисляемых в процессе выборки данных.

На сегодняшний день существует большое число видов КК, которые используются в зависимости от принимаемых решений, природы и структуры данных, а также статистической обработки вводимых данных.

В качестве объекта исследования был выбран процесс контроля качества мясных полуфабрикатов. Исследование проводилось на основании 20 выборок из разных партий одной и той же продукции.

Стоит отметить, что была изучена нормативная база на рассматриваемую продукцию. Так, основным документом, в котором регламентированы требования к данному виду продукции является ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции». Кроме того, на полуфабрикаты из мяса существует международный стандарт - ГОСТ 32951-2014 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия». Изучив нормативную базу, стало понятно, какую конкретно изменчивость в каждой партии продукции необходимо контролировать. Таким образом, изменчивостью в рассматриваемой продукции является изменчивость содержания жира в брикетах с мясом непосредственно внутри партии и между партиями данной продукции [3, 4].

Для того чтобы определить состояние и стабильность рассматриваемого процесса, провести анализ показателей его качества, было принято решение использовать приемочные контрольные карты.

Приемочные КК – это один из инструментов, который позволяет описать широкий диапазон методов весьма легким и логичным способом.

Таким образом, основной целью данной статьи является выявление значимости применения приемочных контрольных карт для анализа качества продукции, в частности мясных полуфабрикатов.

Приемочные КК удобны тем, что совмещают процедуру наблюдения за технологическим процессом, дают возможность его контролировать и регулировать, а также при необходимости останавливать его. Такие возможности приемочных КК позволяют избежать полу-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

чения несоответствующей продукции в процессе ее производства, а также процедуру определенного выборочного контроля на стадии приема производимой продукции.

Существует ГОСТ Р ИСО 7870-3-2013 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 3. Приемочные контрольные карты». В документе подробно описаны вычислительные составляющие, приведены термины и определения, установлена область применения данного вида КК [5].

Так, согласно данному документу на основании изменчивости процесса рассматриваемого объекта и заданных условий, были рассчитаны следующие элементы, необходимые для построения приемочной контрольной карты:

1. Приемочная граница $ACL_B = 10,245$, $ACL_H = 10,191$. Между этими границами находится зона приемки процессов. Если точки на контрольной карте находятся внутри приемочных границ, то все партии продукции, откуда были взяты выборки – будут приняты.

2. Уровни $APL_B = 10,191$, $APL_H = 9,809$ приемлемого процесса. Уровень процесса (APL) – максимально сдвинутый от целевого уровень процесса, при котором процесс обеспечивает приемлемую долю $q_0 = 0,1\%$ несоответствующих единиц продукции;

3. Уровни $RPL_B = 0,304$, $RPL_H = 9,696$ неприемлемого процесса. Неприемлемый уровень процесса (RPL) – минимально сдвинутый от целевого уровень процесса, при котором процесс уже дает неприемлемую долю $q_1 = 2,5\%$ несоответствующих единиц продукции.

На основании полученных данных, была построена приемочная контрольная карта и сделаны соответствующие выводы. Построенная приемочная карта представлена на рис. 1.

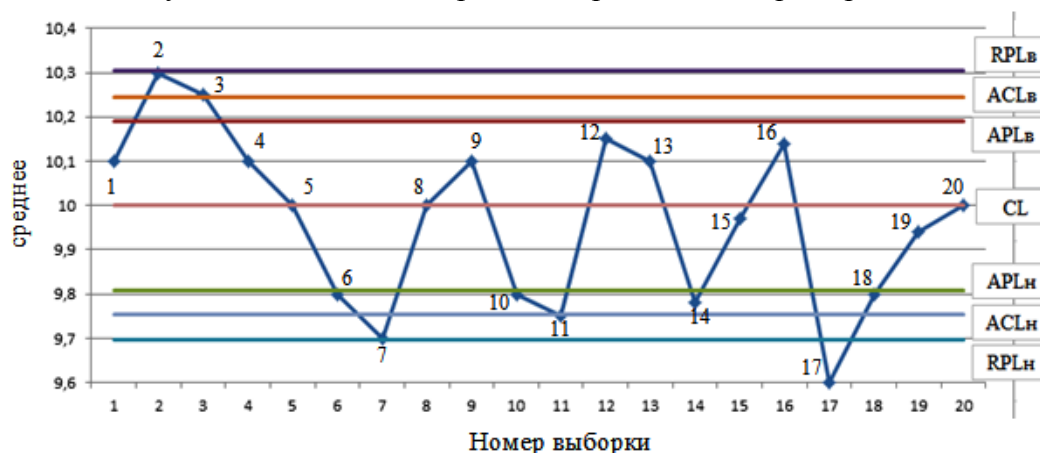


Рис. 1. Приемочная контрольная карта.

Исходя из построенной приемочной контрольной карты (рис. 1), был сделан вывод – точки №2, №3, №7, №11 и №17 вышли за приемочные контрольные границы (APL). Следовательно, партии продукции, из которых взяты эти выборки при приемке, должны быть отклонены. Все остальные проверенные партии по результатам контроля принимаются, т.к. их качество соответствует установленным требованиям.

Таким образом, на сегодняшний день, одним из наиболее простых, но эффективных инструментов оценки производственного процесса, который позволяет понять достиг ли наблюдаемый процесс статистически управляемого состояния, являются контрольные карты. Важность КК заключается в том, что они позволяют определить предел изменений процесса, также они дают возможность контролировать такие процессы и реагировать на них, если возникает такая необходимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 ГОСТ Р 50779.11-2000 (ИСО 3534.2-93). Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения. Введ. 2000-29-12. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 41 с.

2 Сундарон, Э.М. Статистические методы контроля и управления качеством: учебное пособие/ Э.М. Сундарон.- Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ, 2002 – 54 с.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

3 О безопасности мяса и мясной продукции: технический регламент 034/2013 от 09.10.2013 г. Принят Совет ЕЭК 09 октября 2013. // Официальный сайт Евразийской экономической комиссии <http://www.eurasiancommission.org>, 11.10.2013.

4 ГОСТ 32951-2014. Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. Введ. 2014-03-10. М.: ИПК Стандартиформ, 2015 год – 18 с.

5 ГОСТ Р ИСО 7870-3-2013. Статистические методы. Контрольные карты. Часть 3. Приемочные контрольные карты. Введ. 2013-17-12. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2013. Изд-во стандартов, 2001. – 38 с.

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРИНЦИПОВ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА БАЗЕ
ЕВРАЗИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОМИССИИ**

Мягчилова Мария Георгиевна

*Инженерная школа, кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: международные принципы стандартизации, Евразийская экономическая комиссия, Евразийский экономический союз, Всемирная торговая организация.

Для обеспечения согласованного взаимодействия разных стран международные организации разрабатывают и принимают стандарты и рекомендации в различных областях. Такая деятельность называется международной стандартизацией. Международные стандарты не имеют статуса обязательных для всех стран-участниц. Любая страна мира вправе применять или не применять их.

Основополагающими принципами международной стандартизации являются:

1. Прозрачность. Вся необходимая информация о текущих рабочих программах рассмотрении отзывов на стандарты и окончательных результатах может быть доступной для всех заинтересованных сторон.

2. Открытость. Участие в деятельности международной организации по стандартизации должно быть открыто для всех на беспристрастной основе.

3. Объективность и консенсус. Все национальные органы по стандартизации должны иметь широкие возможности для содействия разработке международных стандартов.

4. Результативность и целесообразность. Для облегчения международной торговли и предотвращения торговых барьеров международные стандарты должны быть целенаправленными и эффективно реагировать на изменения в сферах регулирования рынка, а также на прогресс в области науки и технологии. Они не должны деформировать глобальный рынок и препятствовать честной конкуренции.

5. Согласованность. Во избежание разработки противоречивых международных стандартов необходимо, чтобы международные организации по стандартизации не допускали дублирования или перекрытия работ, выполняемых другими международными организациями.

6. Вовлечение развивающихся стран. Необходимы усилия для полноценного участия их в процессах разработки международных стандартов. Должны быть найдены эффективные пути для их вовлечения.

Данные принципы были одобрены Всемирной торговой организацией (ВТО) и они запрещают применение технических барьеров в торговле. Основные правила и принципы ВТО отражены в торговых соглашениях, которые затрагивают торговлю товарами и услугами, а также разрешение споров и механизм обзора торговой политики [1].

Цель принятия Соглашения по техническим барьерам в торговле (ТБТ) – уменьшить, а по возможности исключить применение нетарифных барьеров, а точнее, технических барьеров, во внешней торговле. Соглашение по техническим барьерам в торговле обеспечивает, чтобы регламенты, национальные стандарты, системы сертификации, инспекции качества, требования техники безопасности, экологические, санитарно-гигиенические, ветеринарные правила и стандарты, а также требования к упаковке и маркировке товаров не создавали ненужных преград [2]. И вместе с этим обеспечивали членов ВТО правом применять меры для достижения законных целей регулирования, таких как защита здоровья и безопасности людей или окружающей среды.

Для снятия барьеров между странами-членами Евразийского экономического союза осуществляется комплекс мер, одной из которых является обеспечение единого таможенного регулирования. Евразийским экономическим союзом был принят Таможенный кодекс ЕАЭС. Договору о Таможенном кодексе Евразийского вступил в силу 1 января 2018 года, тем самым заменив Таможенный кодекс Таможенного союза.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

В третьей главе Таможенного кодекса ЕАЭС закреплены положения, которые облегчают международную торговлю и обеспечивают бесперебойную работу. Данным документом введено использование единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС), классификаторов и реестров.

Классификация товаров в соответствии с ТН ВЭД ЕАЭС является одним из наиболее актуальных вопросов для участников внешнеэкономической деятельности.

Во-первых, от того, к какому классификационному коду ТН ВЭД ЕАЭС будет отнесен товар, зависит ставка ввозной/вывозной таможенной пошлины, а соответственно, и размер уплачиваемых таможенных платежей, применение к товарам и транспортным средствам нетарифных мер, запретов и ограничений.

Во-вторых, отнесение товара к тому или иному классификационному коду ТН ВЭД ЕАЭС зачастую требует наличия специальных технических знаний и проведения дополнительных экспертиз, связанных с определением технических характеристик товаров, способов его производства и т.д.

В-третьих, точность классификации товаров имеет большое значение и для повышения объективности таможенной статистики внешней торговли, используемой при выработке таможенной политики государств-членов Евразийского экономического союза и принятию конкретных мер по её реализации в процессе таможенного оформления и контроля товаров и транспортных средств [3].

Евразийская экономическая комиссия осуществляет ведение классификаторов и реестров в различных сферах деятельности, которые представлены на рисунке 1.

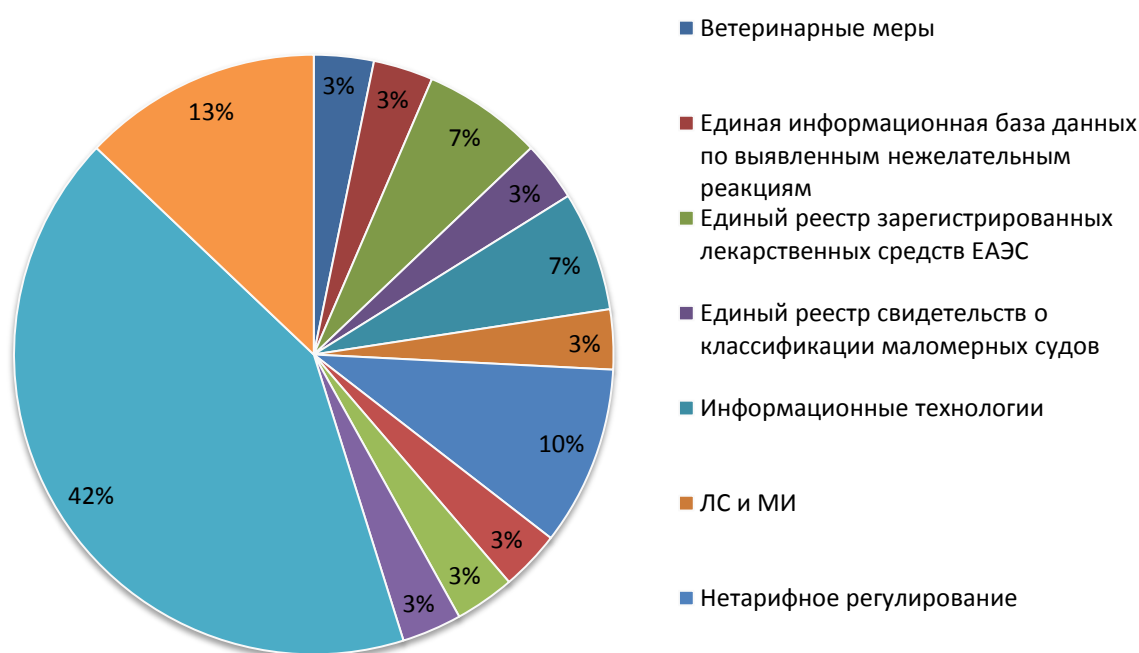


Рис. 1. Реестры и классификаторы ЕЭК.

Классификация товаров в соответствии с ТН ВЭД ЕАЭС означает определение их цифровых классификационных кодов, т.е. отнесение товаров к конкретным товарным позициям и субпозициям. Под системой ведения реестра понимается совокупность данных, зафиксированных на бумажном носителе и/или с использованием электронной базы данных, обеспечивающая идентификацию зарегистрированных в системе ведения реестра товаров или услуг.

Работа в области обеспечения равных возможностей для стран-членов Евразийского экономического союза ведется по очень широкому спектру направлений. В статье рассмот-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

рены лишь некоторые из них. Но и они показывают, что эта работа осуществляется на высоком уровне и позволяет реализовывать международные принципы стандартизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Мещериков В.А. Соглашение по техническим барьерам в торговле ГАТТ-ВТО (отдельные аспекты применения). // Сибирский юридический вестник. 2016. № 2. С. 130-133.
2. Официальный сайт Французской ассоциации по стандартизации. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://www.af-nog.org> (дата обращения: 05.12.2018).
3. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://www.eurasiancommission.org/> (дата обращения: 06.12.2018).

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА, УЧИТЫВАЯ
ОСОБЕННОСТИ ОТРАСЛИ ПРОИЗВОДСТВА**

Нагорная Александра Евгеньевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Чуднова Ольга Александровна, канд. физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова: «Бережливое производство», отрасль производства, leanproduction, методы и инструменты бережливого производства, внедрение бережливого производства.

Технологии бережливого производства (leanproduction, lean-производство), зародившиеся еще в 1950-е годы, получили широкое распространение как в России, так и за рубежом. Опыт внедрения и использования lean-техник на предприятиях различных отраслей экономики показал, что осуществление деятельности в соответствии с этими технологиями позволяет предприятиям получить существенную экономию денежных, временных и трудовых ресурсов. Это связано с тем, что основой технологий бережливого производства является ориентация на стабилизацию производства, сокращение времени на простои и переналадки, а также оптимизацию производственного пространства.

В настоящее время в России и во всём мире технологии бережливого производства используются во многих отраслях, таких как: машино- и авиа-строение, строительство, энергетика, пищевая отрасль и т. д.

Многолетняя практика использования инструментов бережливого производства в России и за рубежом показывает, что «Бережливое производство» универсально практически для любого направления. Именно поэтому многие предприятия внедряют его методы, адаптируя идеи бережливого производства к своим потребностям и специфике.

Целью данной статьи является изучение особенностей применения концепции бережливого производства в соответствии с спецификой той или иной отрасли промышленности.

В Японии, и на Западе концепция Lean сначала применялась в отраслях с дискретным производством, прежде всего в автомобилестроении. Затем она была адаптирована к условиям непрерывного производства, а потом нашла широкое применение среди многих малых, средних и крупных предприятий в разных странах мира и различных отраслях – в торговле, сфере услуг, коммунальном хозяйстве, здравоохранении, вооруженных силах и государственном секторе.

Основные методы и инструменты бережливого производства в Российской Федерации регламентированы ГОСТ Р 56407 - 2015 ««Бережливое производство»». Основные методы и инструменты» [1].

Стандарт предлагает 8 методов и инструментов бережливого производства, представленных на рисунке 1, но не ограничивает предприятия в выборе подходящего непосредственно для отрасли производства.

Концепция универсальна, поэтому ее внедряют во всех отраслях, но учитывая особенности и специфику каждой. Не каждый метод бережливого производства подходит под ту или иную область. Поэтому каждое предприятие оценивает методы и стремится выбрать для себя наиболее эффективный и действенный, либо на основе существующих разрабатывает свои методы управления, что не запрещается национальным стандартом.

Концепция бережливого производства для агропромышленного комплекса (АПК) в большинстве случаев формируется на основе:

1. Визуализации;

Это позволяет рабочим увидеть все отклонения от установленного порядка и исправить свои ошибки.

2. Всеобщем обслуживании оборудования (TPM).

В обязательном порядке от работников требуется исключить какие-либо неполадки, отклонения в оборудовании.

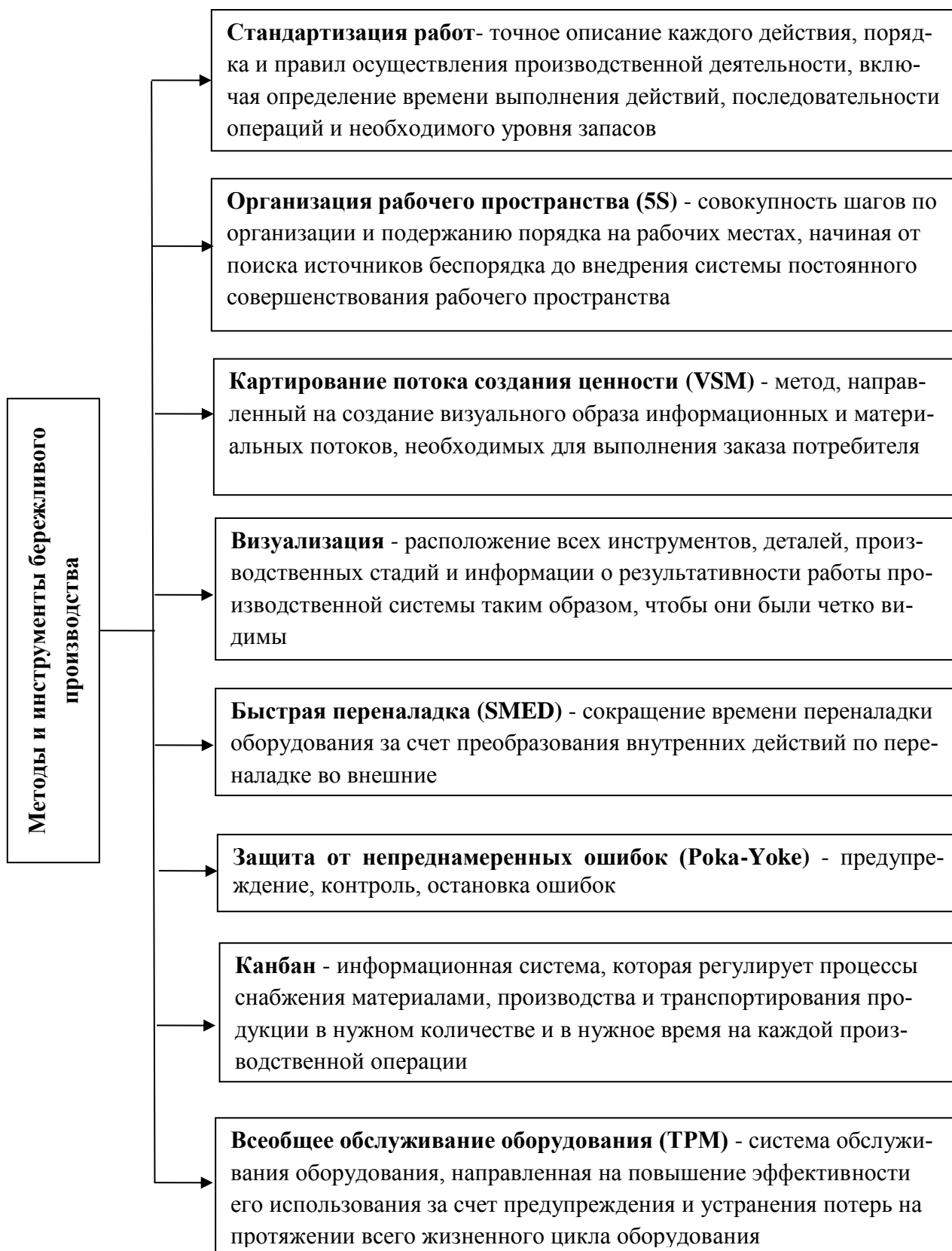


Рис. 1. Методы и инструменты бережливого производства.

В свою очередь, метод «Точно в срок», также как и другие методы бережливого производства не могут быть использованы в данной отрасли, так как не принесут прибыль в сельском хозяйстве, в связи с тем, что АПК имеет свои особенности, такие как сезонность, зави-

симость от климата и погодных условий, поэтому на таком производстве всегда нужно иметь запасы продукции и сырья.

Классическим образцом непрерывного производства, где применены принципы «бережливого производства» является химическое производство. Специфика непрерывного производства такова, что все материалы находятся в постоянном движении в направлении от начала (подача сырья) до конца (передача готового продукта на склад) производственной цепочки. Причем скорость движения материала на различных участках производственной цепочки различная, но постоянная для каждого участка. На таком производстве целесообразно применять метод «Канбан» [6].

Другие стандартные методы бережливого производства не принесут должного результата при их внедрении.

Специально для химической промышленности был разработан метод, который не входит в число уже известных методов бережливого производства, «принцип вытягивания» (pull). Производственная линия работает частично как вытягивающая, а частично как выталкивающая система. Реактор вытягивает необходимое количество материалов из предыдущих стадий для обеспечения необходимой производительности по целевому продукту. Основными препятствиями на пути внедрения системы «Бережливое производство» на предприятиях химической промышленности могут стать существенная зависимость от поставщика сырья и низкий спрос на побочную продукцию [6].

«Бережливое производство» охраны труда ориентировано на постоянное улучшение и совершенствование системы управления охранной труда (СУОТ). Проанализировав опыт внедрения бережливого производства в России можно сказать, что наибольшее распространение в области охраны труда получили методы 5S, система TPM, а также метод Кайдзен. Дополнительно в области охраны труда распространение получил метод U-образные ячейки. Его смысл заключается в расположении оборудования в форме латинской буквы «U» [3].

Таким образом, «Бережливое производство» в охране труда представляет собой модель организации системы управления охраной труда: систему принципов организации бизнеса, инструментов, которые основаны не только на бережном отношении к технологическому процессу, но и к человеческому ресурсу, включая его здоровье, устремления и интеллект.

«Бережливое производство» ракетно-космической отрасли представляется в качестве процесса, разделенного на пять стадий:

- определение ценности конкретного товара;
- установление потока создания ценности данного продукта;
- обеспечение непрерывного течения потока;
- предоставление потребителю возможности вытягивать товар;
- стремление к совершенству (обязанности инженеров-конструкторов и инженеров-технологов на заводе).

В ракетно-космической отрасли применяются следующие установленные методы:

- быстрая переналадка (SMED);

каждый работник должен противодействовать проблемам. Такое поведение способствует быстрому решению вопросов. При немедленном устранении неполадок время производственного цикла не увеличивается. Незамедлительное решение проблем позволяет направлять деятельность в эффективное русло.

- канбан;

при быстром решении проблем высвобождаются ресурсы. Они могут использоваться для усовершенствования и достижения иных целей. В комплексе эти меры позволяют наладить непрерывный процесс эффективного производства [4].

В ракетно-космической области также большое внимание уделяется принципам:

- работа в команде;

привлечение к решению проблем всех сотрудников позволяет найти выход быстрее. Успешное преодоление сложностей укрепляет дух и повышает самооценку сотрудников

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

компании. Командная работа устраняет конфликтные ситуации, способствует формированию доверительных отношений между вышестоящими и нижестоящими служащими.

- лучшее качество.

Быстрое и эффективное решение проблем способствует слаженной работе в команде, созданию большого объема ресурсов. Это, в свою очередь, обеспечит повышение качества выпускаемой продукции.

Предпосылками для внедрения концепции бережливого производства для предприятий электроэнергетической области можно назвать [2]:

1. Стремительное усиление конкуренции, увеличивается количество независимых энергосбытовых компаний;
2. Жесткое законодательное регулирование в части ограничения темпов роста тарифов и недопущения возрастания уровня их рентабельности;
3. Тенденции перспективного увеличения потребления электрической энергии в год по Российской Федерации на 15% с 2012 года по 2018 год.

В электроэнергетической организации могут быть внедрены следующие инструменты бережливого производства:

- система «Всеобщего ухода за оборудованием» (TPM), связанных с эксплуатацией и ремонтом оборудования;
- система «Быстрой переналадки» (SMED), что позволит трансформировать бизнес-процессы в соответствии с постоянно изменяющимися потребностями внешней среды;
- система «Кайдзен», непрерывно оптимизирующая и совершенствующая бизнес-процессы организации [2].

Именно эти методы являются наиболее распространенными в электроэнергетической отрасли промышленности, в то время как остальные практически не имеют применения.

Первым, кто попытался решить проблемы строительства посредством использования концепции бережливого производства и тем самым положил начало «бережливому строительству», является финский специалист Лаури Коскела. в строительстве присутствует большая неопределенность, которая мешает более эффективному планированию и успешной реализации инвестиционно-строительных проектов. Традиционное мышление в строительстве фокусируется на конверсионных действиях и игнорирует поток создания ценности. В частности, потери обычно связаны с отходами материалов, в то время такие виды деятельности, как контроль, задержки, простой техники и бригад, излишняя транспортировка материалов и другие действия не признаются как деятельность, не связанная с добавлением стоимости, которая поглощает ресурсы, но не создает никакой ценности [5].

В практике бережливого строительства получили широкое распространение следующие стандартные техники:

1. Метод «Точно в срок» (Just-in-Time)

В практике строительства метод "Точно в срок" применяется при работе с заводами-поставщиками. Перед менеджерами стоит задача выстраивания логистической системы, позволяющей свести к минимуму складские запасы, которые замораживают денежные средства. Одной из ярких практик является монтаж стеновых панелей непосредственно с панелевозов (без их складирования на строительной площадке). Это ускоряет процесс строительства, сокращает затраты на содержание складов и повышает безопасность, однако риски при сбое поставок резко возрастают.

2. Система 5S

Она является основой для поддержания стабильности производимых операций.

3. Визуализация

Оценка состояния системы (какие ресурсы и в каком количестве требуются для выполнения работ и сколько их фактически на площадке, план работ, критические даты завершения проекта, ключевые показатели производительности требуемые и фактические, ответственные лица и их контактные данные).

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Нестандартным, но достаточно эффективным инструментом бережливого производства в области строительства считается Last Planner (Последний Планировщик) - инструмент оперативного планирования.

Изначально выполняется подготовка общего графика строительства: проект разбивается на ключевые этапы, формируются основные даты начал и окончаний основных фаз возведения объекта, требуемый ритм для успешной реализации проекта. Второй этап планирования – разработка фазы проекта, начинается за 2-3 месяца до её начала. Здесь определяются условия, необходимые для своевременного завершения фазы, выстраивается последовательность операций исходя из требований заказчика и обязательств исполнителей. Третий этап системы "Последний Планировщик" называется предвидящее планирование и, как правило, охватывает промежуток в 6 недель. Планировщики проверяют, есть ли препятствия для исполнения работ, определенных во время планирования фазы. Это помогает сконцентрировать внимание команды на работах, которые должны быть готовы к осуществлению в ближайшее время, и на необходимых материально-технических ресурсах. В случае обнаружения препятствий они фиксируются в журнале, и назначается ответственный за устранение. Ещё одной важной задачей оперативного планирования является целенаправленное создание «запасов фронтов работ» [5].

Свое широкое распространение концепция бережливого производства получила за счет универсальности и возможности применения подходящих методов и инструментов на предприятиях различных отраслей. В связи с этим «Бережливое производство» можно интегрировать под любое производство, если обдуманно им воспользоваться.

Внедрение и реализация бережливого производства на предприятиях создает базовый фундамент для дальнейшего повышения их клиентоориентированности и конкурентоспособности за счет повышения инициативности работников в выдвижении и реализации перспективных идей, направленных на оптимизацию бизнес-процессов, снижение затрат и повышение рентабельности производства продукции.

Внедрение бережливого производства обеспечивает достижение их организационного развития, повышение качества выпускаемой продукции.

В настоящее время концепция бережливого производства является актуальным исследованием, так как активно развивается и с успехом внедряется на различных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Бережливое производство». Методы и инструменты: ГОСТ Р 56407-2015. - Введ.: 2015-06-02. - М. Стандартинформ, 2016. - 24 с.
2. Абрамова, А.В. Методика внедрения бережливого производства в электроэнергетической организации / А.В. Абрамова // Экономика, управление и учет на предприятии. - 2018. - № 5. - С. 111-113.
3. Волкова, Н.В. «Бережливое производство» в охране труда / Н.В. Волкова, Е.И. Ефимова, В.Н. Смирнов // Научное ведомство. - 2013. - № 3. - С. 1-9.
4. Дмитриева, С.Е. «Бережливое производство» на предприятии ракетно-космической отрасли / С.Е. Дмитриева // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. - 2017. - Т. 3. - С. 30-32.
5. Набока, А.А. Практика бережливого производства в строительной области / А.А. Набока, М.В. Петраченко, Д.И. Куценко // Инновационное развитие. - 2018. - № 5. - С. 34-39.
6. Недбайлюк, Б. «Бережливое производство» в химической промышленности / В. Кудряшев, С. Антонов, И. Антонова // Стандарты и качество. - 2010. - № 10. - С. 78-80.

ТЕОРИЯ ИННОВАЦИОННОГО ХАБА

Натаров Иван Петрович

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Соловьев Денис Борисович, канд. техн. наук., профессор*

Ключевые слова: инновации, инновационный хаб, экономическое развитие

В настоящее время в мире все больше стран переходят на инновационно-ориентированную экономику. Данный вектор развития экономики нацелен на создание особой экосистемы, которая является благоприятной средой для «выращивания» инноваций, способствующая экономическому развитию страны в целом.

Впервые понятие «инновация», как новая экономическая категория, ввел австрийский, а после американский экономист, политолог, социолог и историк экономической мысли Йозеф Алоиз Шумпетер (J. A. Schumpeter, 1883-1950 года) в начале второго десятилетия XX века. По определению экономиста, инновация – это новая комбинация производственных факторов, мотивированная предпринимательским духом, появление чего-то нового, неизвестного ранее, которая в конечной цели оказывает огромный эффект на экономическое развитие стран в целом [4].

В настоящее время в целях ускоренного экономического развития Российской Федерации распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р утверждена стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года. Главная цель выбранной стратегии – это перевод государства на инновационный путь развития [3].

На сегодняшний день данная стратегия оказывает не значительное влияние на инновационное развитие страны.

По данным Global Innovation Index (Cornell University, INSEAD, WIPO) Российская Федерация сегодня занимает достаточно низкие позиции по уровню инновационного развития среди стран мира. В период с 2016 по 2018 год наблюдается отрицательная динамика в рейтинге (43, 45 и 46 место) [8].

Приморский край также не стал исключением. Сегодня экономическое и технологическое развитие региона значительно отстает от регионов центральной России. По данным Рейтинга инновационного развития субъектов Российской Федерации в 2017 году Приморский край занимает 64 место из 85 субъектов Российской Федерации, что говорит о замедленном экономическом и технологическом росте региона [5].

Сегодня Приморскому краю необходим механизм (система), позволяющий активизировать экономический и технологический рост региона. Данную задачу возможно решить путем выстраивания имеющихся субъектов инновационной активности в работу инновационного хаба.

По определению Массачусетского технологического института инновационный хаб – это «плотные сети взаимосвязанных технологических компаний, заказчиков и поставщиков» [9].

На абстрактном уровне инновационный хаб — это место, где научная среда, творчество и бизнес встречаются и взаимодействуют, что приводит к развитию инноваций в гражданском обществе [1].

Проще говоря, инновационные хабы – это те места, где рождаются инновации.

Основной задачей инновационного хаба является создание благоприятной инновационной экосистемы, которая, за счет тесного взаимодействия университетов, власти и бизнеса (модель тройной спирали) создает синергетический эффект, который приводит к появлению новых технологий, инновационных продуктов и услуг (рис.1) [2].

В конечном счете результатом деятельности инновационного хаба должны быть наукоемкие товары и услуги.



Рис. 1. Модель тройной спирали.

Рассмотрим отдельно каждого участника системы инновационного хаба.

1. Государство.

Главная задача государства в данной системе — это оказание стимулирующего и координационного воздействия, направленного на создание и развитие системы инновационного хаба. В первую очередь должна быть создана современная, качественная, доступная инновационная инфраструктура. Налажено тесное взаимодействие бизнеса и научно-исследовательских и образовательных учреждений, формирование эффективной кластерной политики региона.

2. Объекты инновационной инфраструктуры.

Основной задачей объектов инновационной инфраструктуры является обслуживание и содействие инновационным процессам. Проще говоря инновационная инфраструктура — это спектр информационных, организационных, маркетинговых, образовательных и других механизмов, помогающих новой идее преобразоваться в инновационный продукт с последующей его коммерциализацией на рынке.

3. Институты венчурного финансирования.

Задачей институтов венчурного финансирования является предоставление доступа к капиталу новым инновационным предприятиям, которым крайне трудно получить финансирование от других поставщиков капитала, в связи с чрезвычайно высоким уровнем неопределенности относительно результатов их деятельности. Такой механизм крайне необходим инновационным проектам, которые находятся на ранних стадиях реализации.

4. Образовательные и научно-исследовательские учреждения.

Основной задачей образовательных и научно-исследовательских учреждений является обеспечение региона высококвалифицированными кадрами, организация научных исследований и проведения опытно конструкторских разработок с последующей реализацией их на практике.

5. Малые инновационные предприятия.

Основной задачей малых инновационных предприятий является создание некоего моста между наукой и производством. Именно малые фирмы генерируют новые продукты и технологии, превращая знания в товар.

6. Крупные якорные организации.

Крупные компании являются фундаментальными участниками системы инновационного хаба, они выступают в роли магнита, притягивающего малые и средние предприятия для

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

налаживания производства, формируя плотные сети взаимосвязанных технологических компаний, заказчиков и поставщиков. Это взаимодействие способствует развитию всех участников инновационного хаба и дает им конкурентные преимущества по сравнению с другими внешними предприятиями, не входящих в данную систему.

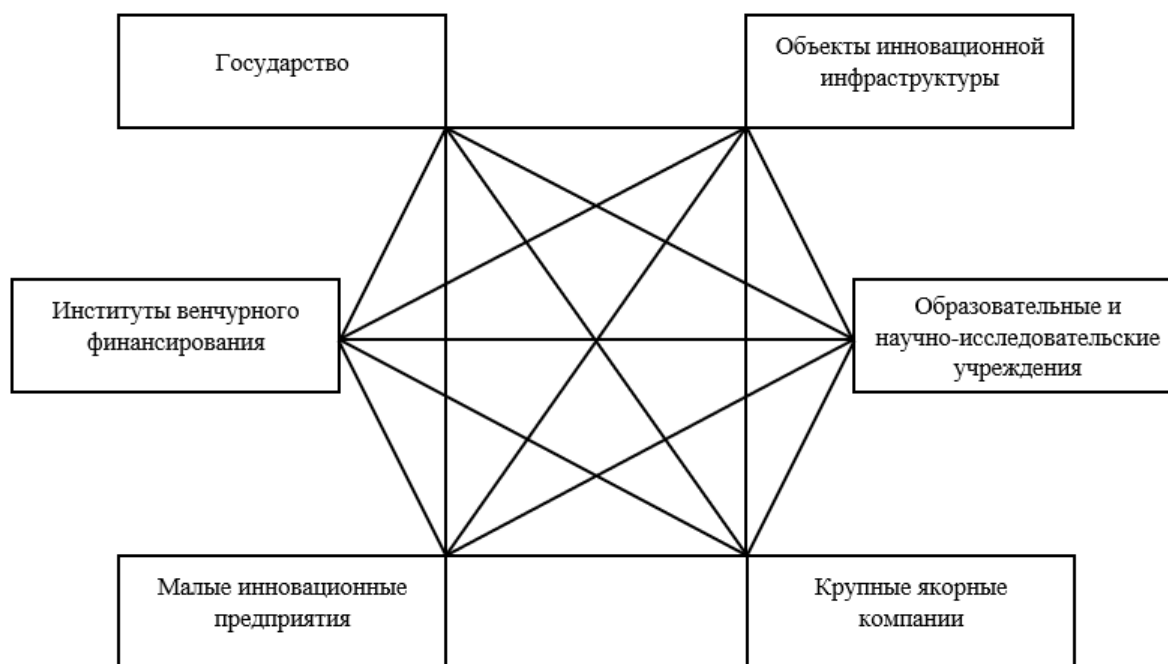


Рис. 2. Взаимодействие участников системы инновационного хаба.

Таким образом, инновационный хаб работает по принципу взаимодействия государства, бизнеса и науки, создавая плотные сети взаимосвязанных технологических компаний, заказчиков и поставщиков, обеспечивает регион высококвалифицированными кадрами, дает доступ к венчурному финансированию, обеспечивает регион современной инновационной инфраструктурой, создавая в конечном счете синергию, приводящую к появлению инноваций, что в свою очередь активизирует экономический и технологический рост региона, повышает инвестиционную привлекательность, уровень жизни, создает новые рабочие места (рис.2).

Сегодня Приморский край обладает высоким инновационным и научно-технологическим потенциалом, который, к сожалению, не раскрыт полностью. Объединение имеющихся субъектов инновационной активности в работу инновационного хаба, основанной на механизме взаимодействия государства, бизнеса и науки может стать спусковым крючком в ускоренном экономическом и технологическом развитии экономики края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Инновационная деятельность вуза: стратегические цели и проекты развития / И.Л. Агеева, Е.В. Носкова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – №1. – С. 145-148.
2. Модель тройной спирали / Генри Ицковиц // Инновации. – 2011. – №4. – С. 5-10.
3. Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утверждена распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 N 2227-р.: (в ред. от 18.10.2018) // СПС «Консультант плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
4. Основные положения теории инноваций Й. Шумпетера [Электронный ресурс] –

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

URL:https://studme.org/44986/investirovanie/osnovnye_polozeniya_teorii_innovatsiy_shumpetera (дата обращения: 28.11.18).

5. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации: доклад / Г.И. Абдрахманова [и др.]. – Вып. 5. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 260 с.

6. Региональные кластеры как инструмент инновационного развития экономики / Е.В. Иода, Ю.В. Иода, И.А. Брославский // Социально – экономические явления и процессы. – 2016. – №8. – С. 36-43.

7. Роль хабов в развитии инноваций [Электронный ресурс] – URL: https://www.cisco.com/c/ru_ru/about/press/press-releases/2014/07-070814a.html (дата обращения: 28.11.18).

8. Global Innovation Index 2018 [Электронный ресурс] – URL: <http://www.wipo.int/publications/ru/details.jsp?id=4330> (дата обращения: 28.11.18).

9. World innovation Clusters [Электронный ресурс] – URL: <https://www.technologyreview.com/s/517626/infographic-the-worlds-technologyhubs/> (дата обращения: 28.11.18).

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ШУХАРТА ДЛЯ ОЦЕНКИ
СТАБИЛЬНОСТИ И НАСТРОЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
ПЛАСТИКОВЫХ ЕМКостей**

Олейник Евгения Анатольевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Чуднова Ольга Александровна, канд. техн. наук, профессор*

Ключевые слова: контрольные карты Шухарта, процесс, пластиковые емкости, производство, дефекты.

Конкурентоспособность любой организации определяется качеством ее процессов. Это и процессы разработки, и технологические процессы, обеспечивающие качество изготовления, процессы взаимодействия с потребителями, поддержания производства, снабжения и т.д. Поэтому улучшение деятельности организации заключается в улучшении ее процессов. Процессы и их результаты могут оцениваться с помощью различных показателей качества, таких как производительность, стоимость, время цикла, надежность, экологичность и пр., но организация будет иметь конкурентное преимущество тогда, когда эти показатели стабильны во времени и отвечают всем установленным требованиям.

Традиционный подход к оценке производственных процессов – это контроль качества результатов процесса после его реализации. Такая методика часто приводит к потерям и непригодна, поскольку основана на проверке пост-фактум, когда результаты, в том числе некачественные, уже покинули конвейер и ушли на продажу. Более эффективен – подход предупреждения потерь, позволяющий избежать некачественных результатов процессов. Такой подход предполагает сбор информации о самих процессах, ее анализ и результативные действия по отношению к ним, а не к конечным результатам. Одним из лучших способов решения этой задачи является статистический подход с использованием контрольных карт Шухарта. Контрольная карта Шухарта – это инструмент, важность которого для управления процессами, в первую очередь технологическими, была впервые показана американским ученым Шухартом в 1924 г [10].

Контрольная карта - графический способ изображения данных о состоянии процесса, который позволяет визуализировать изменчивость процесса. Контрольные карты являются основным инструментом статистического управления процессами. Главными достоинствами контрольной карты является легкость ее формирования и использования. Однако для того, чтобы контрольная карта была достоверным и эффективным индикатором состояния процесса, необходимо на стадии планирования уделить особое внимание выбору типа контрольной карты [4].

Контрольные карты Шухарта бывают двух основных типов: для количественных и альтернативных данных. Для каждой контрольной карты возможны две ситуации:

- а) значения параметров процесса не заданы;
- б) значения параметров процесса заданы.

На рисунке 1 представлена схема выбора типа контрольной карты для конкретной ситуации.

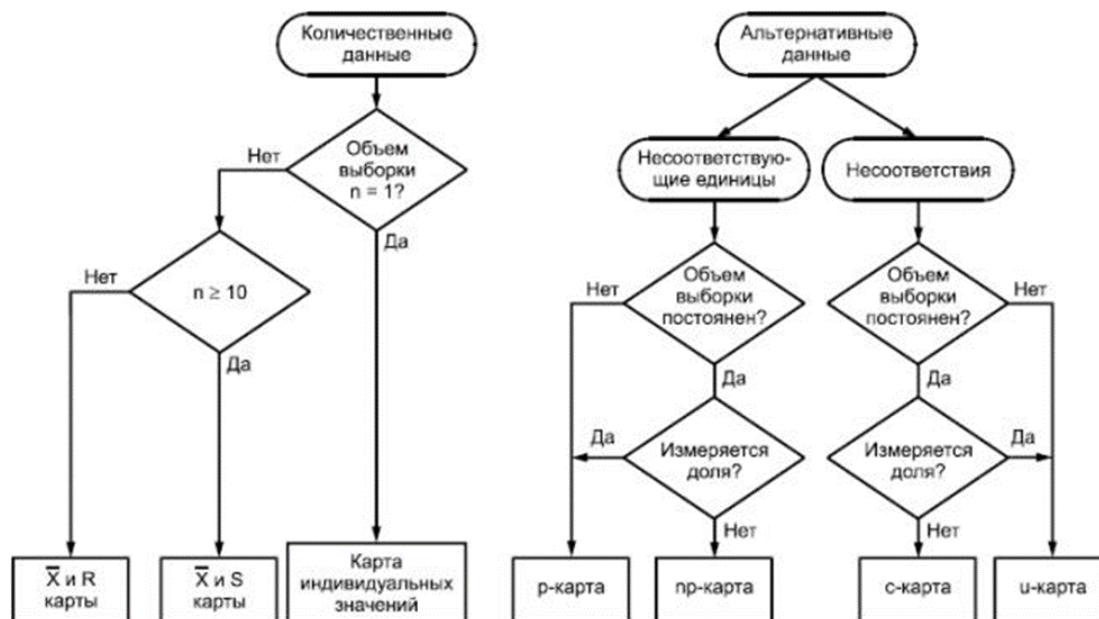


Рис. 1. Типы контрольных карт Шухарта

Контрольные карты, для которых не заданы значения параметров. Цель применения карт данного типа - обнаружение таких отклонений значений наблюдаемых характеристик, какие превышают вариации, вызываемые только случайными причинами. В этом случае контрольные карты строятся только по данным самого процесса. Такие контрольные карты используют для выявления изменчивости, обусловленной неслучайными причинами, и приведения процесса в состояние статистической управляемости.

Контрольные карты при наличии заданных значений параметров. Целью таких карт является определение того, что наблюдаемые значения \bar{X} , s и т.п. для нескольких подгрупп (каждая объемом n наблюдений) отличаются от соответствующих заданных значений μ_0 , δ_0 и т.п. больше, чем можно ожидать при действии только случайных причин. Отличием карт с заданными значениями параметров от карт, для которых значения параметров не заданы, является наличие дополнительных требований, определяющих параметры положения центральной линии и изменчивости процесса.

Для карт Шухарта необходимы данные, получаемые выборочно из процесса через приблизительно равные интервалы. Интервалы могут быть заданы либо по времени (например, каждый час), либо по количеству продукции (каждая партия). Обычно данные представляют собой выборки или подгруппы, состоящие из однотипных единиц продукции или услуг, с одними и теми же контролируемыми показателями, и равными объемами подгрупп. Для каждой подгруппы определяют одну или несколько характеристик, таких как среднее арифметическое \bar{X} , размах R , стандартное отклонение s или счетную характеристику, такую как доля единиц продукции заданного класса. В контрольных картах pr типа строится график для числа дефектов (в партии, в день, на станок). Контрольные пределы этой карты рассчитываются на основе биномиального распределения. Данный тип карт должен использоваться в том случае, когда обнаружение дефекта не является редким событием (например, когда обнаружение дефекта происходит более чем у 5% проверенных единиц продукции). Этой картой можно воспользоваться, например, при контроле числа единиц продукции, имеющих не-большой брак.

Пластик считается материалом, соединившим в себя все ценные свойства прочих материалов, которые используются для создания различных резервуаров. Он отличается достаточно высокой прочностью, долговечностью, а также устойчивостью к различным воздействиям обладает хорошей термостойкостью и отличной изоляцией, что делает пластик универсальным материалом для производства. Пластиковые емкости получили популярность в самых различных сферах жизни человека от хранения воды и химических веществ до изде-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

лий медицинского назначения. В таблице 1 приведены примеры материалов с аббревиатурой, используемые для производства упаковки (укупорочных средств) [5].

Таблица 1. Виды пластмасс, из которых изготавливается упаковка

Материал	Буквенное обозначение (аббревиатура)	Цифровой код
Пластмасса		
Полиэтилентерефталат	PET или PETE	01 или 1
Полиэтилен высокой плотности	PE-HD или HDPE	02 или 2
Поливинилхлорид	PVC или V	03 или 3
Полиэтилен низкой плотности	PE-LD или LDPE	04 или 4
Полипропилен	PP	05 или 5
Полистирол	PS	06 или 6
Другие виды пластмассы	O или OTHER	07 или 7 8-19

Существуют множество способов производства изделий из пластика, четыре наиболее популярных это ротационный (метод литья), экструзионный, формованием из листа и выдувным формованием. При ротационном формовании изделия происходит, нагрев порошкообразного полиэтилена и его распределение по стенкам вращающейся формы. Ротационное формование позволяет изготовить ровную бесшовную емкость с равной толщиной всех стенок. Поэтому процесс ротационного формования делает подобные ёмкости очень прочными в процессе эксплуатации. При экструзионном методе происходит продавливание вязкого расплава полиэтилена через отверстие, вязкая масса под силой тяжести спускается вниз, достигнув определенной длины ее резко помещают в форму, чтобы расплав не успел остыть и затвердеть, затем форма охлаждается. Обычно при использовании такого метода на изделии остается шов, который хоть и является достаточно прочным, но не обеспечивает изделие такой крепостью как бесшовные емкости, тем самым этот способ проигрывает ротационному в прочности, но выигрывает в более низкой себестоимости. Формирование изделия из листа расплавленного полиэтилена происходит наложением его на форму изделия. Для выдувного метода характерен нагрев материала до температуры немного ниже температуры плавления и дальнейшее помещение в форму с последующим нагревом и раздуванием. Часто данные методы совмещают друг с другом, например, при экструзионном методе раздувного формования сначала делают заготовку в виде трубки, а после выдувают в форму [7].

При изготовлении пластиковых емкостей иногда возникают причины, приводящие к дефектам изделий, самыми распространенными дефектами являются грат, коробление и следы течения. Грат – дефект, характеризующийся приливом пластмассы в местах соединений пресс-формы. Коробление – характеризуется деформацией горячего изделия из пластмассы после извлечения его из пресс-формы. Следы течения – характеризуются следами, возникающими на поверхности изделия из-за неравномерности течения пластмассы.

Для устранения такого дефекта как, к примеру грат, необходимы меры, перечисленные в таблице 4.

Таблица 2. Способы устранения дефекта грат

	Причина возникновения	Способ устранения
Технологические	Недостаточное усилие запирания литьевой формы	Повысить усилие запирания
	Слишком высокая скорость впрыска расплава	Уменьшить скорость впрыска; организовать ступенчатое изменение скорости впрыска: быстро (на начальной стадии) - медленно (на конечной стадии)

Иноватика, качество, стандартизация исертификация

	Запоздалое переключение на выдержку под давлением	Раньше переключать с давления впрыска на давление формования
	Слишком высокая температура расплава	Понизить температуру материального цилиндра
	Слишком высокая температура формы	Понизить температуру формы
	Слишком высокое давление формования	Понизить давление формования
Конструкторские	Недостаточная деформационная устойчивость формы	Сконструировать более жесткую форму
	Недостаточное уплотнение формы в местах плоскости разъема и оформляющих знаков	Доработать литьевую форму

Для проведения оперативного контроля качества пластиковых емкостей целесообразно использовать и пр- контрольные карты. На основании данных предварительной выборки подсчитаны верхняя, нижняя и центральная границы контрольной карты, и определены предупреждающие границы, которые будут использоваться при последующих проверках емкостей на наличие дефектов.

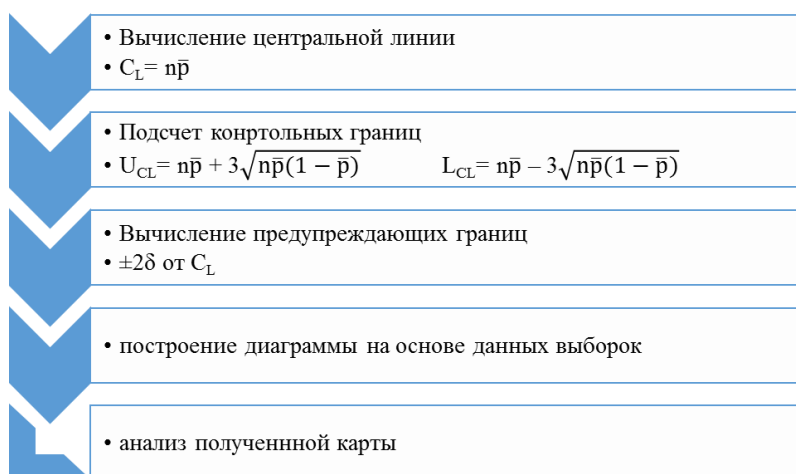


Рис. 2. Алгоритм построения и анализа пр- типа.

На основе выборки в 500 изделий, построена пр- контрольная карта (рис. 3)

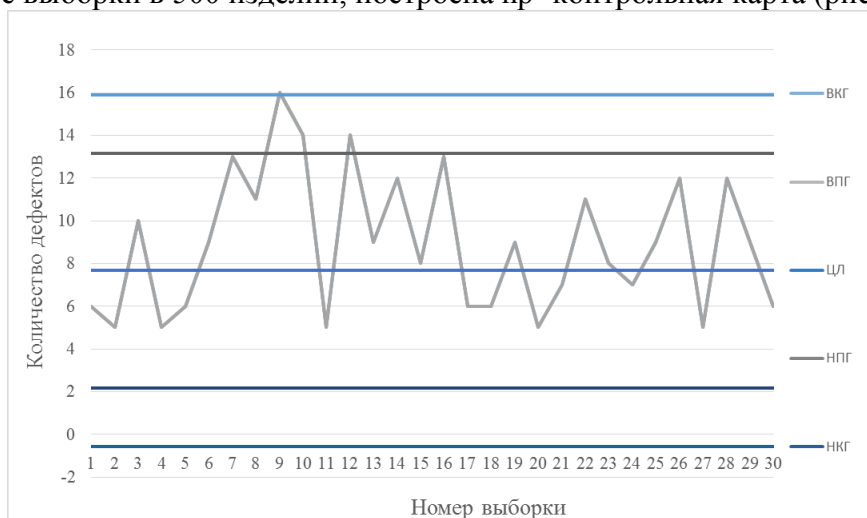


Рис. 3. - пр карта для пластиковых емкостей.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Одна точка контрольной карты выходит за пределы верхней контрольной границы, рисунок 4.

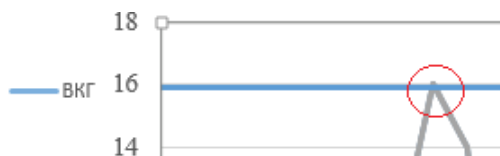


Рис. 4. Одна точка вне зоны ВКГ.

Еще одна точка находится в зоне между предупреждающей и верхней контрольной границами, рисунок 5.



Рис. 5. Одна точка в зоне между ВКГ и ВПГ.

И две точки близки к зоне предостережения возможного нарушения т.е. близки к предупреждающей границе, рисунок 6.



Рис. 6. Две точки близки к ВПГ.

На основании проанализированных данных на основе построенной карты можно сказать, что процесс производства находится неустойчивом состоянии, необходимо корректировать процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1 Дональд Уиллер, Дэвид Чамберс. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009

2 Эдвард Деминг. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007

3 ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы. Дата введения 2012-12-01 М.: Стандартиформ, 2012 год

4 Журнал «Полимерные материалы» URL: <http://www.polymerbranch.com/termoplast/view/7/7.html#v7> (дата обращения 27.11.2018)

5 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» ТР ТС 005/2011 // профессиональная справочная система «Техэксперт»: [Электронный ресурс] / ПСС «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/902299529> (дата обращения 03.12.2018)

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЯПОНСКОГО КОМИТЕТА
ПРОМЫШЛЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Пак Кристина Сергеевна, Хан Анжела Владимировна

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент

Ключевые слова: международный стандарт, национальный стандарт, стандартизация, Японский комитет промышленной стандартизации, JISC, ИСО, МЭК.

Японский комитет промышленной стандартизации является национальным органом стандартизации Японии. Свою деятельность организация начала с основанием JESC (Japanese Engineering Standards Committee) в 1921 году. С принятием Закона о промышленной стандартизации в 1949 году был переименован в JISC (Japanese Industrial Standards Committee).

Основными задачами японского комитета являются разработка и планирование основных вопросов функционирования. Вместе с тем, комитет играет главную роль в разработке стандартов Японии, охватывающих широкий спектр продуктов и технологий, а также несет ответственность за разработку международных стандартов посредством сотрудничества с Международной организацией по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссией (МЭК).

За 2018 год Японский комитет по стандартизации разработал и утвердил 1440 стандартов, доля отмененных стандартов составляет всего 7,4% от общего числа стандартов, а также опубликовано 142, пересмотрено 316 японских промышленных стандартов (JIS).

Япония, являясь одним из мировых центров развития науки и техники, стремится содействовать стандартизации и развивается, в первую очередь, в следующих направлениях: машиностроение;

- электроника и электротехника;
- химическое машиностроение;
- медицинское оборудование;
- обработка информации.

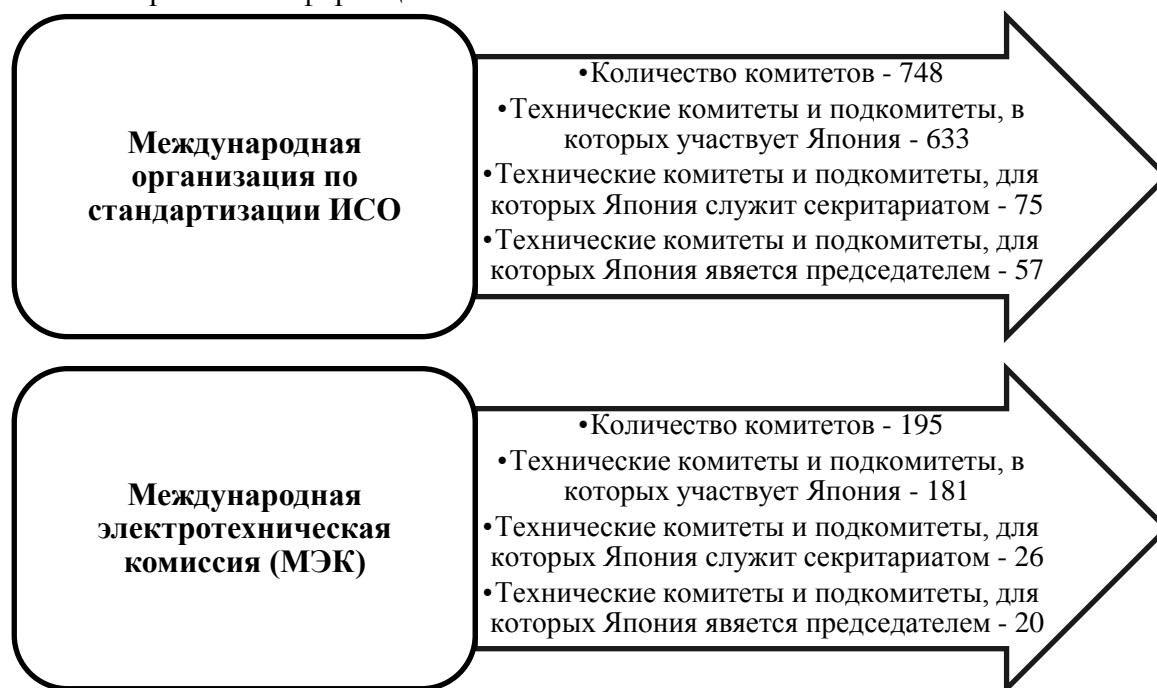


Рис. 1. Участие JISC в ИСО и МЭК.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Японский комитет промышленной стандартизации является активным членом Совета ИСО и Технического совета управления с 1952 года и постоянным членом Совета, Совета по стандартизации и Совета по оценке соответствия в МЭК с 1953 года. За более полувековой период сотрудничества Япония смогла принять многократное участие в международных комитетах, технических подкомитетах, в которых исполняла различные роли. Информация об участии Японского комитета по стандартизации в ИСО и МЭК представлена на рисунке 1.

На рисунке 2 представлен график, демонстрирующий количество предлагаемых Японией международных стандартов в период с 2001 года по 2018 год.



Рис. 2. Международные стандарты, предлагаемые Японией.

Производители, получающие сертификаты соответствия от аккредитованных органов по сертификации, имеют право на применение знака японского стандарта, изображенного на рисунке 3.



Рис 3. Знак соответствия японского стандарта.

Органы сертификации, аккредитованные для системы маркировки японских стандартов, должны соответствовать требованиям ISO / IEC 17065. Процедура сертификации состоит из двух этапов:

- 1) оценка соответствия продукции соответствующему JIS;
- 2) оценка системы менеджмента качества производителя.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

По состоянию на март 2018 года насчитывается 24 аккредитованных японских стандартов органа по сертификации, в том числе три за пределами Японии, которые выпустили около 8 700 сертификатов для JIS Marks.

Японская национальная система аккредитации лабораторий отвечает за японскую систему оценки и аккредитации компетентности испытательных лабораторий для выдачи тестовых отчетов на основе методов тестирования японских стандартов.

Сертификация по схеме сертификации JIS Marks имеет следующие особенности:

1. Для получения процедур выдачи соответствующего сертификата необходимо обратиться в аккредитованные органы по сертификации, которые предоставляют соответствующие услуги. Информацию об аккредитованных органах по сертификации можно получить из Перечня аккредитованных сертификационных органов.

2. Схема охватывает производителей (отечественных и зарубежных), импортеров (отечественных), розничных торговцев (отечественных) и экспортеров (иностранных).

Японского комитета промышленной стандартизации осуществляет свою деятельность в области стандартизации на международном уровне участвуя в работе Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), а также являясь национальной организацией Японии занимается разработкой японских стандартов, охватывающих широкую сферу действия, что способствует гармонизации требований с международными в области стандартизации на национальном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Официальный сайт Japanese Industrial Standards Committee [Электронный ресурс] – <http://www.jisc.go.jp/eng/> Дата обращения 28.11.2018

**АНАЛИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ
ПРОЕКТОВ НА БАЗЕ ЕДИНОГО ОПЕРАТОРА ГРАНТОВ
ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Плотницкий Владислав Олегович

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации.

Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент

Ключевые слова: фонд президентских грантов, социально-значимые грантовые проекты, заявка, инновация.

В настоящее время понятие «инновация» стало применяться для характеристики процессов обновления или диффузии и в других социальных сферах, в том числе в экономике. Инновации - это результат инвестирования интеллектуального решения в разработку и получение нового знания, ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей (технологии; изделия; организационные формы существования социума, такие как образование, управление, организация труда, обслуживание, паука, информатизация и т.д.) и последующий процесс внедрения (производства) этого, с фиксированным получением дополнительной ценности (прибыль, опережение, лидерство, приоритет, коренное улучшение, качественное превосходство, креативность, прогресс) [2]. Таким образом, одним из видов инноваций могут быть социальные инновации. В настоящее время социальные инновации активно поддерживаются государством посредством грантовой поддержки.

Фонд президентских грантов является единым оператором грантов Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества с 3 апреля 2017 года. При этом система государственной грантовой поддержки некоммерческих организаций существует с 2006 года. Семь ее прежних операторов выступили учредителями фонда: Союз женщин России, Российский союз ректоров, Лига здоровья нации, Союз пенсионеров России, Национальный благотворительный фонд, Движение «Гражданское достоинство», Благотворительный фонд «Покров». Всего в течение 2017-2018 гг. Фонд президентских грантов организовал четыре конкурса на предоставление грантов Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества, в которых приняли участие 16 814 некоммерческих организаций. Ими было подготовлено и подано 35 184 социально значимых проекта. По итогам четырех конкурсов из них поддержано 6 786 на общую сумму 14 490 млн рублей. Анализ видов и количества, инновационных социально-значимых грантовых проектов в которых определены победители конкурса [1].

Таблица 1. Анализ видов и количества, инновационных социально-значимых грантовых проектов в которых определены победители конкурса по Российской Федерации и по Приморскому краю за период 2017-18 годы

Наименование грантового направления	Российская Федерация	Приморский край
	Количество, шт.	Количество, шт.
Социальное обслуживание, социальная поддержка и защита граждан	987	15
Охрана здоровья граждан, пропаганда здорового образа жизни	1029	9
Поддержка семьи, материнства, отцовства и детства	638	11
Поддержка молодёжных проектов, реализация которых охватывает виды деятельности, предусмотренные статьёй 31.1 ФЗ от 12 января 1996 г. № 7-ФЗ «о некоммерческих организациях»	457	7

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Продолжение таблицы 1

Поддержка проектов в области науки, образования, просвещения	798	10
Поддержка проектов в области культуры и искусства	700	6
Сохранение исторической памяти	771	2
Защита прав и свобод человека и гражданина, в том числе защита прав заключённых	281	3
Охрана окружающей среды и защита животных	333	8
Укрепление межнационального и межрелигиозного согласия	212	4
Развитие общественной дипломатии и поддержка соотечественников	192	0
Развитие институтов гражданского общества	389	8
Выявление и поддержка молодых талантов в области культуры и искусства	35	0
Поддержка проектов в области науки, образования, просвещения - долгосрочный проект	7	1
Выявление и поддержка молодых талантов в области культуры и искусства - долгосрочный проект	8	0
Развитие институтов гражданского общества - долгосрочный проект	9	0

К сожалению не все проекты, заявленные на конкурс фонда президентских грантов, получают финансовую поддержку. Из 31541 проекта, заявленных на конкурс 77,8% в среднем по 16 из направлений не получили поддержку, по различным причинам.

Распространенная ошибка, из-за которой проекты оказались не допущенными до независимой экспертизы, - часть сведений в форме подтверждения подачи заявки не соответствуют сведениям из самой заявки. Например, указаны разные грантовые направления, название проекта, краткое описание проекта, запрашиваемая сумма гранта. Такое может случиться, если в заявку впопыхах вносили изменения уже после того, как была сформирована и подписана форма подтверждения подачи заявки.

В первом конкурсе 2018 года 665 проектов по решению совета не были допущены до дальнейшего участия в конкурсе из-за выявленных нарушений. Еще 144 проекта были отозваны самими заявителями. Поддержку уже получили 3 573 проектов общая сумма выделенных средств составила 7,8 млрд рублей. Такое количество победителей и общая сумма грантов являются рекордными за всю историю грантовой поддержки некоммерческих организаций. Стоит отметить, что доля проектов, не соответствующих условиям конкурса, продолжает снижаться. Так, в 2017 году на первом конкурсе до оценки экспертами не были допущены 10,4% поданных проектов, во втором конкурсе - 8,9%. На первом конкурсе 2018 года этот показатель составлял уже 8%, а сейчас снизился до 6,8%.

Во втором конкурсе 2018 года на независимую экспертизу направлены 9 034 из 9 843 представленных на конкурс проектов. Гранты будут предоставляться по следующим направлениям: социальное обслуживание, социальная поддержка и защита граждан; охрана здоровья граждан, пропаганда здорового образа жизни; поддержка семьи, материнства, отцовства и детства; поддержка молодёжных проектов, реализация которых охватывает виды деятельности, предусмотренные статьёй 31.1 Федерального закона от 12 января 1996 года № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях»; поддержка проектов в области науки, образования, просвещения; поддержка проектов в области культуры и искусства; выявление и поддержка молодых талантов в области культуры и искусства; сохранение исторической памяти; защита прав и свобод человека и гражданина, в том числе защита прав заключённых; охрана окружающей среды и защита животных; укрепление межнационального и межрелигиозного согласия; развитие общественной дипломатии и поддержка соотечественников; развитие ин-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

ституты гражданского общества. Примерная тематика внутри каждого из направлений приведена в положении о конкурсе, размещенном на сайте Фонда.

На заседании объединенный экспертный совет внес изменения в составе экспертов конкурса. В 2018 году проекты будут оценивать 785 человек из числа общественных деятелей, ученых, профильных специалистов. Объединенный экспертный совет также обсудил вопросы оценки результатов реализации проектов победителей конкурсов, обеспечения открытости соответствующей информации, выявления лучших практик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Официальный сайт Фонд президентских грантов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://xn--80afcdbalict6afooklqi5o.xn--p1ai/public/home/about>

2. Стрелкова Л. В. Экономика и организация инноваций. Теория и практика: учеб, пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Экономика» и «Менеджмент» / Л.В. Стрелкова, Ю.А. Макушева. — 2-е изд., перераб и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2018. - 235 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Поцелуева Олеся Дмитриевна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Кузнецов Павел Анатольевич, ст. преподаватель*

Ключевые слова: инновации, инновационная деятельность, виртуальная реальность, дополненная реальность, технологии

Для ускоренного экономического развития Российской Федерации распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р утверждена стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года. Главная цель стратегии – это перевод государства на путь инновационного развития [2]. На сегодняшний день, такая стратегия не оказывает значительное влияние на инновационное развитие страны.

В настоящее время в Российской Федерации вопрос об инновационном развитии страны является достаточно актуальным. Ведутся активные работы по разработке документов, регламентирующих данное направление развития, в том числе работа над проектом Федерального закона N 344994-5 «Об инновационной деятельности в Российской Федерации». Настоящий законопроект устанавливает основные цели и принципы инновационной деятельности в Российской Федерации, основные направления деятельности федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления по развитию инновационной деятельности, а также формы поддержки инновационной деятельности органами государственной власти и органами местного самоуправления. Также законопроект предусматривает регулирование отношений между субъектами инновационной деятельности, в частности, саморегулирование субъектов инновационной деятельности [1].

Инновационная деятельность - это деятельность, в результате которой создается новый интеллектуальный продукт, или же совершенствуется уже существующая технология, разрабатываются новое оборудование, средства автоматизации, программные комплексы, организационные и управленческие решения в структуре Общества, а так же доведение новых оригинальных идей до реализации в виде готового товара на рынке.

Одним из результатов инновационной деятельности является появления новых технологических товаров и услуг, в том числе и в области виртуальной и дополненной реальности. Современный рынок виртуальной и дополненной реальности ещё относительно молодой, однако эксперты прогнозируют высокие темпы его развития. Эти технологии сегодня позиционируются как новации в различных сферах деятельности.

Виртуальная реальность - (от лат. virtus - мнимый воображаемый) созданная компьютерными средствами трехмерная модель реальности, которая создает эффект присутствия человека в ней, позволяет взаимодействовать с представленными в ней объектами, включая новые способы взаимодействия: изменение формы объекта, свободное перемещение между микро- и макроуровнями пространства, перемещение самого пространства [3].

Дополненная реальность (Augmented reality, AR) - это технология наложения информации в форме текста, графики, аудио и других виртуальных объектов на реальные объекты в режиме реального времени. Именно взаимодействие вычислительных устройств с картинкой реального мира отличает дополненную реальность от виртуальной [4].

Понятие дополненной реальности представляет собой одну из разновидностей виртуальной реальности. В дополненной реальности реальные объекты в реальном окружении тем или иным образом дополняются виртуальными элементами, образуя, таким образом, комбинированную картинку. Рональд Азума в своей классической статье «A Survey of Augmented Reality» выделяет основные признаки систем дополненной реальности, в частности, подчеркивая, что эти системы должны совмещать в себе три основных признака - совмещение вир-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

туальных и реальных объектов, формирование комбинированной картинке в реальном времени, формирование картинке в 3D.

К предметам VR относятся все устройства, которые используются для погружения в виртуальный мир. Это могут быть:

- костюм виртуальной реальности
- очки VR
- перчатки
- комната VR

На бурное развитие технологий дополненной и виртуальной реальности значительное влияние оказал рынок мобильных устройств, который за последние 10 лет изменился до неузнаваемости: на смену кнопочным аппаратам пришли сенсорные смартфоны и планшеты с полноценной операционной системой, оснащенные мощной видеокамерой, датчиками позиционирования и гироскопами. Нарастающая вычислительная мощность устройств и повсеместная цифровая трансформация возвели технологии дополненной и виртуальной реальности на принципиально новый уровень, где они могут выйти за пределы индустрии развлечений и охватить широкий спектр новых сфер деятельности человека. На сегодняшний день технологии виртуальной и дополненной реальности стали источником технологических возможностей и способствуют не только созданию концептуально новых рынков, но и расширению уже имеющихся. Помимо сферы развлечений, технологии дополненной и виртуальной реальности сегодня широко используются для проектирования, обучения и переподготовки специалистов в программных продуктах для инженеров, архитекторов, дизайнеров, риелторов и ритейлеров [5].

Технологии дополненной и виртуальной реальности используются в образовании и медицине, на их базе разрабатываются обучающие программы и тренажеры, медицинские аппараты моделируют и проводят операции. Таким образом вопрос эффективности применения технологий дополненной и виртуальной реальности в бизнесе является достаточно актуальным [4].

В скором времени устройства виртуальной реальности станут так же популярны и функциональны, как мобильные телефоны. С помощью таких девайсов пользователи смогут смотреть кино и сериалы, присутствовать на массовых мероприятиях и совершать покупки. А это значит, что виртуальная реальность заметно расширит возможности малого и крупного бизнеса (рис. 1).



Рис. 1. Доля продаж в разных сферах VR и AR к 2025 году.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Аналитики выяснили, что технологии виртуальной и дополненной реальности можно применять в разных сферах деятельности. Развитие технологии дополненной реальности значительно отстает от виртуальной — это хорошо заметно в области обработки объектов в режиме реального времени. Однако со временем эта технология улучшится и станет полностью конкурентоспособной (рис. 2).

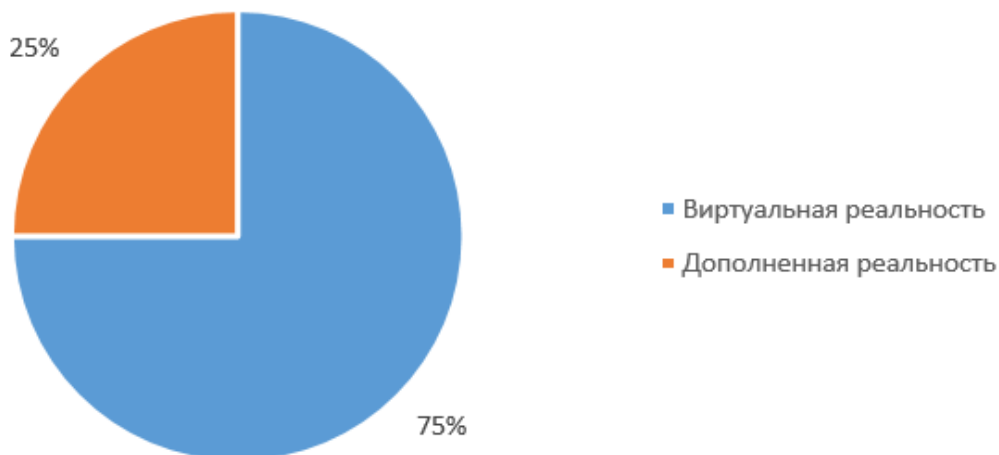


Рис. 2. Рынок ПО для технологий VR и AR к 2025 году.

Но, существует несколько моментов, которые указывают на то, что не все, что связано с дополненной реальностью и виртуальной реальностью, является позитивным в отношении использования технологий, например,

стоимость производства электронных устройств с AR и VR может быть запредельно высокой; следовательно, создание опыта погружения затруднительно.

Технология создания такого опыта является новой и экспериментальной, а это означает, что в области образования все еще есть несколько аспектов, связанных с обучением, которые необходимо исследовать и анализировать.

Сбор и хранение информации обо всем, что необходимо для реализации дополненной реальности и виртуальной реальности, требует много времени и усилий.

А также, так как современные технологии VR/AR служат для передачи визуальной информации, можно рассмотреть проблемы, связанные с этой областью, на примере трех ключевых подсекторов (киноиндустрия, музейная и выставочная деятельность и туризм) и проанализировать, как они могут решаться или уже решаются с помощью VR/AR-технологий.

Киноиндустрия. Кинографу необходимо развиваться и давать как можно больше возможностей зрителю, дарить ему новые ощущения. Между зрителем и кино существует барьер — это экран, который не позволяет полностью погрузиться зрителю в атмосферу. Благодаря использованию VR зрителю предоставится власть в руки, которая принципиально изменит саму концепцию повествования, активно вовлекая в процесс повествования и зрителя. Безусловно, режиссерский взгляд останется основным, базой, задающей зрителю границы повествовательного пространства (так как ему придется создавать контент для видео в 360 градусов). Но у зрителя будет возможность самостоятельно формировать траекторию передвижения в этом пространстве и логику просмотра, что, обязательно, создаст ощущение свободы при просмотре фильмов. Пока подобных кинофильмов крайне мало, так как кинокомпании данное направление только изучают. Вторая проблема — разрушение барьера в виде телеэкрана. Киноиндустрия уже несколько раз пыталась снять данный барьер, например, с помощью стереоскопического видео или изогнутых экранов, которые начали использовать в IMAX-кинотеатрах. Но данная проблема уйдет, когда начнут создавать VR-фильмы, которые позволят почти полностью погрузиться в кинофильм.

Музеи и галерейный бизнес. В век развития современных технологий, когда люди стали получать информацию различными способами с помощью самых разнообразных устройств, большинство музеев не приспособилось к реалиям и продолжает до сегодняшних дней передавать информацию традиционными методами. Построение новой формы передачи информации в музейной индустрии сейчас очень востребовано. Новая подача информации в музеях возможна, например, с помощью технологий VR/AR. Создание виртуальных пространств поможет сэкономить на создании интерактивного музея, к тому же добавляет некоторые возможности, которые достаточно сложно реализовать в реальности. Одним из примеров создания VR/AR-музея является внедрение современных технологий «Дворец школьников» в городе Астана. Музей, который помогает детям в выборе их будущей профессии.

Существует еще один, менее масштабный проект, который реализован Great Gonzo Studio. Команда Great Gonzo приезжает на различные мероприятия и показывает новый способ визуализации арт-объектов, который называется «иммерсивная живопись» – человек, одевая шлем, переходит из реального пространства в виртуальное и оказывается как бы внутри картины, где может ее исследовать с различных ракурсов.

Туристическая индустрия. Первая проблема туризма связана с невозможностью человека, по причине страха или физических данных, отправиться в путешествие, но потребность в этом существует. Согласно исследованиям, проведенным консалтинговой компанией IPK International, примерно 15% путешественников по всему миру откажутся в 2016 г. от поездок за рубеж из-за террористической угрозы и политических беспорядков в ряде стран [6]. Но у этих 15% остается потребность в получении новых эмоций, связанных с путешествиями, новых впечатлений.

Решить данную проблему частично можно с помощью виртуальной и дополненной реальности. На данный момент самый простой способ реализации – это использование погружения в виртуальную реальность с помощью Google Street View или подобных приложений, которых на просторах интернета достаточно много. Но, данный способ не дает полного ощущение путешествия, так как человеку не предоставляется возможность передвигаться по пространству самому, без помощи интерфейса. Существует второй вариант, который находится сейчас в разработке и используется для видеоигрового развлечения. Разработка называется The Void, которая позволяет пройти в виртуальном пространстве. Существует «головакамера» размером примерно 20 на 20 м, в которой можно свободно передвигаться в любом пространстве. Создатели The Void добились эффекта неограниченного пространства в виртуальной реальности за счёт нескольких трюков.

Также существует проблема путешествий людей с ограниченными возможностями здоровья, для поездки далеко в другую страну людям потребуется немало усилий, а также сопровождающее лицо. Отчет PSFK Labs о VR показывает, что данный тип опыта может мотивировать семьи заказать поездку или дать возможность путешествовать таким людям [18].

Подводя итог, стоит сказать, что на сегодняшний день рынок технологий дополненной и виртуальной реальности только начинает развиваться и применение технологий не ограничится лишь сферой развлечений и игр. Уже сегодня проекты с их использованием помогают не только создавать совершенно новые рынки, но и расширять уже имеющиеся. Сначала виртуальную и дополненную реальность развивали для военных и медицинских нужд, со временем эти технологии стали прогрессировать в игровой индустрии. О том, что будет дальше, эксперты строят разные прогнозы. Пожалуй, самые полезные VR-разработки делаются в медицине. Например, студенты медицинских вузов могут проводить учебные операции с помощью виртуальных симуляторов с тактильной обратной связью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Проект Федерального закона N 344994-5 «Об инновационной деятельности в Российской Федерации». Внесен депутатами Государственной Думы ФС РФ И.Д. Грачевым, Н.В. Левичевым, О.Г. Дмитриевой [Электронный ресурс] : Доступ из справ. правовой системы «Гарант»

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

2. Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утверждена распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 N 2227-п.: (в ред. от 18.10.2018) // Доступ из справ. правовой системы СПС «Консультант плюс». – Режим доступа: URL:<http://www.consultant.ru/>.

3. Гермашова В.А. Понятие «виртуальная реальность» в философском знании [Электронный ресурс] // Вестник Ставропольского государственного университета: научн. журн. 2009. № 64. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-virtualnaya-realnost-v-filosofskom-znanii> (дата обращения: 07.12.18)

4. Яковлев Б.С., Пустов С.И. История, особенности и перспективы технологии дополненной реальности [Электронный ресурс] / Б.С. Яковлев, С.И. Пустов // Известия ТулГУ. Технические науки.: науч. журн. 2013. Вып. 3. . Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-osobennosti-i-perspektivy-tehnologii-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения: 07.12.18)

5. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Реальности [Электронный ресурс] // Стратегические решения и риск-менеджмент: научн. журн. 2018. №3 (108). Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-vozmozhnosti-i-prepyatstviya-primeneniya> (дата обращения: 07.12.18)

6. [Электронный ресурс] // Интеркфакс-Украина офиц. сайт. URL: <http://interfax.com.ua/news/general/329957.html> (дата обращения: 04.12.2018).

7. Маслов Е.А., Хамина А.А. Внедрение современных технологий виртуальной и дополненной реальности в креативные индустрии: тенденции и проблемы реальности [Электронный ресурс] / А.А. Хамина, Е.А. Маслов // Гуманитарная информатика: научн. журн. 2016. Вып.10. С. 35-46. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-sovremennyh-tehnologiy-virtualnoy-i-dopolnennoy-realnosti-v-kreativnye-industrii-tendentsii-i-problemy>

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО
ПРОИЗВОДСТВА В ОРГАНИЗАЦИИ**

Поцулин Антон Дмитриевич, Шилов Алексей Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра иноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: концепция «Бережливое производство», методы «Бережливого производства», инструменты «Бережливого производства», 3-MU.

Внедрение Концепции «Бережливое производство» в организации позволяет существенно повысить эффективность его деятельности. Большой опыт в использовании Концепции «Бережливое производство» имеют организации таких стран, как США, Германия и Япония. Наиболее известная организация по использованию Концепции «Бережливое производство» является Toyota.

Основателем Бережливого производства является Тайити Оно. Он начал первые опыты оптимизации производства еще в 1950-х годах. Тайити Оно создал такой подход как «точно во время», сформулировал 7 видов потерь, которые на японском языке называются словом «муда» и создал много другого, что принесло большой успех Концепции «Бережливое производство».

В настоящее время авторы [1, 3, 6] кроме потерь, выделенных Тайити Оно [2] выделяют дополнительно потери из-за неиспользованного потенциала персонала. Все эти виды потерь организация стремится снизить или устранить при внедрении Концепции «Бережливое производство» (рис. 1).

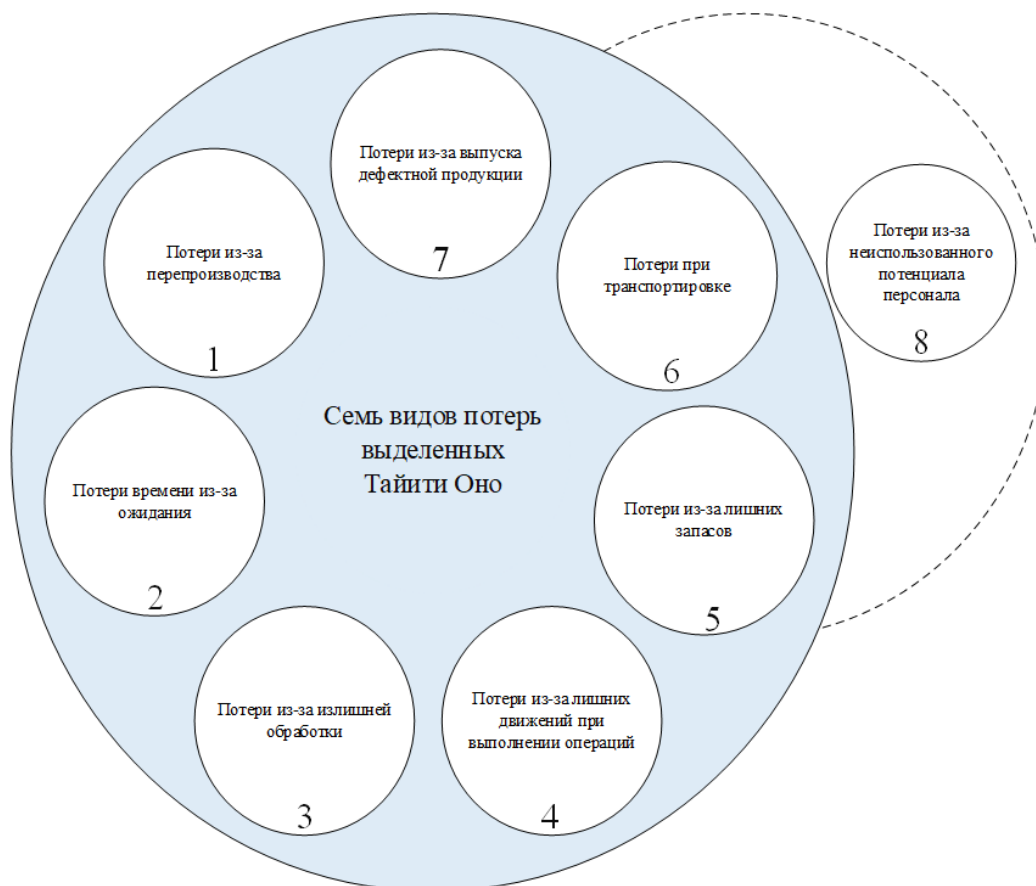


Рис. 1. Виды потерь, которые снижает или устраняет организация при внедрении Концепции «Бережливое производство» [1-3, 6].

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Потери подразделяют на муда 1-го рода и 2-го рода.

Муда 1 рода – это действия, не создающие ценность, но без которых невозможно обойтись. Например, транспортировка, оформление документов и т.п. от них невозможно избавиться из процесса, но их необходимо сокращать.

Муда 2 рода – это действия, не создающие ценности вообще и их можно и нужно исключать из процесса полностью. Например, ожидание, запасы, брак и т.д.

Кроме того, в Бережливом производстве различают еще два типа потерь, которые называются «мури» и «мура».

Мури – это перегрузка людей или оборудования. Мури заставляет работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством. Перегрузка оборудования ведет к авариям и дефектам.

Мура – это неравномерность. При неравномерном спросе образуются очереди, увеличивается время исполнения. Требуется дополнительные материалы и запасы для выполнения пикового спроса. Работа в авральном режиме, утомляют людей и снижают их эффективность и качество работы.

Для снижения всех видов потерь в организации целесообразно внедрить Концепцию «Бережливое производство». При внедрении Концепции «Бережливое производство» необходимо к идентифицированным объектам по уровням четырех потоков создания ценности уметь применять основные методы (рис. 2) [4, 5].



Рис. 2. Основные методы Концепции «Бережливое производство».

При применении рассмотренных методов Концепции «Бережливое производство» существенно повышает эффективность использование инструментов метода визуализации. Этими инструментами могут быть: канбан-доски и карточки, PDCA-цикл, 5S доска, scum-доски и магнитные карточки пользовательских историй, DMAIC-доска и другие. То есть инструменты визуализации в любом из методов Концепции «Бережливое производство» позволяют наглядно и полно анализировать информацию, относящуюся к объекту, а также существенно экономят время на выполнение рабочих операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Балтачева Н.Р. «Бережливое производство» как метод повышения эффективности производства на предприятии // Science time. 2015. №8. С. 26-29.
2. Вумек Дж., Джонс Д. «Бережливое производство»: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: учебное пособие; пер. с англ. 7-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2013. 472 с.
3. Вялов А.В. «Бережливое производство»: учебное пособие. Комсомольск на Амуре: ФГБОУ ВПО «ВнАГТУ», 2014. 100 с.
4. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство». Основные методы и инструменты – Введ. 2015-06-02. М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.: ил.
5. Каюмов А.Ф., Сабирова А.А., Савина А.И. Инструменты «бережливого производства» на предприятиях с единичным типом производства // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых. 2014. Том 2. С. 336-338.
6. Лайкер Д.К. Лидерство на всех уровнях бережливого производства: Практическое руководство. М.: Альпина Паблишер, 2018. 336 с.

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ «БЕРЕЖЛИВОГО
ПРОИЗВОДСТВА» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ**

Прокудина Ирина Константиновна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Чуднова Ольга Александровна, канд. физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова: концепция, бережливое производство, производственные процессы, особенности внедрения.

«Бережливое производство» — наиболее распространенный перевод на русский язык словосочетания «LeanProduction», концепция, которая подразумевает выявление на предприятии процессов, которые не приносят ни ценности для потребителя, ни стоимости. После этого такие процессы совершенствуются и дорабатываются или вообще убираются из производства. Бережливое производство является философией управления, которая изменила стратегию тысяч компаний. Внедрение инструментов бережливого производства не только позволяет предприятиям повысить производительность в каждом аспекте деятельности, но также объединяет сотрудников под единым знаменем, а это и есть истинный актив любой компании [1].

17 марта 2014 года США, и страны Евросоюза, и других стран ввели против России санкции, в связи с чем, произошло существенное изменение экономической обстановки. Это способствовало возникновению нарушений в деятельности бизнес-процессов большинства предприятий, которые реализуют программы инновационного развития. В связи с отсутствием доступа российских предприятий к иностранным финансовым рынкам сформировались значительные ограничения в сфере инновационного развития российских предприятий. Соответственно, на предприятиях наблюдается ограниченность ресурсов, что приводит к пересмотру как общего, так и инвестиционного бюджета. Такое положение способствует снижению расходов, направляемых на экстенсивный рост и переходят на интенсификацию деятельности, иными словами, более эффективному применению имеющихся ресурсов [4]. Таким образом, происходит использование нераскрытого организационно-производственного потенциала и человеческого капитала. По сравнению с развитыми странами, в России невелико и количество специалистов, обладающих значительным опытом в сферах адаптации и применения инновационных управленческих концепций, таких как кайдзен и бережливое производство [7].

В ответ на санкции Россия ввела контрсанкции на принятие ограничительных мер в отношении нашей страны США и Евросоюзом. В целом контрсанкции оказали благотворное влияние на российскую экономику, поскольку способствовали развитию импортозамещения. Освободившуюся нишу на рынке смогли занять отечественные производители, при этом значительно возросли розничные цены на пищевые продукты, увеличилось использование заменителей при производстве продуктов питания (пальмового масла, сухого молока), а также реэкспорт запрещённой продукции из третьих стран (например, яблок из Белоруссии). От эмбарго также выиграли принадлежащие Дании Фарерские острова, которые нарастили поставки в Россию рыбной продукции [6].

Сегодня идет активный поиск путей развития и усовершенствования производственных процессов на предприятиях промышленного сектора России с помощью современных концепций и методов организации производственной деятельности.

«Бережливое производство» может дать предприятию массу преимуществ, в том числе увеличение объемов выпуска продукции и эффективности, сокращение переделок, рост общей производительности и качества изделий, производительности труда и энтузиазма персонала. Оно может сократить потери при транспортировке, инвентаризации, перепроизводстве и браке, а также поможет избежать ненужных перемещений оборудования или персонала, ожидания следующих этапов производства [3].

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

В основе данной концепции лежит системное снижение затрат и всех видов потерь в целом, а так же снижение цены без ущерба прибыли. Данный эффект может достигаться путем улучшения качества и потребительских свойств продукции, ускорив при этом скорость движения потока создания ценности. В совокупности все это приведет к улучшению конкурентоспособности самой продукции, а, следовательно, и предприятия.

Первые предприятия, которые заявили о том, что начали применять методы «бережливого производства»: Горьковский автомобильный завод (Группа «ГАЗ»), РУСАЛ, ЕвразХолдинг, Еврохим, ВСМПО-АВИСМА, ОАО «КУМЗ», Челябинский кузнечно-прессовый завод (ОАО «ЧКПЗ»), ОАО «Соллерс» («УАЗ», «ЗМЗ»), КАМАЗ и др [5].

Опыт «КамАЗа» начался в 2006 году. Установив для компании цель «достичь мирового уровня», команда реформаторов, вооружившись опытом «Toyota» и «ГАЗа», заложила фундамент производственной системы КамАЗа, куда помимо самого предприятия были включены дистрибьюторы, сервисные центры и другое. Был выпущен приказ об участии каждой производственной единицы в совершенствовании компании путем разработки личных проектов. Основная сложность при внедрении бережливых технологий заключалась в том, что не все работники обладали гибкостью мышления для перехода к новым производственным принципам. Производительность труда сильно варьировалась. Решение проблемы нашли в обучении персонала малыми группами «на месте», т. е. за пультом станка. Начали с тех, у кого показатели были хуже. Результаты использования бережливого производства на «КамАЗе» за 5 лет:

- снижение уровня брака на 50 %;
- увеличение скорости выпуска продукции на 30 %;
- сокращение используемых площадей на 360 тыс м²;
- достижение экономического эффекта в 19 млрд рублей.

Однако не на всех предприятиях, применяющих бережливое производство, результаты имеют положительную динамику. Часть из них при внедрении методов бережливого производства использует только инструментальный подход, т. е. применяют инструменты бережливого производства, без вовлечения работников предприятия в философию новой производственной системы, и такой подход дает результаты лишь на первых шагах [3].

Одной из основных причин является непонимание концепции «Бережливого производства», не знание таких терминов как «бережливое предприятие» и «бережливая продукция». Следующей причиной можно назвать непонимание необходимости прохождения ряда этапов при внедрении Lean-подхода. Те немногие организации, которые с большим энтузиазмом все-таки пытаются приобщиться к «Бережливому производству», к сожалению, не осознают всей важности поэтапного внедрения концепции на производстве. Пытаются на «скорую руку» внедрить концепцию, перешагнув тот или иной этап и ждут мгновенных результатов [6].

Дело в том, что одной из основных задач, при внедрении «Бережливого производства», является прохождение обязательных этапов для внедрения подхода.

Принято выделять пять основных этапов внедрения бережливого производства.

- определение ценности для потребителя;
- построение карты создания ценности;
- организация непрерывного потока создания ценности;
- организация «вытягивания» продукта потребителем;
- непрерывное улучшение процессов.

Естественно, указанные этапы не являются жестко определенными. Скорее это руководство к действию. Большинство экспертов начинают деятельность по внедрению бережливого производства с того, что наблюдают за деятельностью работников в цехах, пытаются понять, насколько эта деятельность эффективна. Подобные наблюдения могут стать ключом к успешной реализации любого из пяти указанных этапов (рис.1).



Рис. 1. Этапы внедрения «Бережливого производства».

Успех внедрения «Бережливого производства» зависит от прохождения этих этапов. К примеру, можно выбрать конкретный производственный участок, который приносит максимальную прибыль, либо наоборот «узкое место». Далее необходимо определить ценность с точки зрения потребителя (важно помнить, что концепция «Бережливого производства» всегда во главу угла ставит удовлетворение потребностей потребителя), разработать специализированную программу по сокращению всевозможных потерь и увеличению эффективности функционирования различных процессов на предприятии [4]. Получив определенный опыт, логично, для начала внедрить его на нескольких других производственных участках, а после и на всем предприятии в целом. Еще одна причина - это понимание, что именно предприятие хочет получить от внедрения Lean-подхода. Какие цели преследует предприятие и как «Бережливое производство» может помочь в осуществление плана [1].

Например, предприятие хочет быстро войти на рынок, или значительно увеличить объем продаж, или продлить время пребывания имеющегося продукта на рынке в период запуска нового продукта. Также одной из важных причин затруднительного внедрения Lean-подхода на российских предприятиях является незаинтересованность, и даже сопротивление персонала. Любую модернизацию на предприятии они воспринимают, как прихоть «сверху», которую они должны реализовать [2].

Как показывает практика, основным «тормозящим звеном» при внедрении концепции «Бережливого производства» являются руководители среднего звена, которые не готовы менять привычный образ работы. Данная особенность не соответствует философии, входящей в основу LP: «Вам не нужен руководитель — Вам нужен наставник». Если персонал примет данную философию, то проблемы будут устранены [3].

При внедрении «Бережливого производства» на предприятия в первую очередь следует понять то, что речь идет о концепции, которая содержит в себе совершенно иную философию и была разработана людьми, которые имеют отличный от России менталитет. Нужно быть готовым к трудностям и сопротивлениям, которые возникнут в процессе применения и использования данной производственной системы. Но при тщательном изучении и осмыслении всей концепции и ее философии положительный эффект не заставит себя ждать [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Балашова Е.С. Бережливое производство в Российской промышленности как инновационная стратегия развития // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2016. №8/2016. с. 12-15.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

2. Тер-Израелян А. М. «Бережливое производство в России: реалии и перспективы» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2015. №10. с. 96-98.

3. Кириллова Л. Г., Муратова Г. Я. Внедрение системы бережливого производства на предприятиях малого и среднего бизнеса. Проблемы и перспективы // Вестник Казанского технологического университета. 2017. №13. с. 159-161.

4. Мухарлямова А.И., Овчарова Т.А. Перспективы развития бережливого производства в России и текущее состояние дел // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2016. №11-1/2016. с. 114-116.

5. Гумеров А. М., Закирзянов Р. И. Особенности внедрения инструментов Бережливого производства // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №38. с. 220-221.

6. Немцев А.Д., Шевлякова Е.М., Шевляков М.К. Практика применения «Карты потока создания ценности» для анализа бизнес-процессов // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2016. №6. с. 15-18.

7. Давыдова Н. С., Яковлева Е.В. Повышение эффективности деятельности предприятий обрабатывающих производств на основе инструментов бережливого производства // Вестник Удмуртского университета. 2017. №3. с. 19-24.

**УЧЕТ ПОТРЕБНОСТЕЙ ИНВАЛИДОВ И МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП
НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДЫ ИХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Сидорова Наталья Георгиевна

*Школа искусств и гуманитарных наук, Департамент физической культуры и спорта
Научный руководитель: Журавская Наталья Сергеевна, д-р мед. наук, профессор*

Ключевые слова: планировка и застройка населенных мест, основные элементы среды, зданий и сооружений, параметры зон и пространств для инвалидов, пешеходные пути, стоянки и остановки автотранспорта, пандусы и лестницы.

При разработке проектов планировки и застройки населенных мест следует исходить из необходимости создания условий для полноценной жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения. Жилые районы населенных мест и их улично-дорожная сеть должны проектироваться с учетом прокладки пешеходных маршрутов для инвалидов и маломобильных групп населения с устройством доступных им подходов к площадкам и местам посадки в общественный транспорт. В районах нового строительства следует обеспечивать расположение жилых зданий с квартирами для инвалидов на креслах-колясках в радиусе обслуживания предприятий торговли товарами повседневного спроса и комплексных приемных пунктов предприятий бытового обслуживания не более 300 м. Специализированные жилые здания и специализированные детские учреждения следует располагать на расстоянии не более 3000 м от пожарных депо. Специализированные детские учреждения следует размещать в озелененных районах, на расстоянии не менее 3000 м от промышленных предприятий, улиц и дорог с интенсивным движением транспорта и железнодорожных путей, а также других источников повышенного шума, загрязнения воздуха и почвы. Специализированные школы-интернаты для детей с нарушениями зрения и слуха следует располагать на расстоянии не менее 1500 м от радиостанций, радиорелейных установок и пультов.

Параметры зон и пространств для инвалидов:

- зона для размещения кресла-коляски должна иметь ширину не менее 0,9 м и длину не менее 1,5 м.
- ширина прохода при одностороннем движении должна быть не менее 1,2 м, при двухстороннем - не менее 1,8 м.
- высота прохода до низа выступающих конструкций должна быть не менее 2,1 м.
- размеры площадки для поворота кресла-коляски на 90 град. должны быть не менее 1,3х1,3 м, для поворота на 180 град. - не менее 1,3х1,5 м, для разворота на 360 град. - не менее 1,5х1,5 м.

Пространство под элементами и частями зданий, оборудования или мебели, используемое для подъезда кресел-колясок, должно иметь ширину по фронту оборудования или мебели не менее 0,6 м и высоту не менее 0,6 м над уровнем пола или пешеходного пути. Подходы к оборудованию и мебели должны иметь ширину не менее 0,9 м, а при необходимости поворота кресла-коляски на 90 град. - не менее 1,2 м. Объекты и устройства (почтовые ящики, укрытия таксофонов, информационные щиты и т.п.), размещаемые на стенах зданий, сооружений или на отдельных конструкциях, а также выступающие элементы и части зданий и сооружений не должны сокращать пространство, необходимое для проезда и маневрирования кресла-коляски. Такие объекты, элементы или части зданий и сооружений, нижняя кромка которых расположена на высоте в пределах от 0,7 до 2,1 м от уровня пешеходного пути, не должны выступать за поверхность основной несущей конструкции более чем на 0,1 м, а при размещении на отдельно стоящей опоре - не более 0,3 м. При увеличении этого размера пространство под выступающими объектами, частями зданий или сооружений должно быть выделено бортиком высотой не менее 3 см.

Пешеходные пути:

- уклоны пешеходных дорожек и тротуаров, которые предназначены для пользования инвалидами на креслах-колясках и престарелых, не должны превышать: продольный - 5%, поперечный - 1%. В случаях, когда по условиям рельефа невозможно обеспечить указанные пределы, допускается увеличивать продольный уклон до 10% на протяжении не более 12 м пути с устройством горизонтальных промежуточных площадок вдоль спуска.

- в местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц и дорог высота бортовых камней тротуара должна быть не менее 2,5 см и не превышать 4 см. Не допускается в местах переходов применение бортовых камней со скошенной верхней гранью или съездов, сужающих ширину проезжей части. Переходы на крупных и сложных транспортных развязках следует снабжать защитными ограждениями.

- ширина пешеходного пути через островок безопасности в местах перехода через проезжую часть улиц должна быть не менее 3 м, длина - не менее 2 м.

- в жилых районах и микрорайонах вдоль пешеходных дорожек и тротуаров, предназначенных для передвижения инвалидов, следует предусматривать не реже чем через 300 м места отдыха со скамейками.

- опасные для инвалидов участки и пространства следует огораживать бортовым камнем высотой не менее 5 см.

- при проектировании путей эвакуации инвалидов следует исходить из того, что эти пути должны соответствовать требованиям обеспечения их доступности и безопасности для передвижения инвалидов.

Пандусы и лестницы, в местах перепада уровней, превышающего 4 см, между горизонтальными участками пешеходных путей или пола в зданиях и сооружениях следует предусматривать устройство пандусов и лестниц. Конструкции пандусов и их ограждений следует выполнять из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 2 часов. В исключительных случаях допускается предусматривать винтовые пандусы, величина внутреннего радиуса которых рассчитывается в соответствии с приложением. Длина промежуточных горизонтальных площадок винтового пандуса по внутреннему его радиусу должна составлять не менее 2 м. Уклон каждого марша пандуса в зависимости от его длины не должен превышать величин, указанных в приложении. В начале и конце каждого подъема пандуса следует устраивать горизонтальные площадки шириной не менее ширины пандуса и длиной не менее 1,5 м. При изменении направления пандуса ширина горизонтальной площадки должна обеспечивать возможность поворота кресла-коляски. По внешним боковым краям пандуса и площадок следует предусматривать бортики высотой не менее 5 см. Ступени лестниц на путях движения инвалидов должны быть глухими, ровными, без выступов и с шероховатой поверхностью. Ребро ступени должно иметь закругление радиусом не более 5 см. По не примыкающим к стенам боковым краям лестничного марша ступени должны иметь бортики высотой не менее 2 см. Ширина проступей должна быть: для наружных лестниц - не менее 40 см, для внутренних лестниц в зданиях и сооружениях - не менее 30 см; высота подъемов ступеней: для наружных лестниц - не более 12 см, для внутренних - не более 15 см. По обеим сторонам пандуса или предназначенного для передвижения инвалидов лестничного марша должны предусматриваться ограждения высотой не менее 0,9 м с поручнями. Поручни в этих случаях следует предусматривать двойными на высоте 0,7 и 0,9 м, а для детей дошкольного возраста - на высоте 0,5 м. Длина поручней должна быть больше длины пандуса или марша лестницы с каждой их стороны не менее чем на 0,3 м. Поручни должны быть круглого сечения диаметром не менее 3 не более 5 см или прямоугольного сечения толщиной не более 0,04 м.

Все предложенные меры позволяют учесть потребности инвалидов и маломобильных групп населения при формировании строительных норм проектирования среды их жизнедеятельности.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Приказ Государственного комитета по архитектуре и градостроительству при Госстрое СССР от 4 октября 1991 г. N 134.
2. "Типовая инструкция по обеспечению передвижения инвалидов, пользующихся креслами-колясками, в проектах общественных зданий, планировке и застройке населенных мест". Действие ВСН 62-91* Госкомархитектуры "Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения".

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СЕРТИФИКАЦИИ В ОБЛАСТИ ОКАЗАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

Харламова Юлия Олеговна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: добровольная сертификация, национальный стандарт, орган по сертификации, испытательная лаборатория.

Телекоммуникационная услуга – это результат взаимодействия на договорной основе оператора связи и заказчика телекоммуникационной услуги и предоставление пользователю различных удобств для осуществления связи. Также она определяется как результат собственной деятельности оператора связи по удовлетворению с помощью технических телекоммуникационных средств потребностей пользователя услуг в осуществлении связи или в предоставлении ему такой возможности. Охарактеризовать телекоммуникационную услугу в свою очередь можно и как предоставление доступа к справочным, экстренным и аварийным службам и к базам данных [1].

«ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД2)» выделяет деятельность в сфере телекоммуникаций, которая находится в разделе J «Деятельность в области информации и связи» под кодом 61.

Федеральный закон от 7 июля 2003 года № 126-ФЗ «О связи» устанавливает универсальные услуги связи, которые и являются телекоммуникационными услугами.

Национальный стандарт ГОСТ Р 53731-2009 «Качество услуг связи. Термины и определения» устанавливает виды услуг электросвязи, подразделяющиеся на основные (базовые) и дополнительные. Телекоммуникационные услуги – это услуги электросвязи.

В соответствии с Федеральным законом от 7 июля 2003 года № 126-ФЗ «О связи» телекоммуникационные услуги подлежат добровольной сертификации [2-4].

Для прохождения сертификации предприятие, оказывающее телекоммуникационные услуги, должно предоставить свидетельства об информационной прозрачности и ответственности предприятия перед обществом, высоком уровне корпоративного управления, а также информацию о повышении эффективности процессов предоставления услуг. При этом сертификаты являются нематериальными активами и вносят существенный вклад в развитие маркетинговой и имиджевой политики компании на телекоммуникационном рынке.

Управление качеством, а также контроль и надзор в области оказания телекоммуникационных услуг осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) и Федеральное агентство связи (Россвязь). Реестр сертификатов предприятий в области оказания телекоммуникационных услуг ведет Россвязь. Также в сфере электросвязи (телекоммуникации) выработку и реализацию государственной политики, и нормативно правовое регулирование осуществляет Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минкомсвязь).

В сфере телекоммуникационных услуг добровольную сертификацию осуществляют аккредитованные Росаккредитацией органы по сертификации и испытательные лаборатории (ИЛ). Перечни этих организаций представлены на официальном сайте Россвязи.

Добровольная сертификация телекоммуникационных услуг осуществляется при использовании систем добровольной сертификации «ТЕЛЕКОМ» и «Связь-Эффективность», которые объединяют в себе возможности организации и проведения работ по добровольной сертификации [5-8].

При прохождении добровольной сертификации используются нормативно-законодательные акты, представленные в таблице 1 [9-11].

Таблица 1. Перечень нормативно-законодательных актов, устанавливающих формы бланков в области добровольной сертификации телекоммуникационных услуг

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

№	Наименование документа	Виды бланков
1	Постановление от 29 июня 1998 года № 50 «Об утверждении нормативных документов Системы сертификации ГОСТ Р при проведении добровольной сертификации продукции (работ, услуг)»	- разрешение соответствия для добровольной сертификации Системы сертификации ГОСТ Р при добровольной сертификации продукции (работ, услуг) (Приложение А); - знак соответствия при добровольной сертификации продукции (работ, услуг) (Приложение Б).
2	Постановление от 17 марта 1998 года № 12 «Об утверждении правил по сертификации «Система сертификации ГОСТ Р. Формы основных документов, применяемых в Системе»»	- заявка на проведение добровольной сертификации (Приложении А); - сертификат соответствия при добровольной сертификации услуги (работы) (Приложение В).
3	ГОСТ Р 57619-2017 «Оценка соответствия. Рекомендации по содержанию и применению форм документов, используемых при добровольной сертификации услуг (работ)»	- заявка на сертификацию услуг (Приложение А); - решение по заявке на проведение сертификации услуг (Приложение Б); - акт оценки оказания услуг (выполнения работ) (Приложение Д); - решение о выдаче сертификата соответствия (Приложение Е); - форма решения об отказе в выдаче сертификата соответствия (Приложение Ж); - форма сертификата соответствия (Приложение И); - форма приложения к сертификату соответствия (Приложение К); - форма разрешения на применение знака соответствия системы добровольной сертификации (Приложение Л); - форма акта инспекционного контроля за сертифицированными услугами (Приложение М); - форма решения о подтверждении (приостановлении, отмене) действия сертификата соответствия (Приложение Н).

В таблице 1 проведен анализ требований нормативно-законодательных актов к формам бланков, обязательных к использованию при проведении добровольной сертификации в области телекоммуникационных услуг. ГОСТ Р 54659-2011 устанавливает, что объем и содержание документов, необходимых для проведения работ по добровольной сертификации услуг, предоставляемые предприятием в комплекте с заявкой, определяет эксперт по сертификации в каждом конкретном случае [12].

Прохождение процедуры добровольной сертификации позволяет информировать потребителей о высоком качестве предоставляемых услуг, тем самым помогает предприятию повысить свою конкурентоспособность. Результаты добровольной сертификации можно использовать для модернизации и улучшения телекоммуникационных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Е.В. Букрина. - Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ», 2007. – 186с.
2. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД 2). Разделы D (класс 35) - U (класс 99) (часть 2) (с Изменениями N 1-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

- 19) Принят Росстандартом 31 января 2014 // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200110163> (дата обращения: 14.11.2018)
3. О связи (с изменениями на 3 августа 2018 года): федеральный закон № 126-ФЗ от 7 июля 2003г. Принят Гос. Думой 18 июня 2003г. // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901867280> (дата обращения: 15.11.2018)
4. ГОСТ Р 53731-2009 Качество услуг связи. Термины и определения. – Введ. 2011-01-01. М.: Стандартинформ, 2011. – 8 с.
5. Официальный сайт НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.interecoms.ru/razrabotka-i-sertificatsia-sistem/81> (дата обращения: 16.11.2018)
6. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rkn.gov.ru/communication/p714/> (дата обращения: 19.11.2018)
7. Официальный сайт Федерального агентства связи (Россвязь) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rossvyaz.ru/activity/correlation/> (дата обращения: 19.11.2018)
8. Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минкомсвязь) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minsvyaz.ru/ru/ministry/common/> (дата обращения: 24.11.2018)
9. Об утверждении нормативных документов Системы сертификации ГОСТ Р при проведении добровольной сертификации продукции (работ, услуг) (с изменениями на 4 ноября 2000 года): постановление № 50 от 29 июня 1998 г. Утверждено Правительством Российской Федерации 29 июня 1998г. // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901720227> (дата обращения: 26.11.2018)
10. Об утверждении правил по сертификации «Система сертификации ГОСТ Р. Формы основных документов, применяемых в Системе» (с изменениями на 12 мая 2009 года): постановление № 12 от 17 марта 1998 г. Утверждено Правительством Российской Федерации 17 марта 1998г. // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/58835811> (дата обращения: 27.11.2018)
11. ГОСТ Р 57619-2017 Оценка соответствия. Рекомендации по содержанию и применению форм документов, используемых при добровольной сертификации услуг (работ). – Введ. 2018-01-01. М.: Стандартинформ, 2017. – 19 с.
12. ГОСТ Р 54659-2011 Оценка соответствия. Правила проведения добровольной сертификации услуг (работ). – Введ. 2012-07-01. М.: Стандартинформ, 2012. – 7с.

АНАЛИЗ ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА «ПРОЕКТОР ОПТОТИПОВ» В ОБЛАСТИ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Харламова Юлия Олеговна, Хомяков Илья Владиславович

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент

Ключевые слова: стандартизация, медицинское оборудование, диагностика зрения, проектор опто типов, гармонизация требований международных стандартов ИСО.

Производство медицинского оборудования – это динамично развивающаяся отрасль, предлагающая все более совершенные инновационные решения на основе уникальных технологий. И в связи с постоянным развитием медицины, стандарты должны совершенствоваться и соответствовать нынешнему состоянию научно-технического прогресса. Обеспечить их соответствие можно при помощи гармонизации, на что и направлена современная стандартизация.

В области здравоохранения необходимо гармонизировать стандарты для того чтобы предоставлять качественные медицинские услуги и осуществлять контроль качества медицинского оборудования.

По данным Всемирной организации здравоохранения около 1,3 млрд человек в мире живут с той или иной формой нарушения зрения. Приблизительно 80% всех случаев нарушения зрения, отмечающихся в мире, считаются предотвратимыми [1].

Для своевременного предотвращения нарушения зрения необходима качественная и своевременная диагностика зрения, которую может обеспечить использование медицинского оборудования, в частности – прибор «Проектор опто типов».

Проектор опто типов – это медицинское оборудование, которое широко используется, как для исследования зрительных функций, так и для назначения средств коррекции при любой аметропии. При этом применяются различные методики исследования [2].

Проекторы опто типов имеют расширенный функционал. Такие устройства включают в себя как стандартные, так и узконаправленные таблицы. Помимо проверки остроты зрения они обладают теми функциями, которые не могут выполнить табличные опто типы (рис.1).

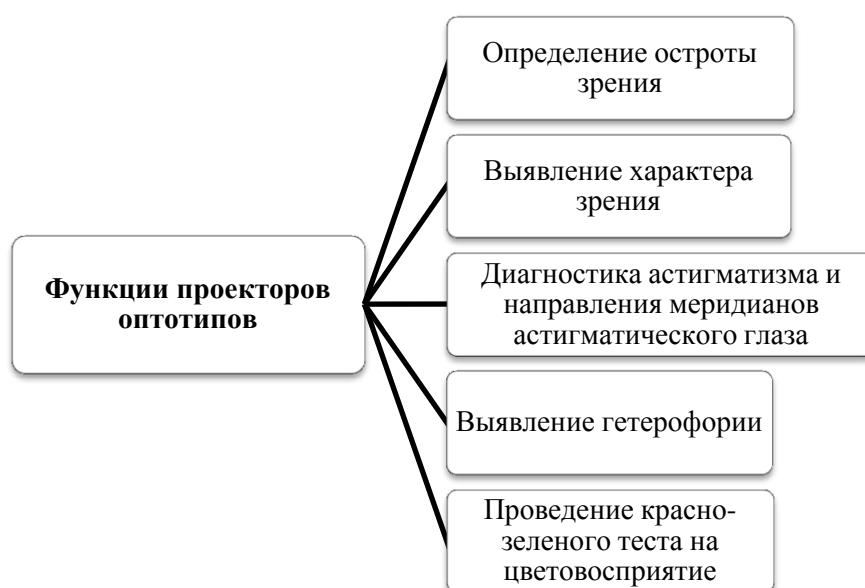


Рис.1. Функции проекторов знаков.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

С каждым днем современная медицина выходит на новый уровень и добивается новых успехов в различных сферах. И благодаря этому проекторы опто типов постоянно совершенствуются и обретают новые функции, становясь максимально эффективными [2].

Для медицинского и офтальмологического оборудования в Российской Федерации определены нормативные документы, устанавливающие правила использования, основные параметры и технические требования к оборудованию, анализ которых представлен в таблице 1 [3-7].

Таблица 1. Анализ требований нормативных актов в области обеспечения оказания офтальмологической услуги

Наименование нормативного акта	Краткая характеристика
ПИСЬМО от 27 октября 2003 года N 293-22/233 «О введении в действие Методических рекомендаций «Техническое обслуживание медицинской техники»	Содержит рекомендации технического обслуживания медицинской техники. Рекомендации предназначены для применения на территории РФ: службами; медицинскими учреждениями, эксплуатирующими медицинскую технику; органами, осуществляющими в соответствии с действующим законодательством контроль и надзор за эксплуатируемой медицинской техникой; лицензирующими органами, осуществляющими лицензирование соответствующих видов деятельности.
ГОСТ 20790-93. Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия	Устанавливает требования к изделиям, изготовляемым для народного хозяйства и экспорта в страны с умеренным и тропическим климатом.
ГОСТ ISO 10343-2011 Офтальмометры. Технические требования и методы испытаний	Совместно с ISO 15004-2006 устанавливает технические требования к офтальмометрам с аналоговой или цифровой индикацией и их методы поверки.
ГОСТ 30324.0-95 (МЭК 601-1-88) Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности (аутентичен ГОСТ Р 50267.0-92 (МЭК 601-1-88))	Содержит требования безопасности, которые обычно применимы к медицинским электрическим изделиям.
ГОСТ 31590.1-2012 (ISO 15004-1:2006) Приборы офтальмологические. Часть 1. Общие требования к офтальмологическим приборам и методам испытаний	Устанавливает общие требования, предъявляемые к офтальмологическим приборам и методам их испытаний.

Необходимо соблюдать требования, которые устанавливаются в нормативных документах для медицинского и офтальмологического оборудования, ведь от его эффективности зависит правильная диагностика заболевания и дальнейшая борьба с ним. Но при этом рассмотренная нормативная документация недостаточно конкретизирует некоторые аспекты использования медицинского прибора «Проектор опто типов», а методы измерения прибором. Эти требования установлены в международных стандартах ИСО, которые представлены в таблице 2 [8-10].

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Таблица 2 – Анализ требований международных стандартов ИСО на медицинское оборудование «Проекторы опто типов»

Наименование нормативного акта	Краткая характеристика
ISO 8596:2017 Ophthalmic optics. Visual acuity testing. Standard and clinical optotypes and their presentation ИСО 8596:2017 Офтальмологическая оптика. Проверка остроты зрения. Стандартные и клинические опто типы и их презентация	Определяет диапазон кольцевых опто типов Ландольта и описывает метод измерения остроты зрения на расстоянии в фотопических условиях для целей сертификации или лицензирования.
ISO 10938:2016 Ophthalmic optics. Chart displays for visual acuity measurement. Printed, projected and electronic ИСО 10938:2016 Офтальмологическая оптика. Отображение диаграмм для измерения остроты зрения. Печатные, проектные и электронные	Применяется к дисплеям опто типов, генерируемых проекторами диаграмм, и ко всем другим системам измерения остроты зрения, использующих распознавание высококонтрастных опто типов и предназначенных для общего использования, включая опто типы, напечатанные на носителях (непрозрачные или предназначенные для транслюминации), сгенерированные в электронном виде, и те, которые производятся оптической проекцией.
ISO/TR 19498:2015 Ophthalmic optics and instruments. Correlation of optotypes ИСО/ТР 19498:2015 Офтальмологическая оптика и инструменты. Корреляция опто типов	Определяется метод корреляции между набором опто типов и стандартными опто типами (кольцо Ландольта), сформированными и представленными в соответствии с ISO 8596-2017.

В Российской Федерации в настоящее время национальные стандарты, не гармонизированы с международными стандартами, что необходимо сделать для повышения эффективности и качества оказания медицинских услуг с использованием медицинского оборудования «Проекторы опто типов» в медицинских учреждениях Российской Федерации. Гармонизации стандартов также имеет огромное значение для развития промышленного сотрудничества, совместного решения научно-технических проблем и для повышения и обеспечения качества продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Официальный сайт Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (дата обращения: 10.11.2018)
2. Официальный сайт STERN [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://medstern.ru/proektor_znakov_opton.html (дата обращения: 15.11.2018)
3. ПИСЬМО от 27 октября 2003 года № 293-22/233 О введении в действие Методических рекомендаций «Техническое обслуживание медицинской техники». – Введ. 2003-10-27.: Журнал для руководителя и главного бухгалтера, 2004. – 13 с.
4. ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия (с Изменением № 1) (аутентичен ГОСТ Р 50444-92). – Введ. 1994-01-01. М.: Издательство стандартов, 2001. – 27 с.
5. ГОСТ ISO 10343-2011 Офтальмометры. Технические требования и методы испытаний. – Введ. 2013-01-01. М.: Стандартиформ, 2014. – 12 с.
6. ГОСТ 30324.0-95 (МЭК 601-1-88) Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности (аутентичен ГОСТ Р 50267.0-92 (МЭК 601-1-88)). – Введ. 1993-07-01. М.: Стандартиформ, 2009. – 142 с.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

7. ГОСТ 31590.1-2012 (ISO 15004-1:2006) Приборы офтальмологические. Часть 1. Общие требования к офтальмологическим приборам и методам испытаний. – Введ. 2015-01-01. М.: Стандартиформ, 2013. – 11 с.

8. Официальный сайт International Organization for Standardization [Электронный ресурс] [ISO 8596:2017] – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/69042.html> (дата обращения: 21.11.2018)

9. Официальный сайт International Organization for Standardization [Электронный ресурс] [ISO 10938:2016] – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/63691.html> (дата обращения: 23.11.2018)

10. Официальный сайт International Organization for Standardization [Электронный ресурс] [ISO/TR 19498:2015] – Режим доступа <https://www.iso.org/standard/65193.html> (дата обращения: 27.11.2018)

**АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЦЕДУРЕ ПРОХОЖДЕНИЯ АККРЕДИТАЦИИ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Хомяков Илья Владиславович, Шилов Александр Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: метрологическая служба, аккредитация в национальной системе аккредитации, обеспечение единства измерений, электроэнергетика.

В современном мире актуальную роль в развитии цивилизации получила такая промышленная отрасль, как электроэнергетика. Ведь с ростом населения увеличивается и потребление электрической энергии, так как человеку просто необходимо использовать в своей повседневной жизни электроэнергию, чтобы удовлетворять свои различные потребности.

Энергетика является ведущей отраслью среди отраслей энергетики, призванная удовлетворять постоянно растущий спрос на электроэнергию посредством легкости передачи электроэнергии на большие расстояния.

Основой функционирования экономики и жизнеобеспечения в стране является электроэнергетика, поэтому данная отрасль просто не может не контролироваться государством. Полномочия осуществлять контроль за электроэнергетической отраслью в Российской Федерации были поручены Министерству энергетики Российской Федерации [7].

Предприятия осуществляющие свою деятельность в области энергетики и электрификации согласно Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) ОК 029-2014 входят в Раздел D «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» и относятся к электроэнергетической отрасли [6].

В процессе производства, передачи и распределения, а также поставки (продажи) электрической энергии предприятие проводит контроль измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, с использованием средств измерений, которые подлежат обязательной поверке.

Предприятие для проведения работ по метрологическому обеспечению своей деятельности создает метрологическую службу.

В статье 71 Конституции Российской Федерации устанавливается, что в ведении Российской Федерации находятся эталоны, что свидетельствует о том, что государство обязано и будет осуществлять контроль и надзор в сфере обеспечения единства измерений. Соответственно в Российской Федерации для обеспечения контроля и надзора, а также регулирования отношений между участниками в сфере обеспечением единства измерений в стране будут устанавливаться требования в нормативных правовых актах [1].

Для прохождения процедуры аккредитации метрологической службой предприятия электроэнергетики необходимо рассмотреть основные законодательные акты, представлены в таблице 1 [2-5].

Таблица 1. Анализ основных законодательных и нормативных актов в области прохождения процедуры аккредитации метрологической службой предприятия электроэнергетической отрасли

Наименование акта	Краткая характеристика
Федеральный закон от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	Устанавливает, что юридические лица и индивидуальные предприниматели выполняющие работы и оказывающие услуги в области обеспечения единства измерений быть аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

<p>Федеральный закон от 23 декабря 2013 года № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации»</p>	<p>Регулирует отношения, возникающие между участниками национальной системы аккредитации, иными установленными данным Федеральным законом лицами в связи с осуществлением аккредитации в национальной системе аккредитации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы по оценке соответствия; 2) юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, привлекаемых органами, уполномоченными на осуществление государственного контроля; 3) экспертов, экспертных организаций, привлекаемых федеральными органами исполнительной власти при осуществлении отдельных полномочий, в частности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, выполняющих работы и (или) оказывающих услуги по обеспечению единства измерений.
<p>Приказ Минэкономразвития Российской Федерации от 30.05.2014 № 326 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации»</p>	<p>Критерии аккредитации устанавливают совокупность требований, которым должен удовлетворять заявитель и аккредитованное лицо, при осуществлении деятельности в определенной области аккредитации, в связи с проведением аккредитации в национальной системе аккредитации.</p>
<p>ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»</p>	<p>Устанавливает общие требования к компетентности лабораторий в проведении испытаний и/или калибровки, включая отбор образцов, испытания и калибровку, проводимые по стандартным методикам, нестандартным методикам и методикам, разработанным лабораторией.</p>

Рассмотрены требования основных законодательных и нормативных актов Российской Федерации в области прохождения процедуры аккредитации метрологическими службами предприятий электроэнергетики. Аккредитация метрологической службы предприятия электроэнергетики является обязательной, так как измерения, производящиеся на предприятии электроэнергетической отрасли, относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [2].

На основе проведенного анализа требований законодательных и нормативных актов выявлен перечень документов (рис. 1), которые необходимо предоставить для прохождения процедуры аккредитации метрологической службе предприятия электроэнергетической отрасли [4].

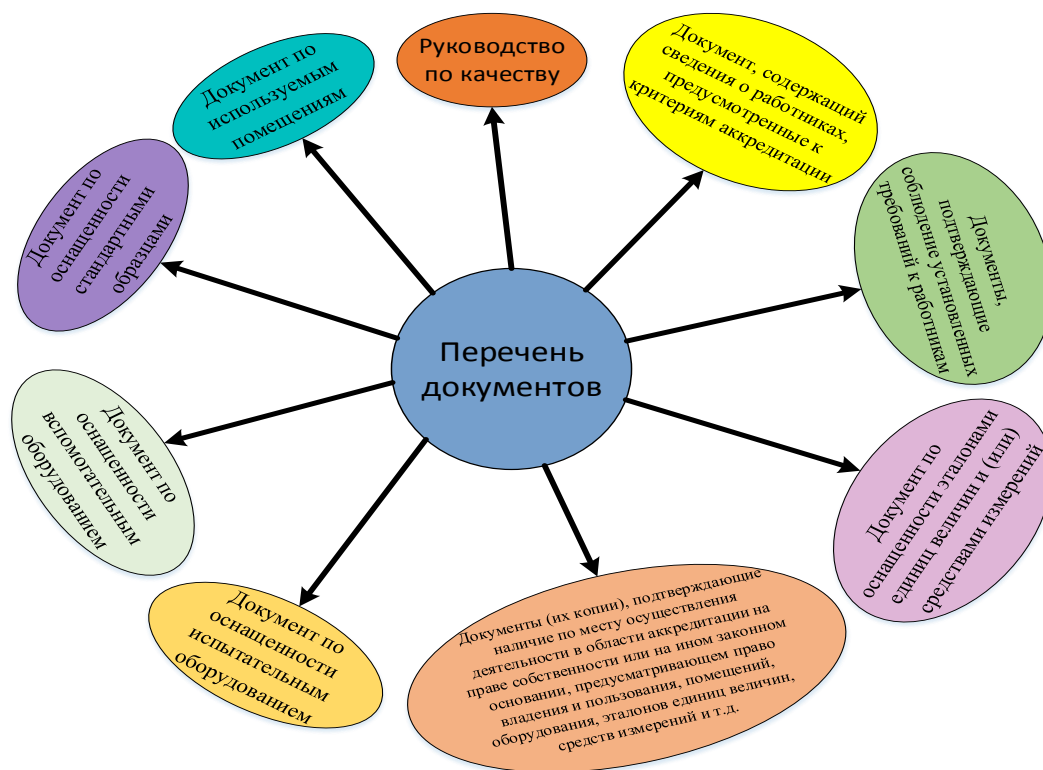


Рис. 1. Перечень документов для подтверждения соответствия метрологической службы предприятия электроэнергетической отрасли критериям аккредитации.

Фактическое потребление электроэнергии в Российской Федерации в 2017 году составило 1059,7 млрд кВтч (по ЕЭС России – 1 039,9 млрд кВтч), что выше факта 2016 году на 0,5 % (по ЕЭС России – на 1,3 %) [7]. Метрологические службы предприятий электроэнергетической отрасли позволяют функционировать предприятию на должном уровне. Все перечисленные документы (рис. 1) должны отражать реальную картину обеспеченности предприятия электроэнергетической отрасли ресурсами, которые позволят осуществлять процесс производства, передачи и распределения, а также поставки (продажи) электрической энергии на уровне, позволяющем обеспечивать увеличения объемов потребления электроэнергии в Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Конституция Российской Федерации (с изменениями на 21 июля 2014 года) Принята народом Российской Федерации 12 декабря 1993 г. // Собрание законодательства Российской Федерации, № 31, 04.08.2014, с. 4398.
2. Об обеспечении единства измерений (с изменениями на 13 июля 2015 года): федеральный закон № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. Принят Гос. Думой 11 июня 2008 г. // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902107146>.
3. Об аккредитации в национальной системе аккредитации (с изменениями на 29 июля 2018 года) (редакция, действующая с 29 октября 2018 года): федеральный закон № 412-ФЗ от 28 декабря 2013 г. Принят Гос. Думой 23 декабря 2013 г. // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499067411>.
4. Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации (с изменениями на 4 мая 2018 года), Приказ № 326 от 30 мая 2014 г. Принят Минэкономразвития России // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420203443>.

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

5. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий (с Поправкой). Введ. 2012-01-01. М.: Стандартиформ, 2018, 33 с.: ил.

6. ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД 2). Разделы А (класс 01) - С (класс 33) (часть 1) (с Изменениями N 1-19) Принят Росстандартом 31 января 2014 // [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200110162>.

7. Официальный сайт Министерства энергетики, [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/532>.

ОСОБЕННОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Хомяков Илья Владиславович, Шилов Александр Сергеевич

Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент

Ключевые слова: концепция, «Бережливое производство», ценность, потери, инструменты «Бережливого производства».

В настоящее время многие предприятия для того, чтобы повысить эффективность производства прибегают к поиску различных решений, которые позволят усовершенствовать производственные процессы. Наиболее перспективное решение, направленное на устранение производственных потерь и на оптимизацию процессов, является внедрение на предприятиях принципов и методов концепции бережливого производства.

Бережливое производство – это концепция управления предприятием, которая основана на постоянном стремлении к совершенствованию и к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечения каждого сотрудника в процесс оптимизации и максимально ориентированно на потребителя [1].

Сущность данной концепции состоит в том, что она ориентирована на потребителей, то есть помогает создавать ценность при минимальных затратах ресурсов: материальных средств, оборудования, времени и человеческих усилий.

Рано или поздно любое предприятие, которое производит продукцию или предоставляет услуги, встретится с потерями, то есть с теми действиями, которые потребляют ресурсы, но не создают ценности для потребителя [1].

Основные виды потерь, которые выделяет Бережливое производство представлены на (рис 1).



Рис.1. Основные виды потерь в бережливом производстве.

1. Необоснованная транспортировка материалов – транспортировка не прибавляет ценности продукту, и потребитель не готов за нее платить;

2. Избыточные запасы – чем больше запасов находится на складах и в производстве, тем больше денежных средств оказывается «замороженными» в этих запасах. Запасы не добавляют продукту ценности;

3. Время ожидания – продукты, находящиеся в незавершенном производстве и ожидающие своей очереди на обработку, увеличивают стоимость без увеличения ценности;

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

4. Ненужная обработка и лишние процессы – этот вид потерь связан с тем, что технология производства не позволяет реализовать в продукции все требования конечного потребителя;

5. Дефекты – каждый дефект приводит к дополнительным затратам времени и денег;

6. Перепроизводство – этот вид потерь является наиболее существенным из всех. Непроданная продукция требует затрат на производство, затрат на хранение, затрат на учет;

7. Ненужные перемещения рабочих – лишние движения операторов и оборудования увеличивают потери времени, что опять же приводит к увеличению стоимости без увеличения ценности продукта [1].

Так как потери являются частью производственного процесса, то их следует минимизировать или довести до полного устранения. Для того, чтобы устранить потери на производстве, предприятию необходимо использовать и внедрять инструменты бережливого производства.

Основные инструменты бережливого производства представлены на (рис 2) [2].

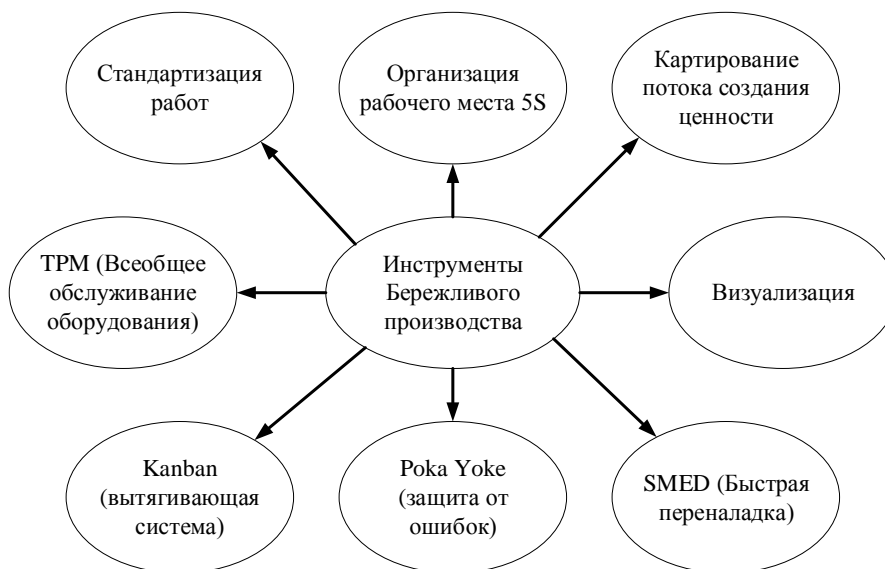


Рис.2. Основные инструменты бережливого производства.

Концепцию Бережливое производство можно внедрить на предприятиях, относящимся к различным отраслям человеческой деятельности. Больница Yeneroaya Medical College, Мангалор провела внедрение бережливого производства. С помощью инструмента бережливого инструмента Six Sigma, который основан на методе DMAIC было проверено медицинское оборудование, а именно его точность и надежность. После внедрения Six Sigma значительно сократилось время переналадки оборудования с 19165,83 минут в месяц в среднем до 14,5 минут в месяц, также сократилось количество дефектов, создаваемых в месяц – с 40 до 6. Было выявлено, что инструмент бережливого производства Six Sigma повышает производительность деятельности, экономическую эффективность, а также повышает контроль качества медицинского оборудования [3].

Применение инструментов бережливого производства помогло выявить избыточные отходы в виде запасов по всей цепочке поставок. В частности, была предложена модель экономического количества заказов, которая привела к сокращению затрат в цепочке поставок на 220254 долларов США в год. Затраты на содержание запасов снизились на 42%. Внедрение инструментов бережливого производства, применяемых к логистическим процедурам, было эффективным для улучшения логистических операций [4].

Было проведено внедрение инструмента 5S в работу системно-эргономической лаборатории кафедры промышленной инженерии Исламского университета Индонезии. Существовали проблемы, связанные с настройками оборудования, необходимые для деятельности сту-

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

дентов, такие как файлы, которые накапливались за предыдущий год практики, а также перемещение ненужных деталей, в ходе размещения оборудования, на которое затрачивалось огромное количество времени. Поэтому данное исследование направлено на применение метода 5S в лаборатории DSKE для улучшения рабочих процессов и сокращения потерь. После применения инструмента 5S, деятельность лаборатории DSKE была улучшена на 50%. Внедрение инструмента бережливого производства 5S в лаборатории помогло сократить время при поиске инструментов и материалов, а также повысило командный дух персонала и улучшило условия труда [5].

Использование концепции Бережливое производство на предприятии дает возможность достигнуть существенного увеличения производительности работы. Производя высококачественные изделия, предприятие приобретает выгоду в виде увеличения объемов реализации, совершенствует свой имидж, увеличивает эффективность работы работников, а также приобретает значительную часть прибыли за счет минимизации потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь. – Введ. 2015-03-01.– М: Стандартиформ, 2015. – 33с.
2. ГОСТ Р 56407-2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты. – Введ. 2015-06-02.– М: Стандартиформ, 2016. – 20с.
3. Thapa, R., Saldanha, S., Prakash, R., “Application of lean six-sigma approach to reduce biomedical equipments breakdown time and associated defects”, *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 2018, vol. 7, iss. 34, pp 3771-3779.
4. Fallas-Valverde, P., Quesada, HJ., Madrigal-Sanchez, J., “Implementation of lean thinking principals to logistic activities: a case study in a wood forest industry”, *Tecnologia en Marcha*, 2018, vol. 31, iss. 3, pp 52-65.
5. Sari, AD., Rahmillah, FI., Aji, BP., “Implementation of 5S Method for Ergonomic Laboratory”, 5th International Conference on Manufacturing, Optimization, Industrial and Material Engineering, 2017, vol. 215.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ LEAN-VISUALIZATION С LEAN-ТЕХНИКАМИ КОНЦЕПЦИИ
БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Шилов Алексей Сергеевич

*Инженерная школа; кафедра иноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: lean-visualization, концепция «Бережливое производство», методы «Бережливое производство», инструменты «Бережливое производство», lean-техники.

Из основных методов Концепции «Бережливое производство» самым распространённым является визуализация. Так как она представляет собой простой и эффективный способ передачи информации, который позволяет сразу оценить состояние производственного процесса и его результативность.

Внедрение метода визуализации в организации можно реализовать последовательным выполнением этапов (рис. 1) [1, 3].

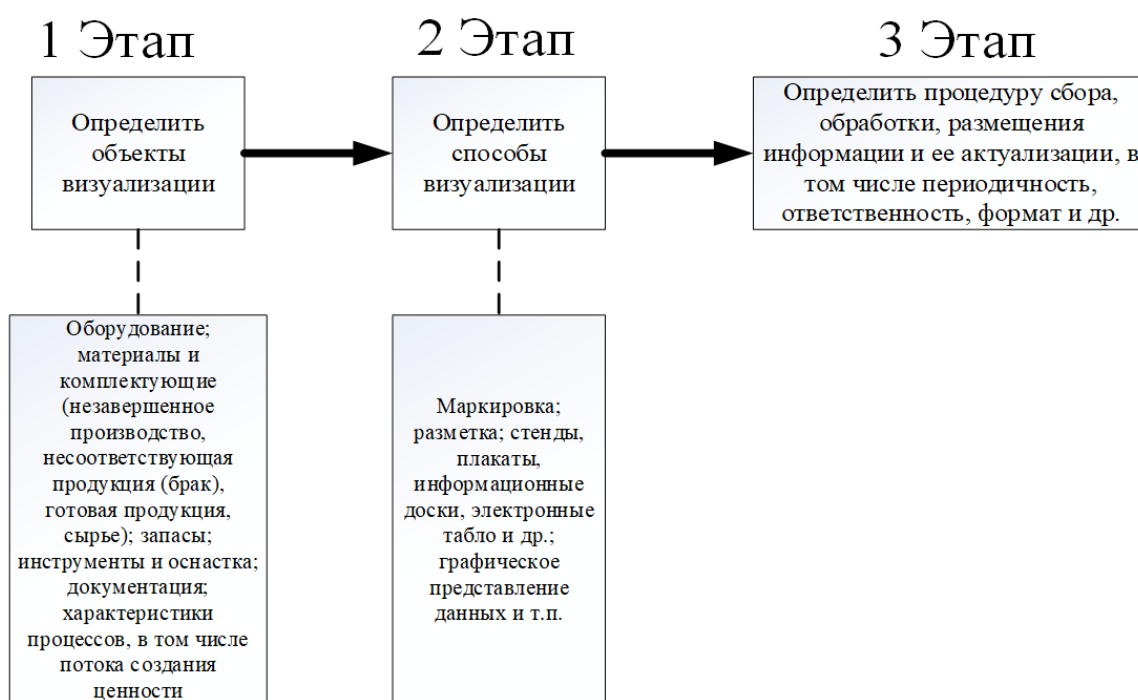


Рис. 1. Этапы применения метода визуализации.

Чтобы применить метод визуализации организация должна определить объекты, для которых будет применен данный метод. Объектами применения метода визуализации могут быть: персонал, рабочее место, рабочее пространство, процессы организации, инфраструктура, информационные потоки, поток создания ценности и т.д.

Также важно чтоб организация рассматривала эти объекты на каждом уровне потока создания ценности. Выделяют четыре уровня потока создания ценности:

- 1) межорганизационный уровень;
- 2) уровень организации;
- 3) уровень процессов;
- 4) уровень операций.

Рассмотрев объекты применения метода визуализации организация должна определить и применить способы и инструменты визуализации.

Анализ существующих способов и инструментов метода визуализации (рис. 2) [2, 3].

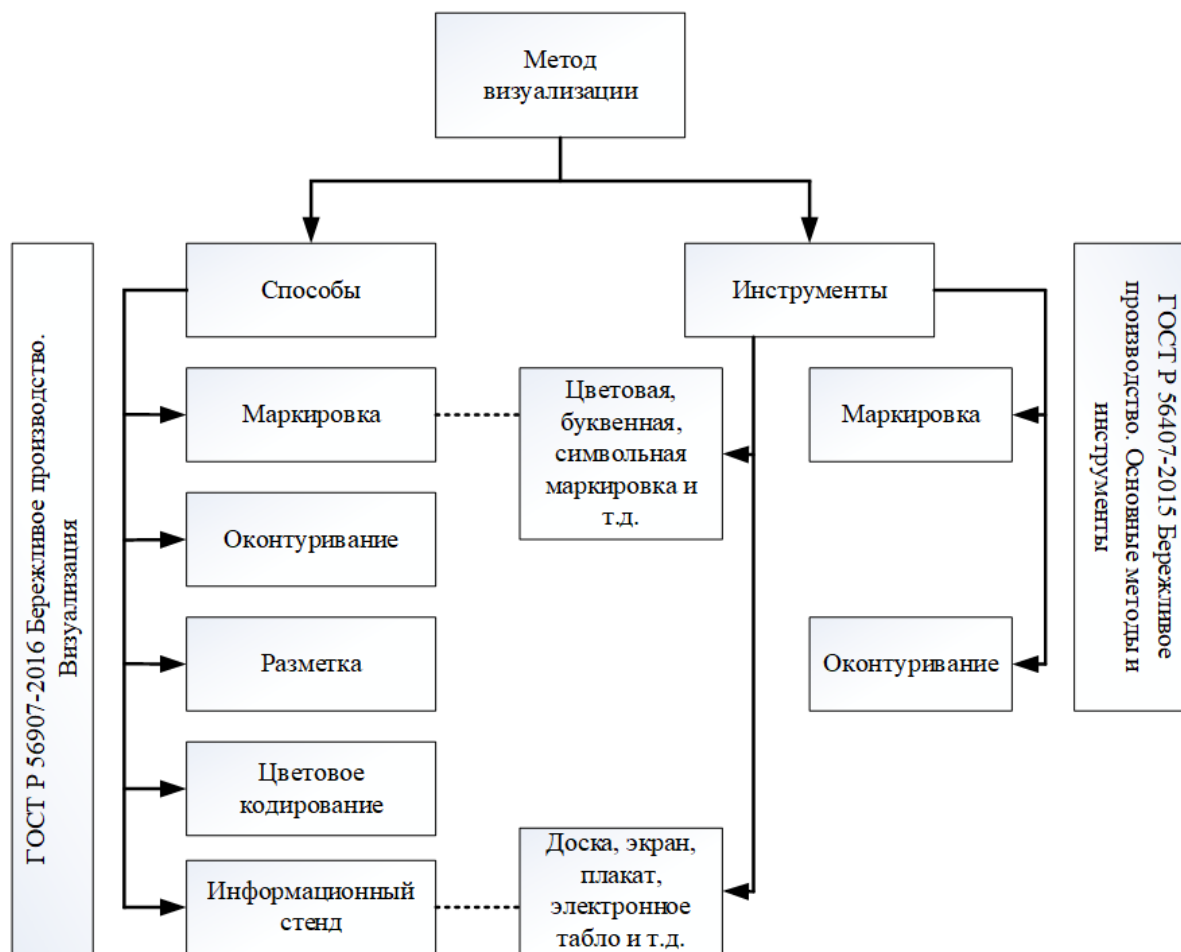


Рис. 2. Анализ существующих способов и инструментов метода визуализации.

В настоящее время имеет место расхождение в национальных стандартах, а именно ГОСТ Р 56407-2015 определены инструменты, а в ГОСТ Р 56907-2016 – способы метода визуализации, имеют одинаковые наименования, но они имеют рассогласованность в обозначении, что такое маркировка и оконтуривание. Но в ГОСТ Р 56907-2016 установлено, что маркировка и оконтуривание являются способом, обозначено что цветная маркировка – инструмент. Поэтому можно сделать вывод что маркировка и оконтуривание являются способом, а конкретное использование как маркировать (цветом, буквами, символами) или оконтуривать является инструментом. Также как и для разметки, цветового кодирования и информационного стенда.

Маркировка – способ визуального обозначения (цветовой, буквенный, символьный и т.д.), позволяющий идентифицировать назначение, местоположение, применение и принадлежность объектов (документов, предметов, зданий, территорий и т.д.).

Цветовая маркировка – это инструмент, с помощью которого объекты выделяются (обозначаются) цветом для идентификации их по назначению, местоположению, применению и принадлежности.

Примером использования маркировки цветом является управление уровнем запасов. При этом место хранения запасов делится и окрашивается в различные цвета по принципу уровня пополнения запаса, например:

- 1) требуется срочно восполнить запас (красный);
- 2) требуется восполнить запас (желтый);
- 3) достаточный запас (зеленый).

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Оконтуривание – способ обозначения места размещения объекта, выделяя его контур (силуэт) контрастным цветом.

Разметка – способ визуализации объектов с помощью сигнальной цветовой кодировки для повышения эффективности и безопасности их использования. Разметкой обозначаются: границы рабочих пространств, местонахождение предметов и оборудования, транспортные проезды, проходы, траектории и направления перемещения персонала, предметов, транспортных средств и т.д.

Цветовое кодирование – способ преобразования информации в определенный цвет или комбинацию цветов (цветовой код) для придания отличительного признака объекту, процессу, показателям и т.д.

Информационный стенд – доска, экран, плакат, электронное табло и т.д.

Каждая организация должна определить для себя содержание информационных стендов. Обычно на информационных стендах отображается:

- 1) плановая и фактическая информация о состоянии процессов (показатели – качества, количества, затрат, безопасности, отклонения, проблемы, информация о персонале и т.д.);
- 2) отображение изменений «до и после» («было – стало»).

Также организациям необходимо определить следующие процедуры:

- 1) сбора и хранения информации;
- 2) обработки и подготовки информации к размещению;
- 3) размещения информации;
- 4) актуализации (регулярного обновления) информации ответственным лицом.

Использование визуализации как инструмента для таких lean-техник Бережливого производства, как Канбан, Кайдзен, 5S, Agile, Scrum, Six Sigma позволит повысить эффективность применения этих методов в организации.

Так в методе Канбан визуализация один из ключевых принципов, который проявляется в создании канбан-досок и карточек. Канбан-доска выглядит как большая белая магнитная доска, на которой расчерчены следующие графы:

- 1) задачи;
- 2) планирование;
- 3) разработка (в процессе/сделано);
- 4) тестирование;
- 5) развёртывание;
- 6) сделано.

Для метода Кайдзен используется такой визуальный инструмент как PDCA-цикл (Планируй - Делай - Проверь – Действуй).

В методе 5S визуализация «ложится» так как нигде в других lean-техниках Бережливого производства, потому что для наведения порядка на рабочем месте в основном используются инструменты визуализации. Примером визуализации для данного метода является 5S доска.

Среди основных способов визуализации в lean-техниках Бережливого производства таких как Agile и Scrum является использование scrum-досок и магнитных карточек пользовательских историй. В случае Agile визуализация даёт опорную точку для ежедневных рабочих встреч. Scrum-доска держит команду, владельца продукта и скрам-мастера в курсе о ходе работы на любом её этапе.

Визуализация в процессе Six Sigma важный шаг на пути работы с командами. И участники Six Sigma, и работники вовлекаются в процессы улучшения. Визуализировать в данной lean-технике можно через DMAIC-доску (Определи – Измерь – Проанализируй – Улучши – Проконтролируй).

Можно смело сказать, что применение метода lean-visualization при внедрении Концепции «Бережливое производство» имеет множество вариантов, в зависимости от решаемой задачи и способствует упрощению использования и повышению эффективности применения

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

других lean-техник Бережливого производства при внедрении их в организациях, соответственно способствует повышению эффективности деятельности организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вялов А.В. Бережливое производство: учебное пособие. Комсомольск на Амуре: ФГБОУ ВПО «ВнАГТУ», 2014. 100 с.
2. ГОСТ Р 56407-2015 «Бережливое производство». Основные методы и инструменты – Введ. 2015-06-02. М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.: ил.
3. ГОСТ Р 56907-2016 «Бережливое производство». Визуализация – Введ. 2016-10-01. М.: Стандартиформ, 2017. – 11 с.: ил.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В РОССИЙСКИХ ВУЗАХ

Широких Мария Александровна

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Чуднова Ольга Александровна, канд. физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова: социальная ответственность, реализация социальной ответственности, социальная ответственность ВУЗа

Постоянное гармоничное развитие современного общества возможно только при сбалансированном развитии всех его сфер – экономической, социальной, политической и духовной, которое должно происходить при правильном взаимодействии с природной средой. Это понятие является одной из составляющих Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.

В целях развития положений Концепции в 2011 году была разработана Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года «Инновационная Россия – 2020», в которой говорится о необходимости построения в России экономики лидерства и инноваций. В Стратегии представлен механизм решения проблемы построения в Российской Федерации экономики, основанной на инновациях, включающий три основных уровня:

- инновационный человек;
- инновационный бизнес;
- инновационное государство [1].

Для инновационно-развитого государства необходим «инновационный человек» - не только способный в полной мере использовать достижения науки и техники, но и ориентированный на создание инноваций, внедрение их во все сферы общественной жизни. Таким образом, одной из приоритетных стратегических задач Российской Федерации является переход на уровень социального инновационно-ориентированного государства.

Под социальным инновационно-ориентированным государством подразумевается государство, основанное на реализации принципов социальной ответственности и инновационной активности во всех сферах общества и на всех уровнях развития - государственном, уровне хозяйствующих субъектов, уровне каждого гражданина, а так же государства, в котором социальная ответственность и инновации являются образом жизни каждого человека. Только на основе развития социальной ответственности на всех уровнях возможен переход к эффективному регулированию хозяйственной деятельности для обеспечения динамичного инновационного развития общества в целом, поскольку концепция инновационного развития неразрывно связана с концепцией социальной ответственности [2].

На сегодняшний день социальная ответственность является требованием, предъявляемым обществом к организациям всех форм собственности в России и за рубежом. Учитывая тот факт, что образование является важнейшим социальным институтом, в котором предоставляются образовательные услуги, создаются общественные блага, которые определяют экономическое и социальное развитие региона, общества и страны в целом. Любое высшее учебное заведение является социальным институтом, поскольку он направлен на развитие человека, формирует социальные и этические нормы поведения будущих профессионалов и специалистов, поэтому деятельность университетов согласуется с социально-экономической и ценностной структурой региона.

Функционирование высшего учебного заведения, как социального института, проявляется в поведении каждого сотрудника и студента, в том, как организуется поведение групп людей, которые создаются на формальном уровне - как подразделения учреждения, и на неформальном уровне – как научные, сетевые и любительские объединения сотрудников и студентов.

При помощи реализации социально-направленной деятельности ВУЗ улучшает собственный имидж в той мере, в которой его деятельность становится известной в обществе.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

Кроме того, наличие социальной составляющей способствует и инвестиционной привлекательности ВУЗа, что непосредственно влияет на уровень материальной стабильности университета, причем речь идет не об акциях или популярных «мерах». Социально-направленная деятельность становится действительно перспективной тогда, когда является долгосрочной стратегией, или, иначе говоря, когда ВУЗ на добровольных началах проявляет социальную ответственность по отношению к сообществу на всех уровнях своего функционирования. Концепция социальной ответственности вуза трактуется весьма широко, и предполагает:

- подготовку социально ответственных специалистов;
- удовлетворение потребности в трудовых ресурсах региона (обеспечение рынка труда соответствующими кадрами);
- развитие социально-культурного потенциала региона и общества в целом [3].

Таким образом, высшие учебные заведения, реализующие концепцию социальной ответственности, осуществляют функции, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Социальные функции ВУЗа

Функция	Краткое описание
Воспроизводство общественного интеллекта	Предоставление обществу образовательных услуг, направленных непосредственно на обслуживание человека и свободное его развитие
Подготовка высококвалифицированных специалистов	Один из решающих факторов развития системы образования в целом, а также обеспечение научно-технического и социально-экономического прогресса страны
Формирование рынка труда	Создаваемые в учебном заведении новые знания оказывают прямое воздействие на рынок труда, заставляя переоценивать значение тех или иных профессиональных навыков, изменяя количественные и качественные требования к трудовым ресурсам
Развитие культуры и норм поведения	Наличие и соблюдение данной функции во многом определяет психологический климат в вузе и его рыночную составляющую
Стабилизация социальных отношений	Учебное заведение выступает активным участником социальных взаимодействий с заинтересованными сторонами и множеством представителей социальной среды региона

Функции социальной ответственности для высших учебных заведений не имеют законодательной основы, они не закреплены и в руководящих документах Министерства образования РФ, а также не являются критерием в модели национального рейтинга ВУЗов. Основные рекомендации в области социальной ответственности включает в себя национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 26000 - 2012 «Руководство по социальной ответственности», полностью гармонизированный с международным стандартом ISO 26000:2010».

Объектом регулирования стандарта является стратегия устойчивого развития бизнеса во взаимодействии с заинтересованными сторонами - государством, бизнесом, потребителями, некоммерческие организациями, академическими институтами, неправительственными организациями. Положения стандарта полностью соответствуют требованиям, относящимся к праву на труд, социальным гарантиям, охране труда, производству продукции и услуг надлежащего качества, охране окружающей среды и ресурсосбережению, участию в социальных мероприятиях и поддержке инициатив местного сообщества [4].

При реализации социальной ответственности большинство высших учебных заведений предоставляют информацию о социально-ориентированной деятельности, которая ведется в ВУЗе на постоянной основе. В большинстве ТОП-университетах эта деятельность представляет собой одно большую систему, включающая в себя ряд подсистем:

- научно-образовательная: студенческие научные сообщества;
- управленческо-общественная: студенческие советы, профсоюзы и т.д.;

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

- информационная: пресс-центр, различные редакции, студии и т.д.;
- культурно-досуговая: неформальные студенческие объединения, творческие центры и т.д.;
- спортивная: различные спортивные секции.

Также, социальная деятельность ВУЗа включает в себя комплекс работ, направленных на улучшение качества жизни студентов. Ее также традиционно относят к сфере социальной ответственности университета. В целом речь идет об условиях их жизни студентов и сотрудников - общежития, столовые, доступ к информационным услугам, библиотеки, организация досуга, спорта и т.д.). Усилия вуза направлены на улучшение бытовых и социальных условий жизни студентов и сотрудников, что напрямую влияет и на качество подготовки специалистов.

Вся вышеупомянутая деятельность подразумевает эффективное взаимодействие с заинтересованными сторонами ВУЗа. Заинтересованная сторона – это лицо или группа лиц, заинтересованные в решениях и действиях ВУЗа. Университет должен рассматривать эффективное взаимодействие со своими заинтересованными сторонами как свою стратегическую задачу, достижение которой обеспечивается за счет постоянной работы по выявлению состава заинтересованных сторон, взаимодействия с заинтересованными сторонами в соответствии с принципами и этическими нормами, которые каждый ВУЗ устанавливает сам, выявления и анализа приоритетов социальной ответственности для заинтересованных сторон, а также работы и реализации программ и проектов по приоритетам социальной ответственности, руководствуясь своей миссией и стратегическими целями [5].

В таблице 2 представлены основные группы заинтересованных сторон ВУЗа с указанием приоритетов социальной ответственности для каждой из них.

Таблица 2. Заинтересованные стороны ВУЗа.

Группы заинтересованных сторон	Заинтересованные стороны ВУЗа	Приоритеты социальной ответственности	Пример программы/проекта в Российском ВУЗе
1	2	3	4
Заказчики, пользователи, потребители	<ul style="list-style-type: none"> • студенты; • аспиранты; • абитуриенты; • родители; • выпускники; • предприятия-практика студентов; • спонсоры и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • качество образования, исследований и инноваций; • доступность образования; • перспективы профессионального развития; • безопасная и комфортная среда 	Дальневосточный Федеральный Университет: Программы Школы цифровой экономики ДВФУ
Сотрудники	<ul style="list-style-type: none"> • высшее руководство; • профессорско-преподавательский состав; • административно-хозяйственный персонал и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • инвестиции в человеческий капитал; • социальные гарантии; • комфортные условия труда 	Волгоградский Государственный Технический Университет: «Программа оздоровления студентов и сотрудников и формирования установок на здоровый образ жизни»

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Окончание таблицы 2.

1	2	3	4
Сообщества	<ul style="list-style-type: none"> • местное сообщество, население; • общественные организации населения; • СМИ и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • удовлетворение образовательных и культурных запросов местных сообществ; • вовлеченность в социальные инициативы и проекты; • формирование социальноактивной молодежи 	Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий механики и оптики: Конкурс студенческих социальных проектов «Ты нужен людям!»
Работодатели	<ul style="list-style-type: none"> • коммерческие предприятия и организации; • некоммерческие организации; • физические лица и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • высококвалифицированные кадры; • инновации и исследования 	Московский Государственный Университет: Проект «Востребованное образование» - площадка для взаимодействия студентов и потенциальных работодателей на стадии написания дипломных работ
Власть	<ul style="list-style-type: none"> • Министерство образования и науки РФ; • Рособнадзор (другие надзорные организации); • органы местного самоуправления и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • содействие региональному развитию; • формирование социальноактивной молодежи и молодежной среды; • снижение уровня правонарушений 	Уральский Федеральный Университет: Программа повышения уровня морально этических норм поведения сотрудников и студентов УрФУ - «ЧЕСТный университет»;

Приведенные в таблице программы и проекты, реализуемые в Российских ВУЗах согласно каждому направлению, - примеры проявления социально ответственности в деятельности ВУЗа. Они могут быть оценены с разных позиций:

- содержания и форм деятельности;
- моделей и инструментов реализации;
- ресурсов, необходимых для реализации;
- вклада в развитие целевых аудиторий и социально-незащищенных групп.

В процессе реализации ВУЗы могут участвовать в разных «ролях» и на разных уровнях, в разной мере использовать собственные ресурсы.

Таким образом, в настоящее время наиболее актуальны три важнейшие сферы развития социальной ответственности в сфере высшего образования: продвижение устойчивого развития, включая новые технологии, достижение целей третьего тысячелетия, с фокусом на преодолении бедности, и продвижение предпринимательства для создания рабочих мест и социального прогресса [3].

Каждый ВУЗ выбирает собственную стратегию и пути взаимодействия с местным обществом. Ответственность предполагает не только решение выполнить взятые на себя задачи, но и готовность рисковать, отвечать за неудачи, недостаточное признание со стороны общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 N 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

2. Плаксина, И.А. Инновационная активность и социальная ответственность как основы развития российского общества / И.А. Плаксина // Экономические исследования. 2011. №7. с. 34 - 38
3. Фадеева Л.А. Социальная миссия и социальная ответственность университета в современном мире / Л.А. Фадеева, К.А. Пунина // ARS ADMINISTRANDI. 2014. №3. с. 106 – 113
4. Система менеджмента социальной ответственности на основе международных стандартов IQNet SR 10 и ISO 26000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://sospp.ru/>
5. Бараблина С.В. Социальная ответственность: роль высших учебных заведений / С.В. Бараблина, Л.Л. Мехришвили // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2012. №1. с. 203 - 218

**АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ТАЛАНТАМИ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ**

Школьникова Елена Петровна

*Школа экономики и менеджмента; кафедра управления персоналом и экономики труда
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент.*

Ключевые слова: инновационный подход, инклюзивный подход к управлению талантами; эксклюзивный подход к управлению талантами; персонал.

В инновационных условиях социальных и экономических изменений, информатизации и интенсификации производства, развития взаимодействия между различными секторами экономики и сферами общественной жизни возникает и осознается потребность менеджмента не только в высокой квалификации персонала, но и в наличии и развитии у него различных особых свойств, составляющих в совокупности с квалификацией человеческий капитал. Это означает, что менеджмент уже не удовлетворяют работники, которые много знают и умеют на сегодняшний момент. Эти знания, умения и навыки составляют уровень актуального развития персонала и обеспечивают успешную деятельность в существующих условиях и ситуациях. Однако все более важную роль начинает играть потенциал персонала, его мотивация к обучению, росту, развитию, построению карьеры, готовность осваивать новые виды и способы деятельности, решать новые задачи, устанавливать и поддерживать надежные контакты с другими организациями, подразделениями, коллегами, клиентами. Именно такие свойства являются центром концепции управления талантами [1].

Согласно исследованиям последних лет авторами [2, 3, 6, 7, 8] описывались несколько подходов к пониманию, описанию и работе с талантливыми сотрудниками. Наиболее часто рассматриваются два подхода к управлению талантами в организации: инклюзивный и эксклюзивный. При эксклюзивном подходе работа осуществляется только с талантливыми (высокопотенциальными) сотрудниками. В случае внедрения инклюзивного подхода работа с талантами ведется со всеми сотрудниками организации.

Анализ основных принципов в работе с талантами в зависимости от выбранного подхода представлен в таблице 1 [4, 5].

Таблица 1. Анализ основных принципов в работе с талантами.

Наименование подхода	Основные принципы
1	2
Эксклюзивный подход	1 Стратегическая согласованность понимания структуры и содержания таланта с бизнес-процессами, технологиями, ресурсообеспечением; 2 внутренняя последовательность и преемственность методов управления талантами; 3 интеграция базовых ценностей организации и принципов ее функционирования; 4 участие высшего руководства в процессах поиска, формирования и управления талантами; 5 баланс локального и глобального в управлении талантами; 6 брендинг работодателя для привлечения новых и продвижения уже выявленных талантов.

Продолжение таблицы 1

1	2
Инклюзивный подход	1 Инвестиции в человеческий капитал, повышение квалификации и профессиональная переподготовка на основе индивидуального подхода к обучению и расстановке кадров; 2 система внутрифирменного обучения, нацеленная на адаптацию и опережающую подготовку персонала; 3 система мотивации персонала, включающая материальное и нематериальное стимулирование, повышение внутренней профессиональной мотивации и удержание высококвалифицированных работников за счет их заинтересованности в качестве труда.

Выбор подхода, а соответственно, и принципов работы с талантами связан, в первую очередь, с ресурсами, которыми организация располагает. Внедрение инклюзивного подхода, в отличие от эксклюзивного, предполагает более широкую вовлеченность персонала, то есть после выявления талантов необходимо обеспечить сотрудникам равные возможности развития, выбор должности в соответствии с их способностями и возможностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Егорова И.А. Концепция управления талантами: основные подходы / И.А. Егорова // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2018. – №1. – С. 76-78.
2. Климова А.В. Управление талантами: современные тенденции и подходы к применению в государственном секторе / А.В. Климова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2016. – № 3(43). – С. 26-37.
3. Мондус О.В. Теоретические и практические дилеммы управления талантами в организациях / О.В. Мондрус // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2016. – №3. – С. 115-124.
4. Руденко Г.Г., Сидорова В.Н. Отечественный опыт управления талантами / Г.Г. Руденко, В.Н. Сидорова, Н.В. Сидоров // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2016. – № 3. – С. 139-144.
5. Симагина С.Г., Никулин Л.Ф. Общая дескриптивная модель управления талантами как акме / С.Г. Симагина, Л.Ф. Никулин // Вестник Московского университета МВД России. – 2013. – № 9. – С. 276-279.
6. Boudreau J.W. Retooling HR: using proven business tools to make better decisions about talent. – Boston, Harvard Business School Publ., 2010. – 224 p.
7. Dries N. The psychology of talent management: a review and research agenda / N. Dries // Human Resource Management Review. – 2013. – Vol. 23. – pp. 272-285.
8. Meyers M.C., van Woerkom M. The influence of underlying philosophies on talent management: Theory, implications for practice, and research agenda / M.C. Meyers, M. van Woerkom // Journal of World Business. – 2014. – Vol. 49. – pp. 192-203.

**УПРАВЛЕНИЕ ТАЛАНТАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО
ИНКЛЮЗИВНОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ**

Школьникова Елена Петровна

*Школа экономики и менеджмента; кафедра управления персоналом и экономики труда
Научный руководитель: Репина Ирина Борисовна, доцент*

Ключевые слова: управление талантами, инновационный инклюзивный подход, управление персоналом, человеческие ресурсы.

За почти уже двадцать лет такие зарубежные исследователи, как E. Michaels, H. Handfield-Jones, B. Axelrod, J. W. Boudreau, P. M Ramstad, P. Cappelli, M. C. Meyers, M. van Woerkon, N. Dries, S. Ross, D. G. Collings, M. Thunnissen, P. van Arensbergen проводят научные исследования в активно развивающейся области управления талантами [9-16], однако это привлекло внимание таких российских ученых, как И. Ю. Еремина, И. И. Лавров, С. А. Карташов, Ю. Г. Одегов, Д. В. Шаталов, О. Я. Дымарская только в текущем десятилетии [1, 3, 4, 5, 8]. В условиях сменяющихся друг друга кризисов и быстрых изменений внешней среды организации стремятся обеспечить свое долгосрочное развитие, ориентируясь главным образом на своих сотрудников, которые создают добавленную стоимость и обеспечивают организации устойчивое положение и конкурентное преимущество [6].

В основу инклюзивного подхода легла философская идея уникальности каждой личности, согласно которой все люди имеют тот или иной талант, определенные сильные стороны, которые необходимо выявить, развить и найти им применение в организации. Согласно этой идее, ключевым фактором управления талантами являются способности, возможности и потенциал работников, неравные в силу природных генетически обусловленных свойств нервной системы, темперамента, задатков, энергетических ресурсов, психических процессов, а также социально обусловленных особенностей воспитания, образования, обучаемости, личного и профессионального опыта. Все эти характеристики, с одной стороны, определяют индивидуальность, с другой – определяют продуктивность деятельности и воплощаются в неравных социальных и профессиональных позициях [1].

А. В. Климова рассматривает инклюзивный подход к определению таланта как субъекта (сотрудника) и как объекта (характеристики сотрудника) и влияние субъекта и объекта на понимание управления талантами в организации [6]. В этом случае субъектом являются все сотрудники организации, и они все воспринимаются как талантливые. Такое широкое понимание таланта соответствует месту управления талантами в рамках стратегического управления человеческими ресурсами с набором интегрированных процессов и практик, направленных на то, чтобы распознать сферу таланта каждого сотрудника и помочь преобразовать его в реальную эффективность для организации. Объект при этом подходе фокусируется на том, чтобы дать возможность сотруднику развить его способности и достичь мастерства как в самой его работе, так и за рамками работы. В этом управление талантами идентично развитию человеческих ресурсов либо развитию компетенций [6].

В работе О. В. Мондус инклюзивный подход предполагает, что все сотрудники компании – таланты, и это только вопрос времени и усилий – раскрыть максимальный потенциал каждого сотрудника и достичь ожидаемой результативности, используя индивидуальный подход и подстраивая внутреннюю среду и культуру компании [7].

Анализ преимуществ и недостатков при внедрении инклюзивного подхода в организации представлен в таблице 1 [2].

Таблица 1. Анализ преимуществ и недостатков при внедрении инновационного инклюзивного подхода в организации

Инноватика, качество, стандартизация и сертификация

Преимущества	Недостатки
<p>1 повышение трудовой мотивации работников как своего рода ответ на признание их способностей и проявление персонального внимания со стороны руководства;</p> <p>2 повышение квалификации;</p> <p>3 освоение новых умений вследствие постоянного обучения и ротации кадров.</p>	<p>1 индивидуальная работа с каждым сотрудником по выявлению его талантов, планированию и построению карьеры, обучению, повышению квалификации и переподготовке требует значительных инвестиций, материальных затрат, времени и усилий;</p> <p>2 частое перемещение персонала требует определенной свободы и достаточно высокой гибкости организационной структуры.</p>

В настоящее время наиболее популярным является эксклюзивный подход к управлению талантами, который направлен на реализацию потенциала отдельных сотрудников. При осуществлении инновационной деятельности человеческий потенциал играет в организации очень важную роль. Инновацией при работе с человеческими ресурсами будет являться внедрение в организацию инклюзивного подхода, который позволит максимально повысить ценность человеческого ресурса и, за счёт этого, конкурентоспособность организации на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дымарская О. Я. Объект управления талантами в российских организациях: сравнительный анализ представлений заинтересованных сторон / О.Я. Дымарская // Организационная психология. – 2014. – №2. – С. 6–28.
2. Егорова И. А. Концепция управления талантами: основные подходы / И.А. Егорова // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2018. – №1. – С. 76–78.
3. Еремина И. Ю., Лавров И. И. Управление развитием менеджеров организации в рамках стратегий управления талантами / И. Ю. Еремина, И. И. Лавров // Труды РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2010. – № 2. – С. 152–160.
4. Карташов С. А., Одегов Ю. Г., Шаталов Д. В. Модернизация экономики и значение таланта для её развития / С. А. Карташов, Ю. Г. Одегов, Д. В. Шаталов // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2012. – № 4. – С. 96–108.
5. Карташов С. А., Одегов Ю. Г., Шаталов Д. В. Управление талантами как HR-технология / С. А. Карташов, Ю. Г. Одегов, Д. В. Шаталов // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2013. – № 1. – С. 85–94.
6. Климова А. В. Управление талантами: современные тенденции и подходы к применению в государственном секторе / А.В. Климова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2016. – № 3(43). – С. 26–37.
7. Мондус О. В Теоретические и практические дилеммы управления талантами в организациях / О.В. Мондус // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2016. – №3. – С. 115–124.
8. Одегов Ю. Г. Управление талантами – реальность современного менеджмента / Ю. Г. Одегов // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2015. – № 1. – С. 92–99.
9. Boudreau J.W., Ramstad P.M. Talentship, talent segmentation, and sustainability: a new HR decision science paradigm for a new strategy definition / J.W. Boudreau, P.M. Ramstad // Human Resource Management. – 2005. – Vol. 44, №. 2. – P. 129-136.
10. Cappelli P. Talent on Demand: managing people in an age of uncertainty. – Boston, Harvard Business School Publ. – 2008. – 280 p.
11. Collings D.G. Toward Mature Talent Management: Beyond Shareholder Value / D.G. Collings // Human Resource Development Quarterly. – 2014. – Vol. 25, Iss. 3. – P. 301-319.
12. Meyers M.C., van Woerkon M., Dries N. Talent – innate or acquired? Theoretical considerations and their implications for talent management / M.C. Meyers, M. van Woerkon, N. Dries // Human Resource Management Review. – 2013. – Vol. 23. – P. 305-321.

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

13. Michaels E., Handfield-Jones H., Axelrod B. The war for talent. – Boston, MA: Harvard Business School Publishing. – 2001. – 200 p.
14. Ross S. How definitions of talent suppress talent management / S. Ross // *Industrial and Commercial Training*. – 2013. – Vol. 45, Iss. 3. – P. 166-170.
15. Thunnissen M. Talent management: For what, how and how well? An empirical exploration of talent management in practice / M. Thunnissen // *Employee Relations*. – 2016. – Vol. 38, Iss. 1. – P. 57–72.
16. Thunnissen M., Van Arensbergen P. A multi-dimensional approach to talent / M. Thunnissen, P. Van Arensbergen // *Personnel Review*. – 2015. – Vol. 44, Iss. 2. – P. 182–199.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ПОНЯТИЕ, АСПЕКТЫ И РОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Яшин Александр Николаевич

*Инженерная школа; кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации
Научный руководитель: Соловьев Денис Борисович, канд. техн. наук, профессор*

Ключевые слова: цифровая экономика, бизнес, предприятие, бизнес-модель

Развитие информационных технологий существенно изменило ситуацию на экономическом рынке. Кроме появления и распространения цифровых предприятий как таковых, ведущих свою деятельность исключительно в электронной сфере, существенные изменения происходят и на предприятиях традиционного уклада. В связи с развитием современных технологий меняются основные факторы воспроизводства на предприятии. И меняются, соответственно, ключевые задачи экономики предприятия и управления бизнесом.

Вследствие развития информационных систем во многих отраслях на первое место выходит не только использование возможностей интернета для продажи товаров, расширения возможностей маркетинга, сбора данных, выбора и сравнения контрагентов, проведения финансовых операций. Огромное значение для конкурентоспособности компаний приобретают кастомизация сервиса, развитие омниканальной логистики, возможность гибкого ценообразования и, конечно же, автоматизация и упрощение бизнес-процессов. Особую важность в управлении предприятием приобретает работа с большими массивами данных. Существенно расширился спектр современных информационных инструментов операционного управления бизнесом, управленческие технологии становятся цифровыми. Кроме существенной трансформации традиционных предприятий появилось большое количество предприятий с цифровыми бизнес-моделями. Таким образом, формируется огромный, постоянно растущий пласт цифровой экономики, взаимодействующий с экономикой традиционной, оффлайновой. Соответственно, все больше ученых посвящают свои труды теме цифровой экономики.

Несмотря на высокую практическую значимость и актуальность изучения цифровой экономики, в научной среде нет однозначно устоявшегося ее определения. Причиной этого является, в том числе, опережающее развитие цифровых практик: многие из них изменяются до того, как оказываются зафиксированными, и литература очень быстро устаревает. Существует большое разнообразие подходов к определению цифровой экономики и цифрового (виртуального) предприятия.

В соответствии с указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» цифровая экономика - это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг [2].

Некоторые ученые определяют цифровую экономику как экономику, характерной особенностью которой является максимальное удовлетворение потребностей всех ее участников за счет использования информации, в том числе персональной. Это становится возможным благодаря развитию инфокоммуникационных и финансовых технологий, а также доступности инфраструктуры, вместе обеспечивающих возможность полноценного взаимодействия в гибридном мире всех участников экономической деятельности: субъектов и объектов процесса создания, распределения, обмена и потребления товаров и услуг [1].

Сам термин «цифровая экономика» – the digital economy – был введен в оборот Доном Тапскотом в 1997 году [4]. Кроме того, используются такие термины, как интернет-экономика, web-экономика, электронная экономика, Новая экономика (Internet Economy, the New Economy, or Web Economy). Примечательно, что еще в 1990-е годы Тапскот обозначил 12 аспектов цифровой (Новой) экономики, а именно: управление знаниями, цифровая коммуникация, виртуализация, молекуляризация, интеграция через интернет, уход от посредни-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

ков, конвергенция, инновации, кастомизация потребления, мгновенное реагирование, глобализация, нарастание противоречий в обществе.

Некоторые из этих аспектов получили большее развитие, некоторые меньшее, но все они сейчас, спустя более 20 лет, существуют на практике.

В 2001 году Томас Мезенбург более четко структурировал и обозначил 5 компонентов цифровой экономики, которые, по его мнению, можно статистически оценить и измерить.

Он выделил следующие блоки:

- электронная инфраструктура предприятий, в том числе программное обеспечение;
- вычислительная техника (e-business infrastructure);
- электронная коммерция (e-commerce) [5];
- прирост ценности традиционных отраслей за счет использования цифровых технологий (firm and industry structure);
- отличие в ценности рабочей силы цифровой экономики по сравнению с традиционной (demographic and worker characteristics);
- изменения в добавленной стоимости продукции и услуг цифровой экономики (price behavior).

Данная группировка представляет интерес попыткой охватить все стороны цифровизации экономики и своим комплексным, всеобъемлющим подходом. Однако очевидно, что достоверно количественно измерить можно лишь первые два компонента, а в оценке трех оставшихся возможны существенные погрешности. Кроме того, при попытке оценить все пять компонентов сразу неизбежен двойной счет, который, опять же, сложно исключить [3].

В сфере цифровой экономики можно выделить 3 типа предприятий:

1) **Предприятия традиционного уклада, имеющие бизнес и активы в реальном, «офлайнном» мире, но активно использующие современные технологии в качестве своей инфраструктуры.** В частности это оборудование, системы связи, программные продукты широкого спектра от пользовательского программного обеспечения до ERP и CRM систем. На этих предприятиях работает обмен данными с налоговыми органами, могут действовать системы электронного документооборота, работать цифровые подписи, быть автоматизированы бизнес-процессы, есть кол-центр и отдел лояльности, работающий с пользовательской big-data и т.д. И хотя это предприятие продает физические продукты, например, мебель, оно делает вклад в цифровую экономику. Применение цифровых технологий традиционными предприятиями становится важнейшим фактором конкурентоспособности за счет следующих тенденций:

- кастомизация и индивидуализация сервиса;
- гибкое ценообразование;
- качественная логистика;
- автоматизация и упрощение бизнес-процессов через внедрение ERP-систем.

2) **Предприятия, реализующие продукцию исключительно через виртуальные каналы.** Это не комплексные торговые предприятия, имеющие как физические торговые центры, так и интернет-магазин, а компании, производящие контакт со своим потребителем только через виртуальную витрину. Эти компании могут иметь физические активы, но это только запас готовой продукции, склады и пункты выдачи заказов. В данном случае можно считать, что эти предприятия в большей степени интегрированы в цифровую экономику, так как интернет – это основной канал их продаж, место, где они генерируют выручку. Соответственно способы продвижения своей продукции и каналы рекламы у этих предприятий тоже виртуальные, цифровые.

3) **Виртуальные предприятия.** Они не привязаны ни к какому физическому активу – сменить офис или серверную компанию, хранящую их данные, они могут, не приостанавливая деятельность, чего нельзя сказать о заводе или торговом центре. Количество бизнес-моделей подобных компаний очень велико и постоянно дополняется за счет инновационных стартапов. При этом ошибочно было бы считать, что в этом блоке собраны маленькие пред-

Иноватика, качество, стандартизация и сертификация

приятия. Наиболее классическими и привычными бизнес-моделями подобных предприятий являются:

- поисковые машины (Google, Yandex);
- почтовые сервисы (Mail.ru, Hotmail);
- агрегаторы услуг (Uber, Bookong.com);
- сайты объявлений;
- электронные СМИ и информационные ресурсы;
- социальные сети;
- онлайн-игры и мобильные приложения;
- инновационные бизнес-модели;
- прочие малые бизнес-модели.

Цифровая экономика ставит традиционные предприятия перед необходимостью меняться и использовать современные технологии для сохранения конкурентоспособности и выживания. Это ведет экономику предприятий к трансформации.

Количество бизнес-моделей цифровой экономики растет, появляются новые способы монетизации и ведения бизнеса, создаются новые рынки. Некоторые бизнес-модели так же быстро исчезают. Структура цифровой экономики очень динамична. В цифровой экономике не работают некоторые законы экономики оффлайновой, традиционной, как в квантовой механике неприменимы некоторые законы механики классической.

Вступление предприятия в цифровую экономику внесет радикальные изменения в его деятельность, повысит конкурентоспособность за счет снижения производственных издержек, улучшения условий труда и повышения производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кешелава А.В. Введение в «Цифровую» экономику / А.В. Кешелава В.Г. Буданов, В.Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешелава; гл. «цифр.» конс. И.А. Зимненко. – ВНИИГеосистем, 2017. – с. 12.
2. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 / [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 05.12.18)
3. Экономика предприятия в цифровую эпоху / И.П. Бойко, М.А. Евневич, А.В. Кольшикин // Российское предпринимательство. – 2018. – №7. – с. 1127-1136.
4. Tapscott, Don (1997). The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence. New York: McGraw-Hill.
5. Mesenbourg, T.L. (2001). Measuring the Digital Economy. U.S. Bureau of the Census.

Раздел 5. Инфокоммуникационные системы, приборостроение

ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ПЕШЕХОДОВ V2P – «VEHICLE-TO-PEDESTRIAN»

Анисимов Павел Николаевич, Зелень Вадим Владиславович

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Стаценко Любовь Григорьевна, д-р. физ.-мат. наук, профессор

Введение.

Развитие мобильных технологий с каждым годом затрагивает все большее число отраслей науки и техники. К числу таких технологий относится автомобильная промышленность, в индустрии которой было введено такое понятие, как Connected Car.

Connected Car – это «подключенный» инновационный автомобиль с сетевыми возможностями. Среди таких возможностей можно выделить: средства навигации и ориентации в пространстве, связь с Интернетом и другие. В связи с появлением в начале 2020-х годов и дальнейшим развитием технологии пятого поколения мобильной связи 5G технология Connected Car будет иметь технические возможности для раскрытия своего потенциала и, в следствие, внедрена в повседневную жизнь.

Connected Car через сети передачи данных взаимодействует с окружающей средой и объектами, поэтому выделяют несколько систем. Одной из таких систем является технология мониторинга автомобилем пешеходов «V2P» (от англ. «Vehicle-to-Pedestrian»).

Обзор технологии V2P.

V2P - это система, через которую автомобиль взаимодействует с, находящимися в некоторой близости, пешеходами (рисунок 1). Электроника автомобиля с помощью датчиков и программного обеспечения, имеет возможность выявлять частотный диапазон устройств (смартфонов), которыми пользуются участники дорожного движения. Это позволяет оценить, например, изменение местоположения мобильного устройства в пространстве, а, следовательно, скорость и направление движения пешехода.

Для обмена информацией между транспортным средством и смартфоном человека используется протокол связи DSRC (Dedicated Short Range Communications), при этом дальность действия варьируется между значениями от 0 до 300м – минимальная дальность действия и до 1000 м – максимальная. Система работает с помощью специального приемопередатчика, встраиваемого в абонентское устройство пешехода, который передает информацию о его местоположении. От выбора датчика для минимальной или максимальной дальности действия зависит энергопотребление самого датчика, а соответственно и мобильного устройства.



Рис. 1. Схема коммуникации между участниками дорожного движения.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Для определения местонахождения человека, в свою очередь, используются модуль спутниковой системы навигации GPS и акселерометр мобильного устройства. Аналогичный датчик установлен в автомобиле и собирает информацию о его местонахождении, направлении движения и скорости, которая поступает на бортовой компьютер автомобиля (рисунок 2). В режиме реального времени производятся все необходимые расчеты и строятся различные сценарии дальнейшего развития событий, на основе которых вычисляет степень опасности исхода. Предупреждение об опасности посылается, как водителю транспортного средства, так и пешеходу путем отсылки push-сообщений со звуковым сопровождением.



Рис. 2. Предупреждение об опасности на бортовом компьютере автомобиля.

Таким образом, система сможет заранее предупредить водителя о том, чем занят на данный момент пешеход (печатает текстовое сообщение, слушает музыку на смартфоне или осуществляет звонок) и вероятность опасного исхода.

Главная проблема технологии V2P.

Несмотря на ряд достоинств данной технологии, стоит обратить внимание на главную проблему. Современные смартфоны имеют недостаточное время работы аккумулятора.

Наиболее распространенные модели смартфонов (согласно статистике на 2017 год) по всему миру: iPhone, Samsung, Xiaomi и другие, имеют в среднем значение времени работы аккумулятора от 5 часов до 8 часов при повседневном (рядовом) использовании. На рисунке 3 представлена зависимость расхода заряда батареи (%) от времени (часы). Данная характеристика подтверждает информацию о том, что при среднестатистическом использовании смартфона работа его не продлится более 7-8 часов. К тому же, исходя из рисунка 3, можно заметить, что телефон не может быть транспортабельным примерно три раза в сутки из-за того, что его приходится заряжать. Из этого следует, что, используя мобильное устройство, работа которого основана на работе аккумуляторной батареи, пешеход не сможет обеспечить ответную связь для автомобиля и, соответственно, безопасность на протяжении более продолжительного времени (полных суток). Это подвергает сомнению целесообразность использования технологии V2P в целом из-за непостоянного действия одной из компонент данной разработки.

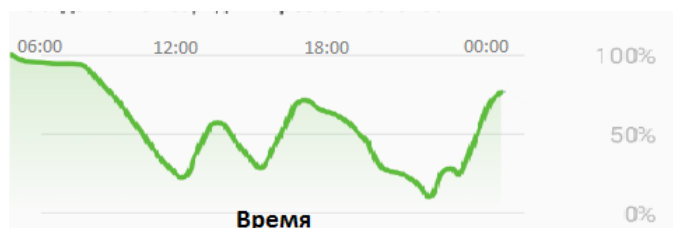


Рис. 3. Средняя продолжительность заряда аккумулятора.

Решение проблемы ограниченного времени работы аккумулятора.

Решение проблемы основано на включении в систему специального информационного облака, которое будет играть роль посредника между участниками дорожного движения, а именно, автомобиля и пешехода. Использование такого многоуровневого метода позволит продлить время работы мобильного устройства, а также поможет уменьшить уровень необходимого сетевого трафика.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Многоуровневый метод предусматривает два режима работы: энергосберегающий и функциональный. Смартфон человека будет работать на энергосбережении во время повседневных занятий человека, при этом поддерживая частоту датчика мобильного устройства на низком уровне. В это же время информационное облако, работая по специальному алгоритму сервера, поддерживает постоянную передачу данных с телефона пешехода. В момент возникновения потенциальной опасности (к примеру, человек подходит к дорожному участку или пересекает дорогу, где осуществляется передвижение транспортных средств) алгоритм оценивает полученную на данный момент информацию о местоположении, скорости, направлении пешехода и предлагает перевести режим работы телефона человека в функциональный. Схематично это описано на рисунке 4.

Данный вариант реализуется путем отсылки специального сообщения, в котором пишется о потенциальной угрозе, на устройство человека. В дальнейшем всё происходит по стандартному сценарию работы технологии V2P (коммуникация между автомобилем и мобильным устройством пешехода в полнофункциональном режиме).

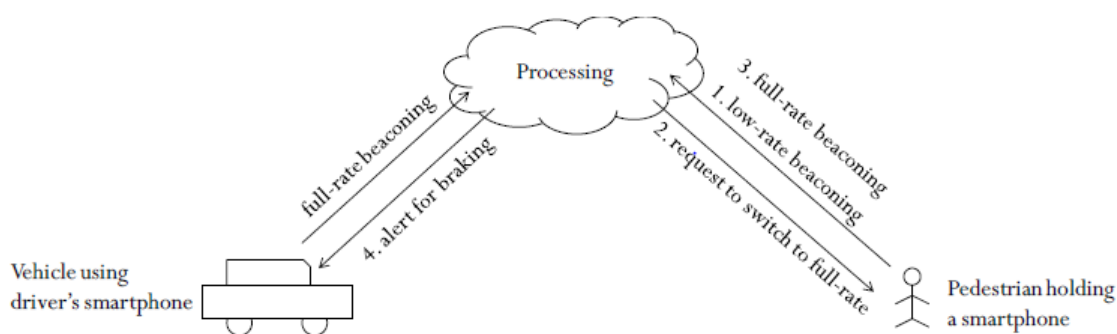


Рис. 4. Многоуровневый метод (с использованием информационного облака).

Таким образом, применение многоуровневого метода позволяет уменьшить энергопотребления аккумуляторной батареи мобильного устройства, вследствие чего обеспечивается более продолжительная коммуникация между участниками дорожного движения.

Вывод.

Как неоднократно говорилось, главная цель Connected Car и V2P, в частности, — это безопасность. Несомненно, технология мониторинга пешеходов автомобилем в ближайшее время будет являться одним из главных способов предотвращения аварийных ситуаций. Развитие сетевых технологий позволит обеспечить необходимую работоспособность данного метода, и, конечно, более детальный анализ параметров системы мониторинга поможет устранить выявленные недостатки, что сведет риск дорожно-транспортного происшествия до минимального значения.

Поддержка систем V2P – это одно из самых главных требований для транспортных средств будущего. Чтобы данная технология стала реальностью, необходимо обеспечить расширение зоны охвата сигнала и обеспечить стабильный прием.

Технология мониторинга тесно связана с понятием совместной мобильности, при помощи которой возможен обмен информацией между участниками дорожного движения, поэтому 5G-сеть, из-за своей более низкой задержки при соединении, позволит использовать V2P более эффективно, за счет чего появится возможность расширить функционал и устранить выявленные недостатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Connected Car: V2V, V2I, V2X, V2P, V2G, V2D. Стандартизация, возможности и темпы развития умных автомобилей в России и в мире [Электронный ресурс] / 2018 URL: <http://1234g.ru/novosti/v2v-v2i-v2x-v2p-v2g-v2d-connected-car>

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

2. C. Sugimoto, Y. Nakamura, T. Hashimoto, «Prototype of pedestrian-to-vehicle communication system for the prevention of pedestrian accidents using both 3G wireless and WLAN communication», in 2008 3rd International Symposium on Wireless Pervasive Computing, 2008, стр. 764-767.
3. Connected Vehicles: Vehicle-to-Pedestrian Communications [Электронный ресурс] / URL: https://www.its.dot.gov/factsheets/pdf/CV_V2Pcomms.pdf
4. Honda working on Vehicle-to-Pedestrian and Vehicle-to-Motorcycle Technologies [Электронный ресурс] / 2013 URL: <https://www.hybridcars.com/honda-working-on-vehicle-to-pedestrian-and-vehicle-to-motorcycle-technologies/>
5. K. David and A. Flash, «CAR-2-X and Pedestrian Safety,» IEEE Vehicular Technology Magazine, 2010, гл. 5, стр. 70-76.
6. M.A. Hoque, M. Siekkinen, J.K. Nurminen, S. Tarkoma, M. Aalto, «Saving energy in mobile devices for on-demand multimedia streaming – a cross-layer approach» ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications, 2014, гл.10, стр. 1-23
7. M. Bagheri, M. Siekkinen, J.K. Nurminen, «Cellular-based Vehicle to Pedestrian (V2P) Adaptive Communication for Collision Avoidance», 2018, pp. 8.
8. W. Vandenberghe, I. Moerman, P. Demeester, «On the feasibility of utilizing smartphones for vehicular ad hoc networking» in 2011 11th International Conference on ITS Telecommunications, 2011, стр. 246-251.

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СТАНЦИИ ВЛАДИВОСТОК С ДРУГИМИ СТАНЦИЯМИ ОДНОЧАСТОТНОЙ СЕТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Загоруйко Анастасия Романовна, Пак Тимур Александрович

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Ломакин Александр Федорович, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: одночастотная сеть, внутрисистемные помехи.

В данной статье рассматривается один из аспектов электромагнитной совместимости (ЭМС) между радиотелевизионными передающими станциями (РПТС) одночастотной сети (ОЧС) Приморского края (ПК). С учетом требований к проектированию сетей такого типа, несоблюдение которых приводит к проблемам ЭМС. Анализируется качество зоны обслуживания (ЗО) ОЧС в присутствии помехи от центрального передатчика сети в городе Владивосток.

ОЧС представляет собой группу передающих станций, основная часть которых имеет малую и среднюю мощность, работающих на одной и той же частоте и передающих один и тот же сигнал, не создавая друг другу помех и формируя единую ЗО. ОЧС позволяет получить значительный выигрыш по отношению к традиционным сетям вещания по суммарной энергетике установленных в ЗО вещательных станций, уменьшить расстояние между соседними ЗО, использующими один и тот же частотный канал, и, как следствие, повысить эффективность использования радиочастотного спектра.

Известно, что при проектировании ОЧС территориальный разнос между станциями, расположенными в одной общей ЗО, должно выбираться таким образом, чтобы запаздывание сигналов, приходящих на вход приемников сети, не превышало выбранный защитный интервал. В противном случае станции одной и той же сети будут создавать зоны взаимной интерференции, приводящие к взаимному влиянию передатчиков друг на друга. Помимо этого, для соблюдения ЭМС необходимо обеспечить величину отношения сигнала к помехе в зоне покрытия (ЗП), то есть в зоне где минимальная напряженность поля не меньше или равна $E_{гр}$, соответствующей станции не меньше выбранного защитного отношения для совмещенных частотных каналов.

Несоблюдение условий, описанных выше, а соответственно ЭМС, приведет к возникновению внутрисистемных помех, вследствие чего при обработке сигнала, принимаемого на каждой поднесущей возникнут межсимвольные искажения, из-за воздействия на текущий прием предшествующей посылки, переданной на той же поднесущей. При этом, что весьма существенно, возникнут переходные помехи между поднесущими, так как на интервале длительностью полезного сигнала нарушается ортогональность принимаемых сигналов, а это может существенно снизить помехоустойчивость.

В связи малой известностью особенностей организации одночастотных сетей в Российской Федерации, вопросы учета взаимного влияния радиопередатчиков сети в ОЧС актуальны.

Целью исследования являлось: проанализировать степень влияния центрального передатчика сети на ЗО остальных передатчиков посредством математического моделирования, позволяющего численно оценить эффект от, возможного, возникновения внутрисистемных помех в одной из зон ОЧС ПК.

При исследовании использовались параметры ОЧС ПК, модель Лонгли-Райса и рекомендация МСЭ-R P.1546-5 «Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц».

Для оценки территориального разноса между РПТС было произведено измерение расстояния, между РПТС «Владивосток» и другими станциями ОЧС ПК, в компьютерном приложении «Google Earth Pro», в котором с использованием координат, указывающих на местоположение станций, были отмечены все объекты исследования (рис. 1).

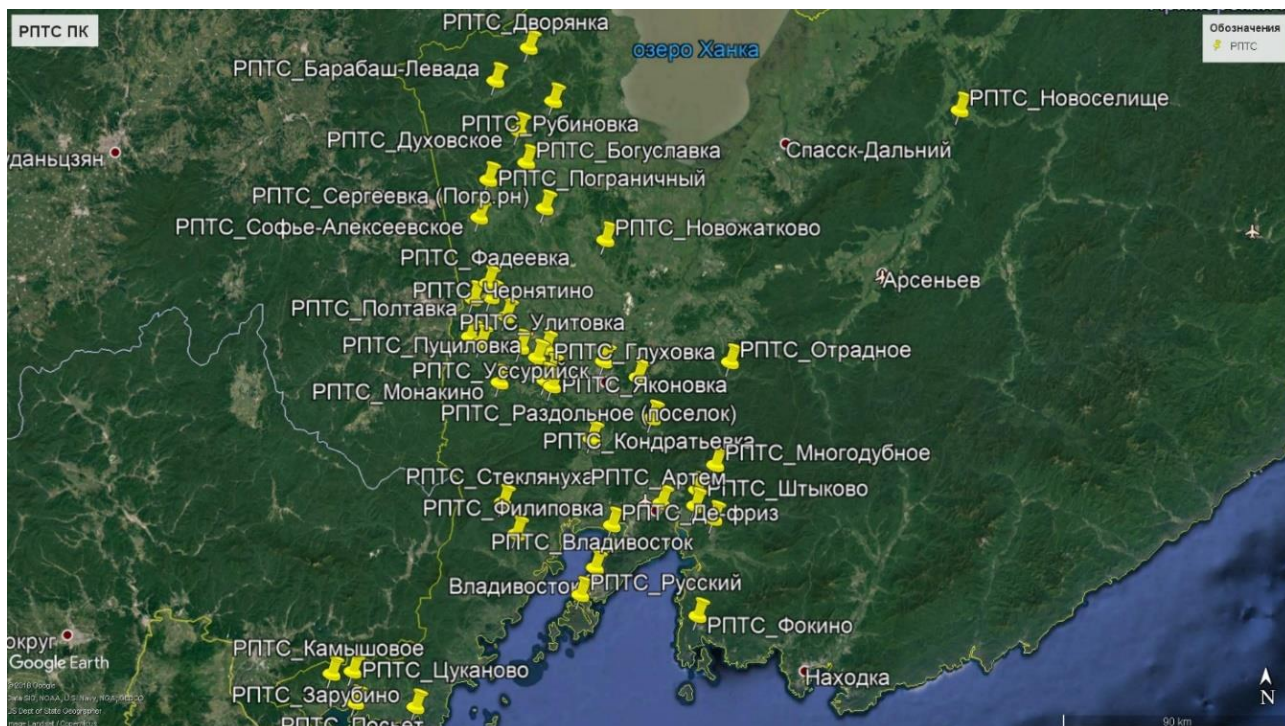


Рис. 1. Карта расположения РПТС ОЧС ПК 56 ТВК в «Google Earth Pro».

Расстояние d_{SFN} соблюдение которого, обеспечивает отсутствие взаимного влияния передатчиков друг на друга, рассчитывается по формуле:

$$d_{SFN} = T_G \cdot c = \frac{224 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8}{1000} = 67,2 \text{ км} \quad (3.1) \text{ где } T_G - \text{защитный интервал, мкс; } c -$$

скорость света, м/с.

Согласно расчёту приведенному выше, расположение следующих станций не соответствует необходимому территориальному разносу для ОЧС ПК: «Уссурийск, Дворянка, Духовское, Алексей-Никольское, Барабаш-Левада, Богуславка, Глуховка, Зарубино, Камышовое, Корсаковка, Корфовка, Кроуновка, Многодубное, Николо-Львовское, Новогеоргиевка, Новожатково, Новоселище, Отрадное, Пограничный, Полтавка, Посыет, Пуциловка, Рубиновка, Сергеевка (Погр.рн), СофьеАлексеевское, Улитовка, Фадеевка, Цуканово, Чернятино, Штыково, Яконовка».

Расчет отношения сигнала к помехе между РПТС «Владивосток» и другими станциями был выполнен в компьютерном приложении «Microsoft Office Excel 2016».

Расчёт медианного значения потерь распространения полезного сигнала был произведен по формуле:

$$L_m(D_0, h_{эфф}, h_2) = 67,38 + 26,16 \cdot \log(f) + (44,19 - 6,55 \cdot \log(h_{эфф})) \cdot (\log(D_0))^b - 13,82 \cdot \log(h_{эфф}) - a(h_2) \quad (3.2)$$

где f – частота, МГц; $h_{эфф}$ – эффективная высота подвеса антенны полезной станции, м; D_0 – зона обслуживания полезной станции, км; h_2 – высота приёмной антенны при фиксированном приёме, м.

Расчёт медианного значения потерь распространения мешающего сигнала был произведен по формуле:

$$L_m(D_1, h_{эфф}, h_2) = 67,38 + 26,16 \cdot \log(f) + (44,19 - 6,55 \cdot \log(h_{эфф})) \cdot (\log(D_1))^b - 13,82 \cdot \log(h_{эфф}) - a(h_2) \quad (3.3)$$

где $h_{эфф}$ – эффективная высота подвеса антенны мешающей станции, м; D_1 – расстояние от полезной станции до мешающей станции, км.

Расчёт отношения сигнал к помехе производится по формуле:

$$P_0 = P_{Suuz} + P_{Iuuz} + (G_r + G_S) - (g_r + G_I) + L_m(D_0, h_{эфф}, h_2) - L_m(D_1, h_{эфф}, h_2) - \Delta_{L_3} - \Delta_{T_3} \quad (3.4)$$

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

где $P_{S_{изл}}$ – мощность излучения сигнала полезной станции, дБ; $P_{I_{изл}}$ – мощность излучения сигнала мешающей станции, дБ; G_r – коэффициент усиления приёмной антенны по отношению к полезному сигналу, дБ; g_r – коэффициент усиления приёмной антенны по отношению к мешающему сигналу, дБ; G_s – коэффициент усиления антенны полезной станции, дБд; G_I – коэффициент усиления антенны мешающей станции, дБд.

Согласно расчётам, внутрисистемные помехи, создаваемые РПТС «Владивосток» могут возникнуть в 30 станций: «Уссурийск, Дворянка, Духовское, Алексей-Никольское, Барабаш-Левада, Богуславка, Глуховка, Зарубино, Камышовое, Корсаковка, Корфовка, Кроуновка, Николо-Львовское, Новогеоргиевка, Новожатково, Новоселище, Отрадное, Пограничный, Полтавка, Посъет, Пуциловка, Рубиновка, Сергеевка (Погр.рн), Софье-Алексеевское, Улитовка, Фадеевка, Цуканово, Чернятино». Однако, это требует проверки на величину отношения сигнала к помехе в 30 данных РПТС. В качестве примера, величина отношения сигнала к помехе для РПТС «Уссурийск» составила 14,96.

Расчёт ЗП и радиоканалов был выполнен в компьютерном приложении «Radio Mobile». В качестве примера приводим рассчитанные радиоканалы от РПТС «Владивосток» и РПТС «Уссурийск» до зоны их взаимной интерференции. При этом, такой зоной будет считаться местоположение, в котором минимальная напряженность поля от РПТС «Владивосток» будет больше или равна разности $E_{гр}$ и защитного отношения A , принятого равным 19,3 дБ для ОЧС ПК. Тогда критический уровень помехи $E_{инт}$ рассчитаем по формуле:

$$E_{инт} = E_{гр} - A = 52,8 - 19,3 = 33,5 \text{ дБмкВ/м} \quad (3.5)$$

где $E_{гр}$ – защитный интервал, дБмкВ/м; A – защитное отношение, дБ.

Для проверки этого условия в каждой предполагаемой области интерференции были случайно выбраны малые зоны приема. Для этих зон был рассчитан радиоканал от помеховой и полезной станции.

Так как уровень напряженности поля, в зоне взаимной интерференции, от РПТС «Владивосток» (рис. 3 и 5) превышает уровень напряженности поля от РПТС «Уссурийск» (рис. 2 и 4), то первая станция оказывает отрицательное влияние на вторую, а именно вызывает внутрисистемные помехи.

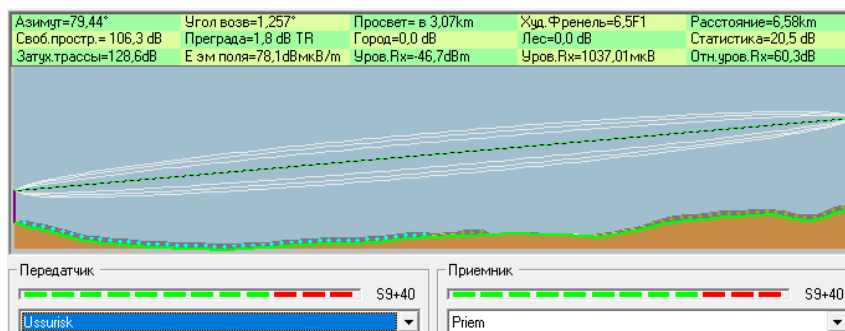


Рис. 2. Радиоканал от РПТС «Уссурийск» до первой точки в зоне взаимной интерференции в ее ЗП.

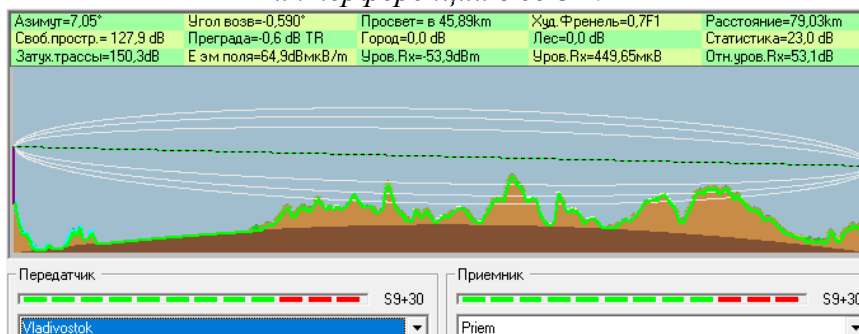


Рис. 3. Радиоканал от РПТС «Владивосток» до первой точки зоны взаимной интерференции в ЗП РПТС «Уссурийск».

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

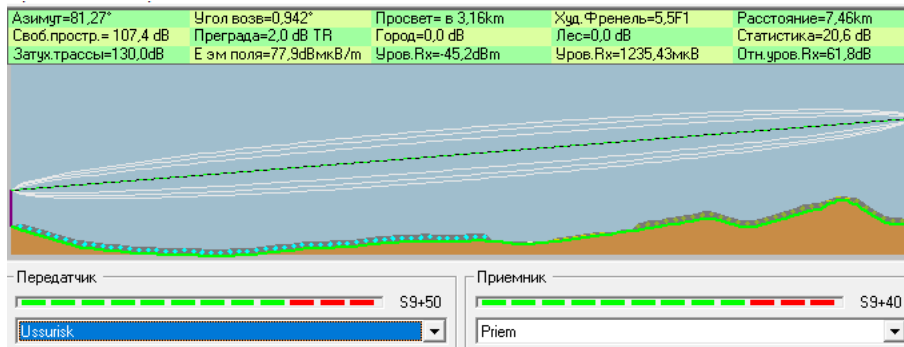


Рис. 4. Радиоканал от РПТС «Уссурийск» до второй точки в зоне взаимной интерференции в ее ЗП.

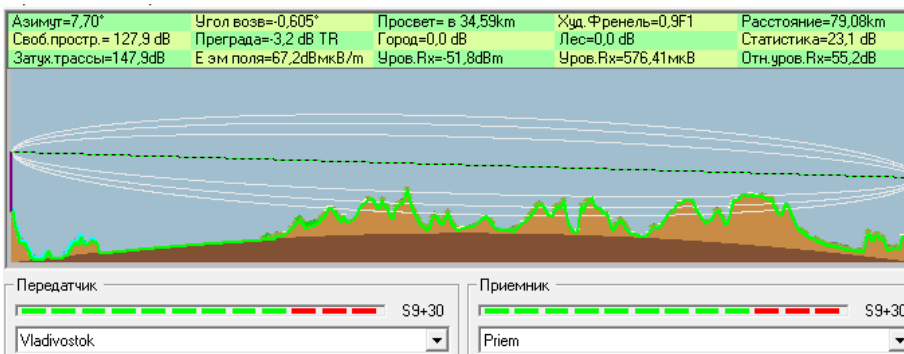


Рис. 5. Радиоканал от РПТС «Владивосток» до второй точки зоны взаимной интерференции в ЗП РПТС «Уссурийск».

Таким образом, результаты моделирования свидетельствуют о том, что в одночастотной сети Приморского края могут возникать внутрисистемные помехи, вызываемые сложным рельефом. Также, было установлено, что требования по частотно-территориальному планированию в некоторых случаях не соблюдаются.

Для корректной проверки данных выводов требуются экспериментальные измерения параметров ОЧС.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОМЕХ ПРИ РАБОТЕ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ LTE И ПЕРЕДАТЧИКОВ DVB-T2 НА СМЕЖНЫХ КАНАЛАХ

Закальский Данил Валерьевич, Совкова Ольга Игоревна

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Ломакин Александр Фёдорович, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: LTE, DVB-T2, совмещенный и смежный каналы, модель Лонгли-Райса.

Вопрос о совместимости сетей мобильной связи с сетями цифрового телевизионного вещания, работа которых осуществляется в частотных диапазонах, близких к тем, которые используются при переходе на эфирное цифровое телевидение, поднимался уже не раз. Использование общего ресурса различными системами приводит к эффекту образования так называемых слепых зон, в которых прием ТВ-вещания вокруг базовых станций может стать практически невозможным. Данная ситуация происходит из-за того, что сигналы базовых станций, расположенных в пределах плотной городской застройки, принимаются телевизионными антеннами, находящимися в непосредственной близости. Подобное тесное соседство как в географическом смысле, так и в радиочастотном спектре будет определенно создавать проблемы в работе каждой из них. Поэтому вопрос о совместимости развивающихся новых стандартов цифрового телевидения и мобильных сетей, возникающий при использовании совместных частот, необходимо тщательно изучать. Данная статья посвящена обсуждению результатов моделирования возможного влияния работы базовых станций стандарта LTE на сигнал DVB-T2 в Советском районе г. Владивостока на качество эфирного телевизионного вещания одночастотной сети DVB-T2.

В России операторы «большой четверки» задействуют для сетей LTE следующие частотные диапазоны: 1800 МГц (band 3), 2,5-2,7 ГГц (band 7), 800 МГц (band 20). Несмотря на то, что диапазон частот band 20 используется в качестве резервного, за счет этой дополнительной частоты при перегрузке основных частот обеспечивается работа сети. В настоящей работе анализировался именно этот диапазон, частоты которого согласно проведенной в 2007 году всемирной конференции по радиосвязи распределены на глобальной основе для систем IMT. Однако, службы телерадиовещания также заинтересованы в доступе к данным частотам для расширения предоставляемых услуг, как в количественном отношении, так и в качественном.

Для решения поставленной выше задачи использовалась модель Лонгли-Райса, реализованная в открытом программном продукте RadioMobil. Задавались следующие параметры моделирования: для полезного телевизионного сигнала уровень напряженности поля для условий фиксированного приема принимался равным не менее 55,9 дБмкВ/м. Считаем, что помеховый сигнал может создаваться БС LTE при работе на совмещенном и смежном канале. На совмещенном канале уровень помехи должен быть не выше 55,9 дБмкВ/м, для беспрепятственного ТВ вещания. Уровень помехи на смежном канале в соответствии с ГОСТом примем -30дБ что соответствует уровню излучения БС на боковых частотах, так же на смежном канале излучение БС будем считать побочным и равным -50 дБ. Исследования выполнялись для одной из частот диапазона равной 791,25 МГц, которая соответствует 61 ТВ каналу. В расчетах использовалась и цифровая карта территории с разрешением 1 арксекунда и карта растительности.

При расчете значения минимальной медианной напряженности поля сигнала DVB-T2 на частоте 791,25 МГц в вычислениях использовались существующие на текущий момент параметры сигнала: режим передачи сигнала – 32К, 64 QAM, $G_i = 1/16$, FEC = 4/5, величина защитного интервала составляет 224 мкс, битрейт на выходе = 33,06 Мбит/с. Таким образом было получено, что минимальная медианная напряженность поля при вероятности охвата места 95% и 99% по времени составляет 55,9 дБмкВ/м. Для БС LTE на основании действующих технических нормативных правовых актах предельно допустимый уровень электромаг-

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

нитного поля, создаваемого антеннами БС сети LTE сотовой радиосвязи на территории жилой застройки и мест массового отдыха, помещений жилых и общественных зданий не должен превышать 10 мкВт/см², что соответствует уровню напряженности 135,7 дБмкВ/м. Исследования проводились для БС LTE у которых нижняя граница отображаемого сигнала была равной значению минимальной медианной напряженности поля сигнала DVB-T2, а верхняя соответствовала ограничению нормам СанПиНа.



Рис. 1. Моделирование уровня сигнала БС LTE на совмещенном канале.

На рисунке 1 показан результат расчетов зоны обслуживания сети LTE на исследуемой территории на совмещенном канале (791,25 МГц.) Видно, что практически вся исследуемая территория обеспечивается уровнем сигнала выше значения 56 дБ мкВ/м, что делает невозможным качественный прием телевизионного сигнала.

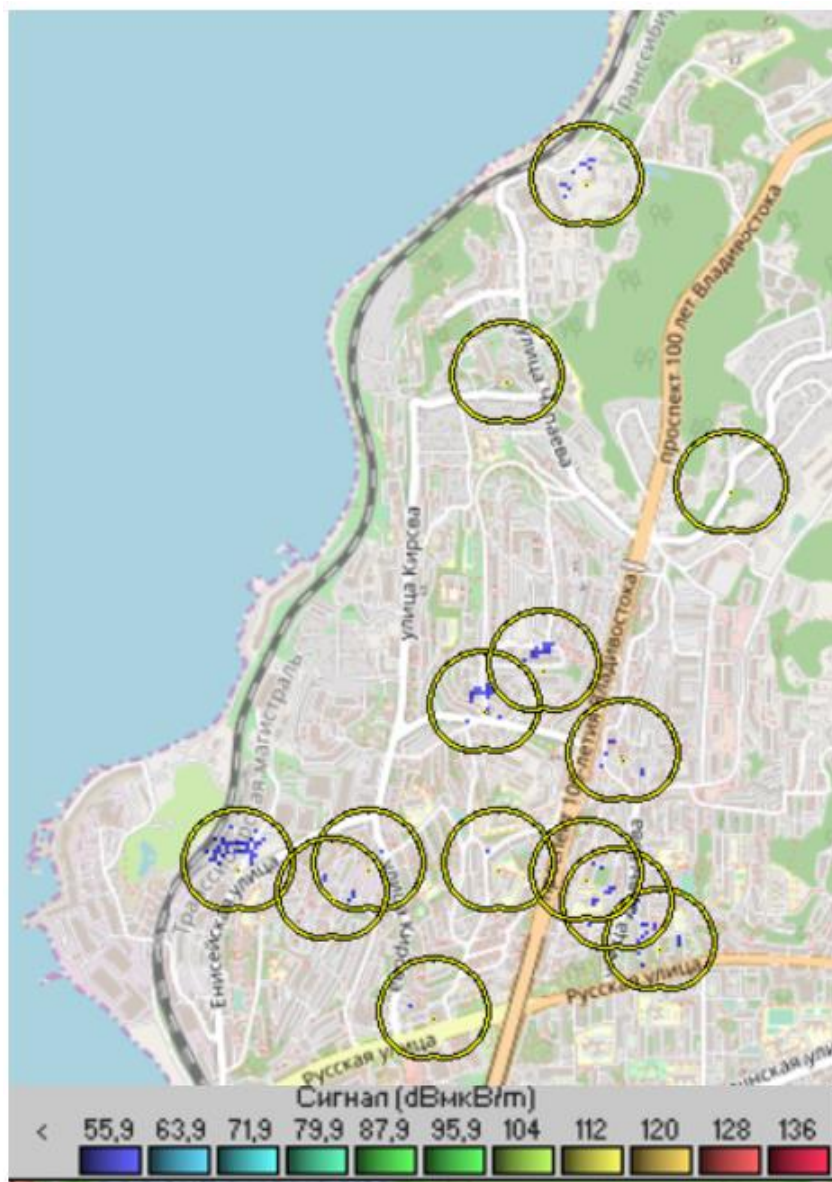


Рис. 3. Моделирование сигнала БС LTE на уровне -50 дБ на смежном канале.

На рисунке 3 показан результат зоны обслуживания сети БС LTE на исследуемой территории на смежном канале при побочном излучении. По результатам моделирования можно сделать вывод, что на побочном канале, БС LTE оказывает незначительное воздействие на телевизионный сигнал, однако это не исключает проблем ЭМС в некоторых областях исследуемой территории.

В любом случае можно предположить, что при частотно-территориальном планировании сетей LTE присвоение полос частот смежных с телевизионным каналом может привести к проблемам в работе сетей телевидения, в некоторых случаях радиус зоны помех от одиночной БС LTE может превышать 200 м, а в совокупности составит значительную область исследуемого района.

Таким образом, оценка результатов моделирования показала, что в зоне обслуживания телевизионной сети DVB - T2 могут возникнуть явные области теней при развертывании сетей LTE в диапазоне «цифровой дивиденда». В связи с этим следует обратить особое внимание на вопросы ЭМС при проектировании новых сетей LTE, так как невнимательное отношение к данному вопросу, может сказаться на качестве приема телевизионного и мобильного сигнала абонентом.

ОРГАНИЗАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ СЕТИ DVB-T2 В ГОРОДЕ ВЛАДИВОСТОКЕ

*Колесникова Наталья Евгеньевна, Логинов Павел Андреевич,
Тунеголовец Даниил Кириллович*

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Ломакин Александр Фёдорович, канд. геогр. наук, доцент

Ключевые слова: DVB-T2, цифровое телевидение, модель Лонгли–Райса, одночастотные сети.

Действующая сеть DVB-T2 г. Владивостока спроектирована и организована при заданных критериях процента ее охвата по местности и времени. Однако, существуют проблемы с качеством приема сигнала в некоторых районах города, связанных со сложным рельефом территории. Целью настоящей работы явилось исследование проблем приёма сигнала DVB-T2 в г. Владивостоке на 56 ТВ-канале (750-758 МГц), а именно пакета программ второго мультиплекса. Для достижения поставленной цели необходимо было:

- 1) провести анализ технических параметров одночастотной сети телевизионного вещания пакета программ второго мультиплекса г. Владивостока;
- 2) рассчитать зону покрытия ОЧС г. Владивостока и выявить проблемные зоны;
- 3) провести соответствующие расчеты и обосновать применение ретрансляторов для устранения проблемных зон ОЧС DVB-T2.

В настоящее время обслуживание населения на территории г. Владивостока пакетом программ второго мультиплекса DVB-T2 осуществляется тремя передатчиками, характеристики которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры передатчиков сети города Владивостока

Пункт установки	Широта (WGS 84) градусы	Долгота (WGS 84) градусы	ТВК	Мощность, кВт	Тип фидера	Длина фидера, м	Высота геометрического центра антенной системы, м	КУ антенны, дБд
Де-Фриз	043 15 57	131 58 37	56	0,1	AVA7-50	58	47,7	5,565
Владивосток	043 07 20	131 53 55	56	5	HJ9-50B	190	185,8	15,49
о.Русский	043 01 50	131 49 55	56	1	RF 2 1/4"-50	140	98	13,53

Заданное значение информационной скорости обеспечивает передачу 10 телевизионных программ, как при использовании режима статистического мультиплексирования, так и без его использования. В качестве длины защитного интервала выбрано значение 1/16 режима 32k extended. В этом случае длительность защитного интервала составляет 224 мкс, что соответствует предельно допустимому расстоянию между передатчиками 67 км. Ограничение значения защитного интервала величиной равной 1/16 значительно упрощает организацию работы синхронного режима цифровых передатчиков.

В таблице 2 приведены существующие параметры эфирного сигнала сети цифрового наземного вещания ЦНТВ второго частотного мультиплекса.

Таблица 2. Параметры эфирного сигнала сети ЦНТВ

Стандарт эфирного телевизионного вещания	DVB-T2
режим вещания	MPLP
вид модуляции	64QAM, без иерархии

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

продолжение таблицы 2

алгоритм коррекции ошибок	LDPC+VCH
скорость кодирования	4/5
размерность ДПФ	32k extended
защитный интервал	1/16 (224 мкс)
ширина спектра, МГц	7,77
шаблон пилот сигналов	PP4
информационная скорость цифрового потока, Мбит/с	33,29
стандарт кодирования видеосигналов	ITU-T H.264/MPEG-4 Part 10 AVC), MPEG-H Part 2 (HEVC/H.265)
стандарты кодирования звуковых сигналов	MPEG-1 Layer 1 (ISO/IEC 11172-3), MPEG-2 AAC (ISO/IEC 13818-7), MPEG-4 HE-AAC (ISO/IEC 14496-3), Dolby Digital (AC-3, ATSC A/52), Dolby Digital Plus (DD+ lub E-AC-3)
количество звуковых каналов ТВ программе	2 (стерео)

Уровень медианной напряженности поля определяется по параметрам сети из таблицы, приведённой в приложении В5 в Приложении №2 к решению ГКРЧ от 16 октября 2015 г. №15-35-04 [2]. Фрагмент этой таблицы представлен в таблице 3 для исследуемого телевизионного канала.

Таблица 3. Табличные значения минимальной медианной напряженности поля для режима 64QAM 4/5 PP4 32k ext GI = 1/16 (блок LDPC длиной 64 800 бит).

№ ТВ-диапазона	№ ТВ канала	Центр. частота, МГц	Гаусс	Райс	Релей
V	56	754	54,9	55,5	58,2

Для условий фиксированного приема используется предположение о распространении радиосигнала в канале Гаусса. По таблице 3 видно, что при частоте 754 МГц $E_{\text{мед}} = 54,9$ дБ, однако, данное значение соответствует вероятности охвата 50%. Для приема в случае вероятности охвата 95% [1] к найденному значению $E_{\text{мед}}$ необходимо прибавить 9 дБ, что даст, в результате, значение медианной напряженности в 63,9 дБ.

Рассмотрим способы расчета зон обслуживания ТВ передатчиков, среди которых ограничимся статистической моделью Лонгли-Райса, которая наилучшим образом учитывает неоднородности рельефа города Владивостока. Модель Лонгли-Райса реализована в программном комплексе Radio mobile в совокупности с цифровой картой территории SRTM с разрешением в 3". Рассчитанная по этой модели зона обслуживания представлена на рисунке 1.

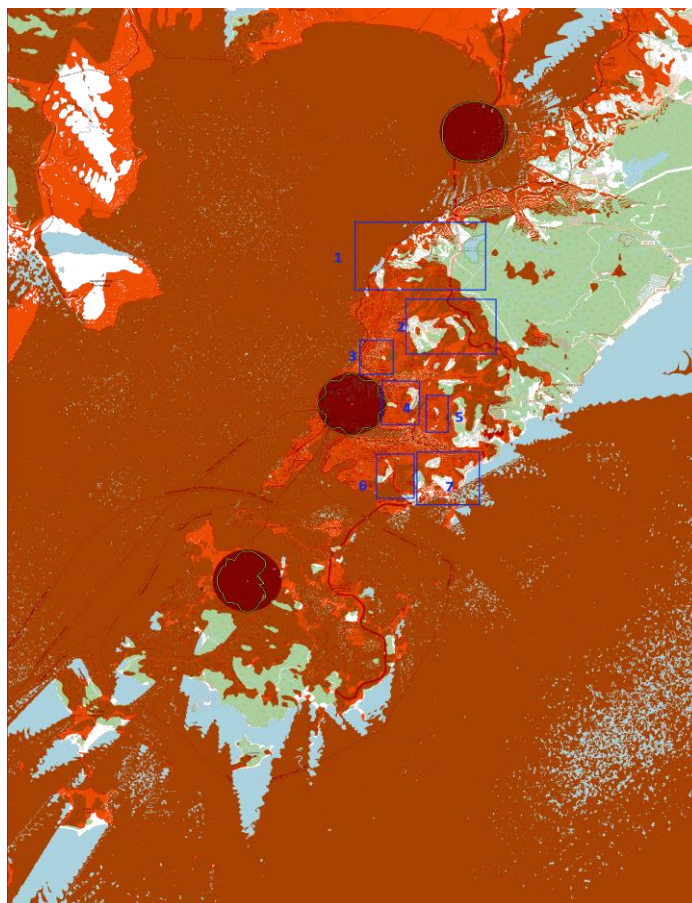


Рисунок 1. Зона охвата при мощностях: 100 Вт на Де-фризе, 5000 Вт на Орлиной сопке и 1000 Вт на Русском острове

Оранжевым цветом на рисунке обозначены области, где рассчитанный уровень цифрового сигнала сети DVB-T2 превышает требуемый для условий фиксированного приема, т.е. 63,9 дБмкВ/м.

В пределах городской застройки выявляются участки с уровнем сигнала ниже требуемого, это густозаселенные части города: улица Маковского (1), микрорайон Снеговая падь (2), в районе озера Чан (3), район парка Минный городок (4), микрорайон Стрелковая падь (5), район Восточной Верфи (6) и микрорайон Патрокл (7).

В ходе проведенного анализа было установлено, что зоны теней связаны с особенностями профиля трассы. Увеличение мощности не устраняет зоны теней. Также экспериментальным путем было определено, что снижение мощности излучения на о. Русский до 250 Вт и на сопке Орлиной до 2 кВт не приведет к существенному увеличению зон теней, однако, существенно снизит затраты на построение и обслуживание сети.

Международный опыт эксплуатации сетей DVB-T2 показал, что эту проблему чаще всего можно решить оптимизацией параметров вещания и грамотной синхронизацией приемных устройств, но в случае, когда рельеф является сложным, и настройка не дает результатов, приходится дополнительно устанавливать еще одну передающую станцию или ретранслятор. Установка ретрансляторов является предпочтительной, т.к. является экономически выгодной, особенно если зоны теней расположены далеко друг от друга.

Предлагается использовать ретрансляторы R&S@TLU9 компании «RONDE&SCHWARZ». Это семейство передатчиков с мощностью от 1 Вт до 200 Вт. Их основные параметры представлены ниже:

- полоса канала DVB-T2: 1,7/5/6/7/8 МГц;
- диапазон частот: 470–790 МГц (790–862 МГц по запросу);
- напряжение питания: 100–240 В ± 10 %, 2 провода + защитное заземление (L1/N/PE), 50–60 Гц ± 5 %;

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

- опорная частота: 10 МГц, от 0,1 В до 5 В (Vразмах) или TTL, BNC
- встроенный термостатированный кварцевый генератор компенсирует отсутствие опорных сигналов при прерывании их подачи на срок до 24 ч.

Для расчета уровня сигнала в точке приема в свободном пространстве (т.е. в зоне прямой видимости) используем формулу Введенского. По известным требуемым значениям напряженности поля определяется оптимальная мощность для ретранслятора.

$$E = \frac{\sqrt{30PRh}}{R} K F_{гор} F_{верт}, \quad (1)$$

где E – напряженность электромагнитного поля в вольтах на метр;

P – мощность передатчика в ваттах;

G – коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя (в размах);

h – высота передающей антенны над землей в метрах;

K – коэффициент кривизны земли. Обычно принимается равным 1,3;

$F_{гор}$ – ослабление передающей антенны в направлении на точку приема в горизонтальной плоскости относительно азимута максимального излучения.

$F_{верт}$ – то же самое для вертикальной плоскости.

Расчеты, выполненные по вышеназванной формуле, показывают, что мощности ретрансляторов для решения подобных задач не превысят 8 Вт, а в большинстве своем составляют 1-3 Вт. Полученные данные об оптимальных мощностях ретрансляторов использовались в дальнейшем для расчетов при ликвидации зон радиотеней. После выбора мест установки ретрансляторов и высот подвеса антенн была повторно рассчитана зона обслуживания ОЧС г. Владивостока, она представлена на рисунке 2. Видно, что уровень сигнала в бывших зонах радиотеней превышает минимальный требуемый уровень - 63,9 дБмкВ/м.

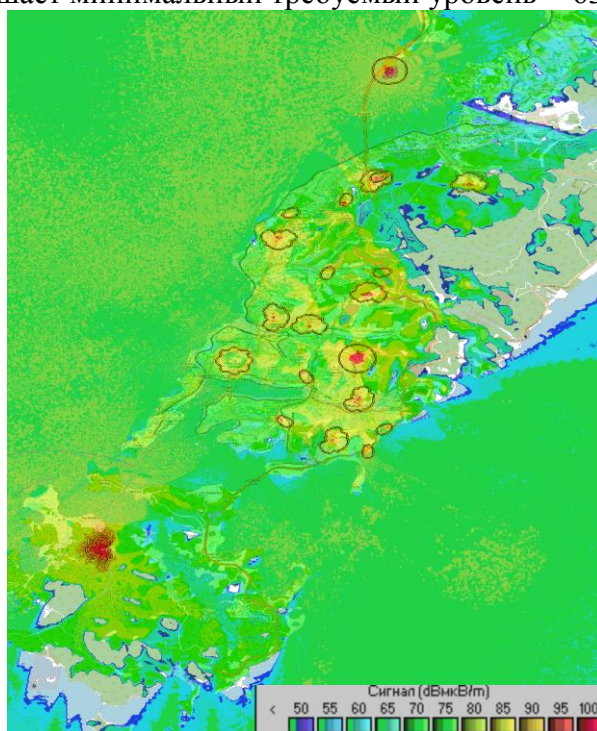


Рис. 2. Модернизированная зона обслуживания ОЧС г. Владивостока.

В заключение можно отметить, что для устранения существующих зон теней ОЧС г. Владивостока целесообразно использование маломощных (от 2 до 8 Вт) ретрансляторов, применение которых позволит создать необходимый уровень телевизионного сигнала в проблемных областях для условий фиксированного приема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р 54714-2011 «Телевидение вещательное цифровое. Наземное цифровое телевизионное вещание. Синхронизация одночастотных сетей. Общие технические требования

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

транспортных пакетов, соответствующих нескольким кадрам системы DVB-T» // Москва Стандартиформ – 2012г.

2. Решения ГКРЧ от 16 октября 2015 г. № 15-35-04 "Об утверждении методики определения зоны обслуживания одиночной передающей станции наземного цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T2 и методики определения зоны обслуживания одночастотной сети передающих станций наземного цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T2"

3. А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко. «Основы организации цифрового эфирного телевидения». Учебно-метод. пособие. — Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2017. — 117 с.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОТОКОЛОВ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Ли Павел Сергеевич

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Чусов Андрей Александрович, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Ключевые слова: телекоммуникационные протоколы, распределенные вычислительные системы, TCP, SCTP, UDP.

Введение.

В статье рассматриваются протоколы транспортного уровня TCP, UDP и SCTP модели OSI (Open Systems Interconnection), а также их основные проблемы в отказоустойчивости и надежности. Выбранные протоколы применяются сегодня повсеместно в приложениях, использующих передачу данных по сети.

Transmission Control Protocol (TCP)

Протокол TCP [5] обеспечивает гарантию доставки или недоставки сообщения по каналам связи. Для обеспечения этого стороны выполняют ряд специфических действий, рассмотренных ниже. Естественно, что их выполнение накладывает определенные издержки на эффективность системы, узлы которой коммутируют посредством TCP, и налагают определенные ограничения на область применимости TCP. Однако вместе с тем протокол обеспечивает больший контроль над соединением между сторонами, что делает его применимым в таких случаях, когда надежность передачи информации играет важную роль во взаимодействии приложений.

Протокол TCP требует предварительной установки соединения. Для обеспечения гарантии доставки данных протокол требует повторной отправки данных, если от получателя за заданное время не было получено подтверждения о прочтении сообщения. Поэтому в случае высокой вероятности потери сообщения в каналах связи производительность инфокоммуникационной системы резко снижается – в этих случаях может быть целесообразно использование протоколов, не обеспечивающий автоматизированный контроль целостности и гарантию доставки, но реализовывать эти функции на более высоких уровнях OSI вручную с использованием современных методов цифровой фильтрации и восстановления данных. Также хотелось бы отметить, что для установления соединения используется трехэтапное квитирование, вследствие чего имеется уязвимость, обусловленная выделением сервером ресурсов для установления нового соединения с фальшивым отправителем.

Ниже рассмотрим временные диаграммы установления соединения с сервером, передачи данных и завершения соединения.

На рисунке изображена временная диаграмма установления соединения по протоколу TCP (рис. 1) между сторонами А и В. В начальный момент времени сокет стороны TCP А закрыт, а сторона В, которая выполняет роль сервера, находится в состоянии ожидания запроса. В последующие 3 шага происходит тройное квитирование, которое заключается в том, что клиент отправляет запрос на соединения с сервером. TCP В в свою очередь отправляет TCP А ответ в котором подтверждается соединение, а также подтверждается получение запроса от клиента. Это говорит о дуплексной связи TCP, при использовании которой возможна пересылка служебных сообщений вместе с данными. Тройное квитирование использует несколько флагов в заголовке TCP протокола, которые на рисунке ниже обозначены как STL, номер сообщения SEQ и номер ожидаемого сообщения ACK.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

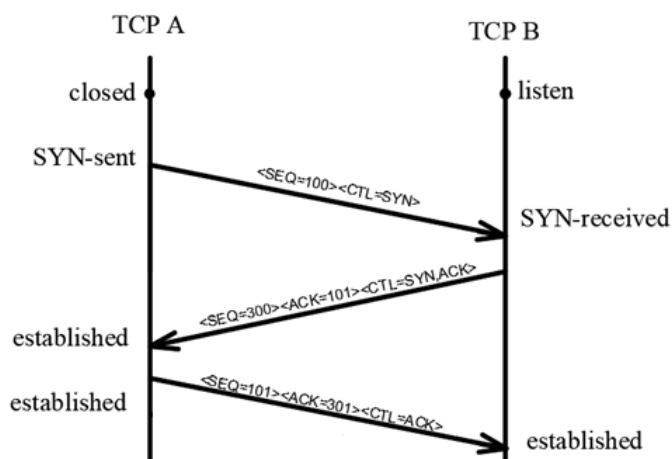


Рис. 1. Временная диаграмма установления соединения.

Ниже изображена временная диаграмма передачи данных от клиента серверу, что возможно, например, когда требуется загрузить данные в удаленное хранилище. Поскольку соединение установлено, то клиент А отправляет сегмент с данными (рис. 2). Сервер отвечает подтверждением о получении и ожиданием следующего сегмента данных.



Рис. 2. Временная диаграмма передачи данных протокола TCP.

На рисунке ниже рассматривается завершение соединения между клиентом и сервером. Когда сторона А завершила передачу данных в хранилище, она посылает серверу сообщение с флагом FIN. Сервер передает клиенту сегмент с флагами ответа ACK и FIN, и после того как клиент получит сообщение, он закрывает соединение и отправляет подтверждение серверу.

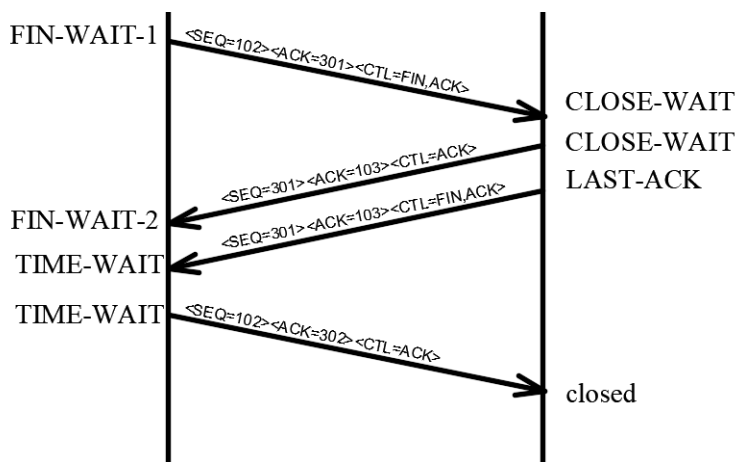


Рис. 3. Временная диаграмма завершения соединения.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Stream Control Transmission Protocol (SCTP).

Протокол SCTP [2] представляется совокупностью протоколов TCP и UDP (второй рассмотрен далее). Он берет лучшие качества каждого. Это надежный транспортный протокол, который обеспечивает стабильную передачу данных между двумя конечными узлами (подобно TCP). Кроме того, протокол обеспечивает сохранение границ отдельных сообщений (подобно UDP). Однако в отличие от протоколов TCP и UDP протокол SCTP имеет дополнительные преимущества, такие как поддержка множественной адресации и многопоточности, что делает его применимым в тех случаях когда требуется многопоточность и надежность, и чтобы не реализовывать эти функции над протоколом TCP возможно использование SCTP. Данный протокол транспортного уровня обеспечивает пересылку сообщений между клиентом и сервером, где соединение устанавливается заранее с помощью четырехэтапного квитирования.

Ниже изображена временная диаграмма установления соединения (рис. 4). Клиент начинает процедуру установления соединения посылкой пакета INIT. В ответ сервер посылает пакет INIT-ACK, который содержит уникальный ключ, идентифицирующий новое соединение (маркер). Затем клиент отвечает посылкой пакета COOKIE-ECHO, в котором содержится маркер, посланный сервером. Только после этого сервер выделяет свои ресурсы новому подключению и подтверждает это отправлением клиенту пакета COOKIE-ACK.

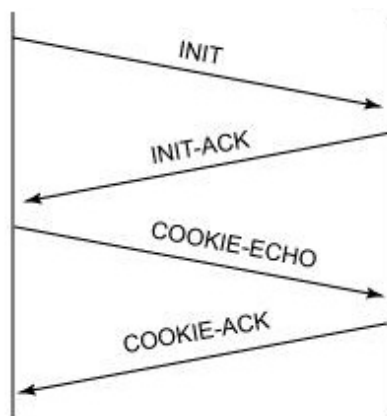


Рис. 4. Временная диаграмма установления соединения SCTP.

Пересылка данных по протоколу SCTP достигается путем использования DATA фрагмента и SACK (рис. 5), который подтверждает получение фрагментов DATA или информирует о том, что в последовательности принятых фрагментов DATA имеется разрыв. Периодически происходит обмен фрагментами HEARTBEAT для поддержания соединения между портами на действующих маршрутах между транспортными адресами.

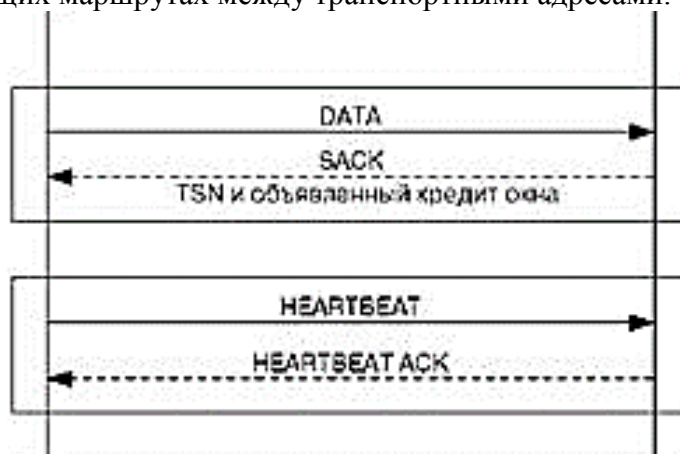


Рис. 5. Временная диаграмма передачи данных.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Когда узел закрывает свой сокет (посылает сообщение SHUTDOWN), оба корреспондента должны прекратить передачу данных, при этом разрешается лишь обмен пакетами, подтверждающими прием ранее отправленных данных. На рисунке изображена временная диаграмма завершения соединения (рис. 6). Левый узел отправляет сообщение SHUTDOWN, правый узел отвечает подтверждением SHUTDOWN-ACK и уведомлением о получении сообщения, и соединение закрывается.

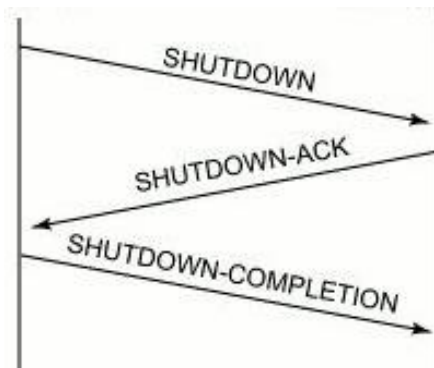


Рис. 6. Временная диаграмма прекращения соединения.

User Datagram Protocol (UDP)

Протокол UDP [4] по сравнению с ранее рассмотренными протоколами ничего не гарантирует и не устанавливает соединение, но обеспечивает эффективную и быструю передачу данных. Для обеспечения этого в заголовок протокола (рис. 7) закладывается лишь самая важная информация, такая как порт источника, порт назначения, контрольная сумма и сами данные. Конечно, в связи с этим возникают обстоятельства, в которых надежные протоколы справляются лучше. Например, при низкой пропускной способности сети надежные протоколы способны контролировать скорость передачи данных, что предотвращает перегрузку сети. Но также существуют задачи, для которых отлично подходит протокол UDP, например стриминговый просмотр видео или сетевые игры. Эти задачи обусловлены тем, что потеря одного или нескольких информационных пакетов в конечном итоге ничего не изменят.

Протокол UDP использует простую модель передачи датаграмм, где связь достигается путём передачи информации в одном направлении от источника к получателю без проверки готовности или состояния получателя.

По сравнению с другими протоколами UDP выигрывает в отсутствие установления соединения, так как оно занимает время, которое могло бы быть выделено для передачи полезных данных. [3]

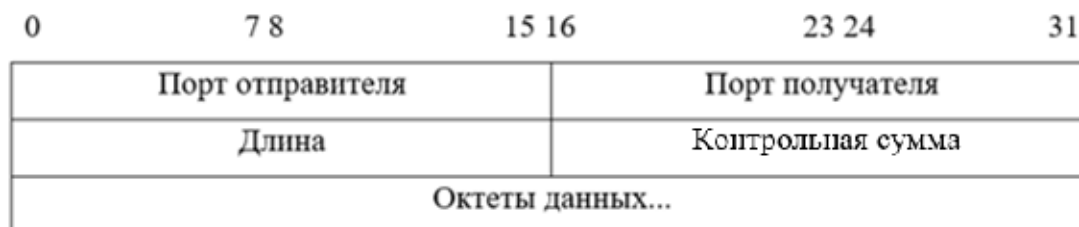


Рис. 7. Формат заголовка UDP.

Можно сказать, что рассмотренные протоколы взаимодействия имеют свои слабые и сильные стороны, которыми пользуются разработчики вычислительных систем для четкого определения критерия эффективности системы в контексте задачи, которую она будет ре-

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

шать. Так же можно отметить, что существует множество других методов коммуникаций вычислительных систем, которые были построены на основе рассмотренных протоколов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.В.Лейкин «Протоколы транспортного уровня UDP, TCP и SCTP: достоинства и недостатки» [Статья] – URL: <http://niits.ru/public/2013/2013-007-pp.pdf>

2. RFC 3286 — An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP) [Электронный ресурс] – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc3286>.

3. Иван Семин «Чем отличается протокол TCP от UDP, простым языком» [Электронный ресурс] – URL: <http://pyatelistnik.org/chem-otlichaetsya-protokol-tcp-ot-udp/>

4. RFC 768 – User Datagram Protocol (UDP) [Электронный ресурс] – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc768>

5. RFC 793 – Transmission Control Protocol (TCP) [Электронный ресурс] – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc793>

СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРАМИ ПРИ
ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Литвин Александр Владимирович

Инженерная школа; кафедра автоматизации и управления

Научные руководители: Кацурин Алексей Анатольевич, канд. техн. наук, доцент

Юнг Борис Николаевич, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: транскраниальная магнитная стимуляция, манипулятор, согласованное управление, Matlab.

Транскраниальная магнитная стимуляция является неинвазивным методом стимуляции коры головного мозга. Во время процедуры магнитную катушку помещают на скальп пациента. Магнитное поле проникает в череп, а индуцированный этим полем электрический ток активизирует нейроны в стимулируемой области. Этот эффект используется как для изучения устройства и работы мозга так и для стимуляции его активности в терапевтических целях [1].

Применению роботов для ТМС посвящено большое количество работ. В роботизированных системах магнитная катушка помещается непосредственно на голову пациента роботом [2]. Постоянное отслеживание положения головы позволяет роботу автоматически установить катушку ТМС на участке стимуляции в необходимое положение с правильной в отношении черепа ориентацией [3]. После достижения целевой точки изменения положения точки стимуляции компенсируются соответствующими движениями роботов, сохраняя высокую точность позиционирования во время лечения, как это было впервые предложено в [4].

Постановка задачи

В работе предлагается способ позиционирования двух индукторов и рассмотрена их «зеркальная» ориентация относительно стимулируемой точки. В процессе ориентированного движения индукторов стимулируемая точка находится под действием магнитного поля постоянно, в то время как окружающие область стимуляции ткани подвергаются переменному влиянию стимулирующих полей, тем самым достигается направленность и локализация стимулирующего воздействия.

Рассматриваемая система представляет собой два идентичных друг другу робота-манипулятора с шестью степенями свободы. Первый манипулятор является ведущим и перемещает индуктор по заданной траектории, лежащей на поверхности сферы выбранного радиуса, ориентируясь относительно точки симметрии внутри нее. Второй манипулятор - ведомый, то есть его положение и ориентация в каждый момент времени зависят от текущего положения первого робота. Конфигурация индукторов, которыми снабжены рабочие органы манипуляторов, выполнена таким образом, чтобы созданное между ними магнитное поле было однородным или близким к однородному.

Определение ориентации индукторов

В работе полагается, что стимулируемая область и траектория движения для ведущего робота формируется программно, и выбирается в зависимости от конкретных терапевтических целей. Вектор ориентации рабочего органа рассчитывается с помощью точки симметрии внутри черепной коробки, относительно которой происходит позиционирование. Положение и ориентация рабочего органа второго робота рассчитывается относительно этой же точки симметрии с учетом положения первого робота.

Расположение рабочих органов на сфере относительно точки представлено на рис. 1. На этом рисунке введены следующие обозначения: $P_1(x_1, y_1, z_1)$ – точка, характеризующая положение рабочего органа ведущего манипулятора; $S(x_0, y_0, z_0)$ – точка симметрии, относительно которой определяется ориентация рабочего органа первого манипулятора, а также положение и ориентация рабочего органа второго манипулятора; $C(x_c, y_c, z_c)$ – точка, опре-

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

деляющая центр сферы; $P_2(x_2, y_2, z_2)$ - искомая точка, характеризующая положение рабочего органа ведомого манипулятора.

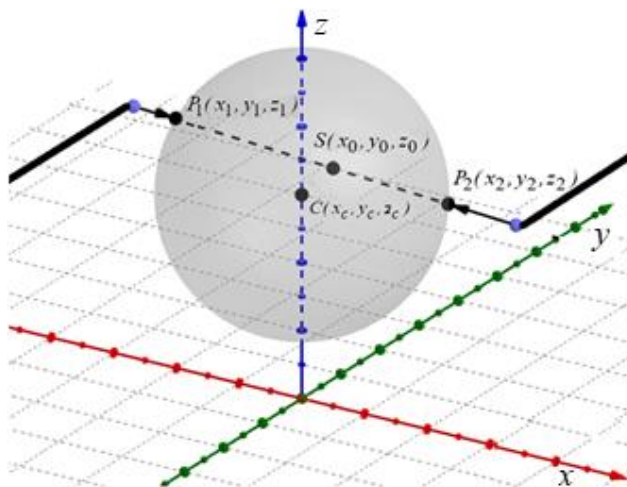


Рис. 1. Ориентация рабочих органов робота на сфере относительно точки симметрии.

Получим параметрические уравнения прямой соединяющей характерные точки манипуляторов, которые устанавливают неявную зависимость между абсциссами, ординатами и аппликатами точек прямой с помощью параметра t :

$$\begin{cases} x = v_1 \cdot t + x_0 \\ y = v_2 \cdot t + y_0 \\ z = v_3 \cdot t + z_0 \end{cases} \quad (1)$$

где x, y, z – координаты произвольной точки принадлежащей прямой (искомые координаты точки определяющей положение второго манипулятора); x_0, y_0, z_0 – известные координаты точки, принадлежащей этой прямой (координаты точки симметрии $S(x_0, y_0, z_0)$); v_1, v_2, v_3 – координаты направляющего вектора прямой $v(v_1, v_2, v_3)$; t – задающий параметр.

Если известны две точки, принадлежащие прямой, то направляющий вектор может быть получен как разность координат соответствующих точек. Первой известной точкой выступает текущее положение рабочего органа робота, второй – точка симметрии.

$$v = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 - x_1 \\ y_0 - y_1 \\ z_0 - z_1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

С учетом (2) параметрические уравнения (1) примут вид:

$$\begin{cases} x = (x_0 - x_1) \cdot t + x_0 \\ y = (y_0 - y_1) \cdot t + y_0 \\ z = (z_0 - z_1) \cdot t + z_0 \end{cases} \quad (3)$$

где x_1, y_1, z_1 – координаты точки $P_1(x_1, y_1, z_1)$.

Уравнение сферы в пространстве имеет вид:

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 + (z - z_c)^2 = r^2, \quad (4)$$

где x_c, y_c, z_c – координаты точки центра сферы $C(x_c, y_c, z_c)$; x, y, z – координаты точек поверхности сферы.

Путем подстановки параметрических уравнений прямой (3) в уравнение сферы (4) можно получить выражения для определения параметров t уравнений (1) для точек пересечения прямой и сферы.

$$r^2 = (((x_0 - x_1) \cdot t + x_0) - x_c)^2 + (((y_0 - y_1) \cdot t + y_0) - y_c)^2 + (((z_0 - z_1) \cdot t + z_0) - z_c)^2. \quad (5)$$

Выражения для определения координат точки $P_2(x_2, y_2, z_2)$ можно найти путем подстановки полученного параметра t в параметрические уравнения прямой (3):

$$\begin{aligned} x_2 &= (x_0 - x_1) \cdot \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + x_0, \\ y_2 &= (y_0 - y_1) \cdot \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + y_0, \\ z_2 &= (z_0 - z_1) \cdot \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + z_0, \end{aligned} \quad (6)$$

где a, b, c - коэффициенты квадратного уравнения:

$$\begin{aligned} a &= x_0^2 - 2x_0x_1 + x_1^2 + y_0^2 - 2y_0y_1 + y_1^2 + z_0^2 - 2z_0z_1 + z_1^2, \\ b &= 2x_0^2 - 2x_0x_1 - 2x_0x_c + 2x_1x_c + 2y_0^2 - 2y_0y_1 - 2y_0y_c + 2y_1y_c + z_0^2 - 2z_0z_1 - 2z_0z_c + 2z_1z_c, \\ c &= x_0^2 - 2x_0x_c + x_c^2 + y_0^2 - 2y_0y_c + y_c^2 + z_0^2 - 2z_0z_c + z_c^2 - r^2. \end{aligned}$$

Единичный вектор ориентации рабочего органа $a_1 = [a_{1x}, a_{1y}, a_{1z}]^T$ определяется как нормированный вектор соединяющий текущее положение рабочего органа с точкой симметрии и рассчитывается следующим образом:

$$a_1 = \begin{bmatrix} a_{1x} \\ a_{1y} \\ a_{1z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{(x_1 - x_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}} \\ \frac{(y_1 - y_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}} \\ \frac{(z_1 - z_0)}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Вектор ориентации для второго манипулятора в абсолютной системе координат рассчитывается аналогично.

Точка симметрии, относительно которой происходит ориентация может быть расположена в любой области внутри сферы и совпадать с её центром или же не совпадать с ним (рис. 2).

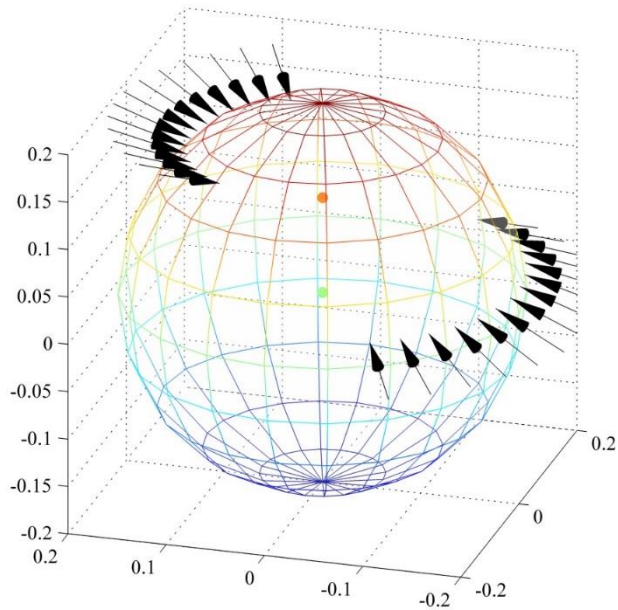


Рис. 2. Ориентация рабочих органов робота на сфере относительно точки симметрии, расположенной над ее центром.

Исследование ориентированного движения

Для проверки работоспособности предлагаемого в работе подхода сначала было выполнено математическое моделирование работы системы в пакете Matlab.

В дальнейшем были выполнены экспериментальные исследования на реальном оборудовании. Для этого был использован робот KUKA Argulus KR6 sixx (рис. 3) с установленным пакетом KUKA RobotSensorInterface (RSI) и ПК с установленным программным обеспечением Matlab Simulink.

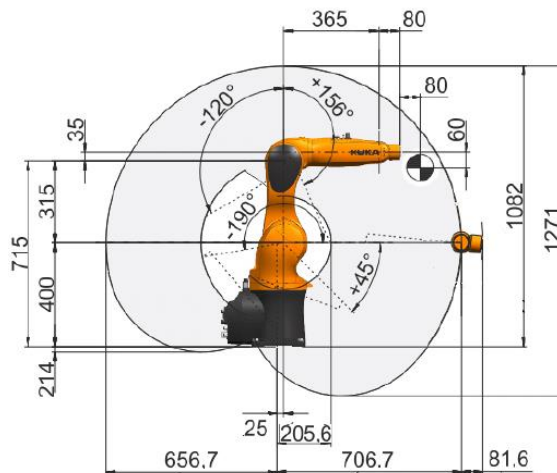


Рис. 3. Робот KUKA KR6 sixx и его рабочая зона.

Траектория движения при моделировании была задана как полуокружность, а ориентация рабочего органа робота на сфере была определена согласно соотношению (7). При движении робота из его исходного положения к точке начала траектории необходимо учесть, как расположение сферы, так и запрет на ее пересечение по условиям безопасности. Для реализации закона движения выбрана аппроксимация пути параметрическими кривыми, а именно, кривыми Безье третьего порядка [5].

На рисунке 4 представлен график изменения отклонения положения рабочего органа робота от желаемого положения во время движения по траектории. В моменты времени от t_1

до t_2 происходит подход рабочего органа к началу траектории ориентированного движения на сфере, от t_2 до 35 с – движение по поверхности сферы. Как видно из графика, отклонение рабочего органа во время движения не превышает 0.5 мм, что находится в пределах динамических смещений головы пациента, вызванных эффектами баллистокардиографии.

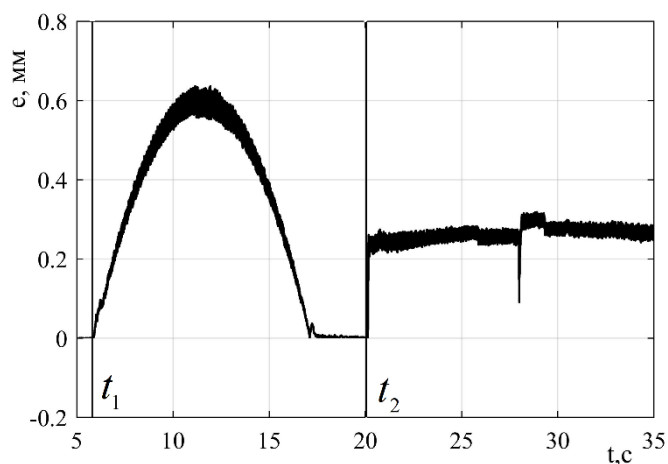


Рис. 4. Отклонение положения рабочего органа робота.

Заключение.

В работе был рассмотрен способ ориентированного движения двух роботов манипуляторов по траектории, лежащей на поверхности сферы для решения задачи точной транскраниальной магнитной стимуляции. Получены соотношения для определения начального положения и ориентации рабочих органов манипуляторов, обеспечивающих требуемую точность позиционирования, находящуюся в заданных пределах, вызванных естественными физиологическими процессами, в том числе и эффектами баллистокардиографии. Полученные соотношения исследованы при движении промышленного манипулятора KUKA KR6 sixx. Предложенный подход к формированию ориентированного движения двух манипуляторов может быть использован для точного позиционирования индукторов при проведении транскраниальной магнитной стимуляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Eldaief M.C., Press D.Z., Pascual-Leone A., Transcranial magnetic stimulation in neurology A review of established and prospective applications // Neurology: Clinical Practice. 2013. 3(6), P. 519–526.
2. Matthäus, L. A robotic assistance system for transcranial magnetic stimulation and its application to motor cortex mapping. Ph.D. thesis, Universität zu Lübeck. 2008.
3. Matthäus, L., Trillenberg, P., Bodensteiner, C., Giese, A., Schweikard, A. Robotized TMS for motion compensated navigated brain stimulation // Computer assisted radiology and surgery (CARS), 20th international congress. Osaka, Japan.
4. Schweikard, A., Glosser, G., Bodduluri, M., Murphy, M.J., Adler J.R. Jr. Robotic Motion Compensation for Respiratory Movement during Radiosurgery // J. Comput. Aided Surg. 2000. 5(4). P. 263–277.
5. Zha X. F., Chen X. Q. Trajectory coordination planning and control for robot manipulators in automated material handling and processing // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. June 2004, Volume 23, Issue 11–12. P. 831–845.

ВИРТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ

Панфилов Александр Павлович

Инженерная школа; кафедра приборостроения

Научный руководитель: Горовой Сергей Владимирович, доцент

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты(БПЛА), система автоматического управления(САУ), микроконтроллер, графическая среда разработки.

Целью исследования является разработка и анализ систем управления беспилотными летательными аппаратами на основе микроконтроллеров и графических сред разработки, таких как LabView.

Введение. В настоящее время растет необходимость использования автономных робототехнических систем. Основными задачами, таких систем, являются: разведка, патрулирование, съемка и т.п. Однако проектирование данных систем очень сложный процесс. И для упрощения этого процесса необходимы эффективные системы компьютерного моделирования. Графические среды разработки наиболее удобны и понятны, и именно поэтому их стоит использовать, при моделировании. Данная работа посвящена разработке программы для создания моделей беспилотных аппаратов.

Формальная постановка задачи. Допустим, что нам необходимо разработать модель беспилотного летательного аппарата, например квадрокоптера. Для этого необходимо разобраться в его устройстве. В состав разрабатываемого нами квадрокоптера должны входить: полетный контроллер, четыре бесколлекторных двигателя с регуляторами оборотов для каждого двигателя, источник питания, приемник.

Для построения такого квадрокоптера была создана модель в SketchUp, рис.1.

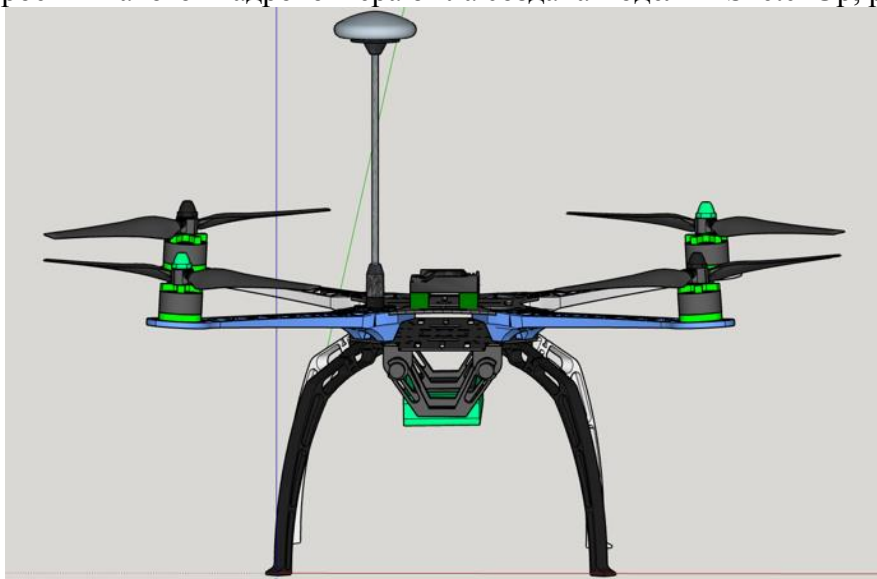


Рис. 1. Модель квадрокоптера в SketchUp.

На основе данной модели были выбраны следующие материалы, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Материалы для построения квадрокоптера.

ArduPilot Mega или APM	Arducopter v2.8
Двигатели	Readytosky RS 2212-920kv
Регуляторы оборотов	Readytosky SIMONK30A
Приёмник	Flysky FS-ia6b
Источник питания	ZOP Power 11.1V 3300MAH 3S 35C Lipo Battery XT60 Plug
GPS модуль	G-model UBLOX NEO-7M

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Полетный контроллер ArduPilot Mega является полноценным решением БПЛА (Беспилотного Летающего аппарата UAV), который позволяет помимо радиоуправляемого дистанционного пилотирования - автоматическое управление по заранее созданному маршруту, т.е. полет по точкам, а так же обладает возможностью двухсторонней передачей телеметрических данных с борта на наземную станцию (телефон, планшет, ноутбук, DIY) и ведение журнала во встроенную память.

Он основан на автопилоте APM 2.x, разрабатываемым сообществом DIY Drones и базирующийся на open-source проекте, позволяющий превратить любой аппарат в автономное средство и эффективно использовать его не только в развлекательных целях, но и для выполнения профессиональных проектов.

Маленькие качественные высокооборотистые двигатели Readytosky RS 2212-920kv подходят как для небольших самолетов, так и для коптеров. Скорость вращения 2300 оборотов на вольт. Два мотора прямого вращения и два обратного.

Регуляторы Readytosky SIMONK30A имеют внутри программный и аппаратный фильтры, сглаживающий реакцию на резкие скачки управляющего воздействия. Принцип стабилизации мультироторных аппаратов основан на изменении тяги каждого ротора в отдельности. Чем более отзывчив будет регулятор, тем лучше будет стабилизация, меньше колебания, и т.п.

Flysky FS-ia6b 6-канальный приемник отлично подходит к любой модели квадрокоптера. Дальностью приема и передачи более 500 метров.

GPS модуль с встроенным компасом помогут квадрокоптеру ориентировать в пространстве и идти по проложенному курсу.

Подзадача разработки системы управления в Labview. Для решения данной подзадачи предлагается программа для управления двигателями квадрокоптера, представленная на рис.2. и рис.3.

Представленная программа позволяет генерировать сигнал управления несколькими двигателями в режиме реального времени. Программа была испытана и работает с любыми двигателями, что делает ее очень универсальной. Она очень проста и может использоваться в учебных целях.

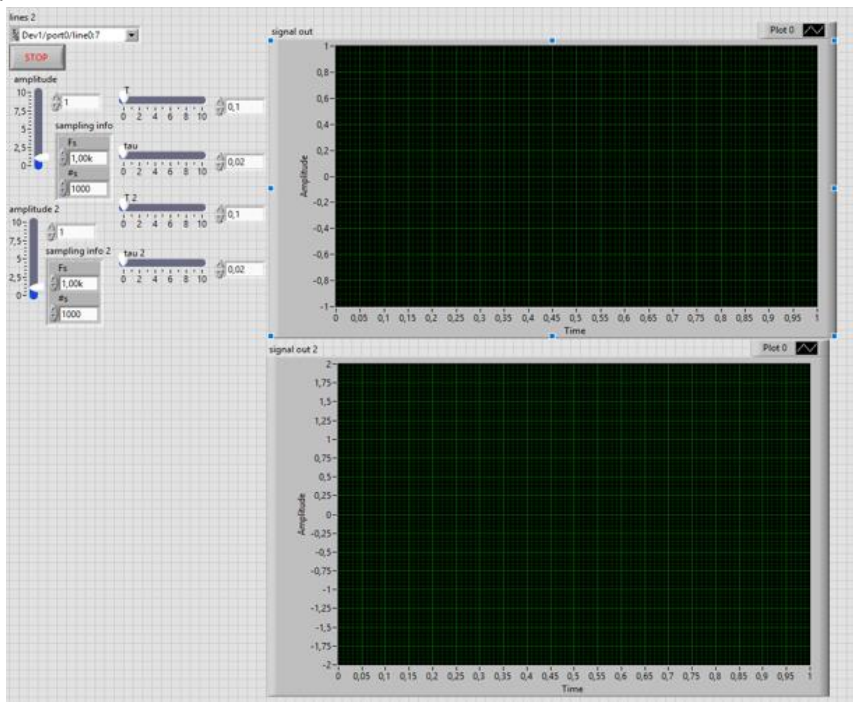


Рис. 2. Система управления двигателями квадрокоптера. Лицевая панель.

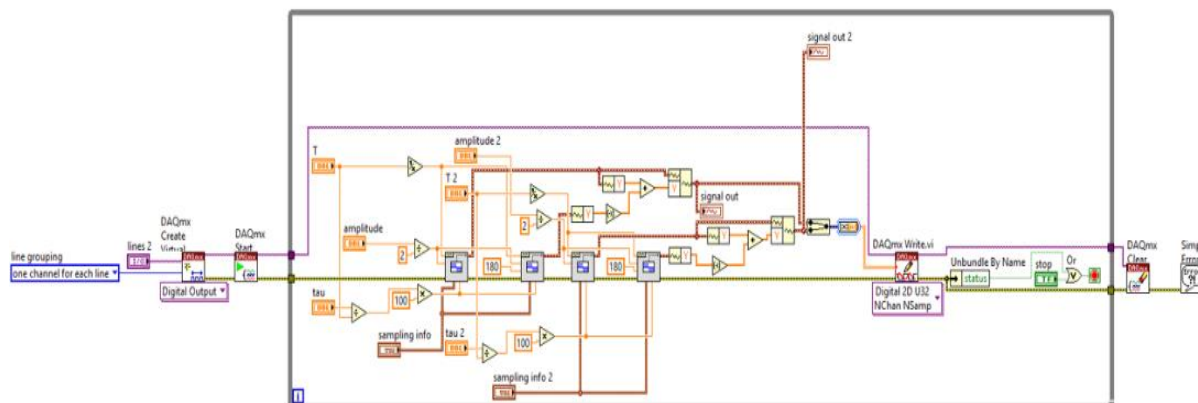


Рис. 3. Система управления двигателями квадрокоптера. Схема устройства.

Заключение. Резюмируя изложенное, можно сделать следующие выводы.

Предложенная в работе виртуальная система очень простая и понятная, что делает ее очень удобной для разработки таких сложных систем как беспилотные аппараты. Данная система позволит разработчику, не углубляясь в тонкости программирования, создать летательный, наземный или подводный аппарат.

На данный момент виртуальная система моделирования беспилотных аппаратов еще находится на стадии разработки, но уже показывает себя, как очень удобный инструмент моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чжо Мьян Ту “Моделирование системы автоматического управления квадрокоптером на основе Л1 адаптивного управления” // Интернет-журнал “Науковедение” Том 9, №6 (2017)
2. Кузнецов С.В. “Адаптивное управление квадрокоптером в скользящем режиме” // ВКР СПбГЭТУ, 2016 г.
3. Ян Дунхао Система управления движением квадрокоптера // ВКР СПбГЭТУ, 2017
4. Д. А. Никитин, “Адаптивная система управления квадрокоптером на основе кватернионной модели вращений”, УБС, 69 (2017), 76–101
5. А. А. Пыркин, Т. А. Мальцква, Д. В. Лабадин, М. О. Суров, А. А. Бобцов “Синтез системы управления квадрокоптером с использованием упрощенной математической модели ” // 2012
6. Ле Ван Туан “ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ LABVIEW ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ САР” // Томский политехнический университет, 2015 г.
7. В.Ф. Петров, А.А. Барунин, А.И. Терентьев “Модель системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом” // Тульский государственный университет, 2014 г.
8. К.С. Яковлев, А.В. Петров, В.В. Хитько “Программный комплекс навигации и управления беспилотными транспортными средствами” // Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук (Москва), 2013.-11 с.
9. В. П. Легостаев, Е. А. Микрин, История создания систем управления космических аппаратов, Автомат. и телемех., 2013, выпуск 3, 15–37.
10. И.М. Комаров, К.В. Епишин, Д.В. Зернюков, Д.Б. Изюмов, Е.Л. Кондратюк “Зарубежный опыт создания систем управления беспилотными летательными аппаратами, предназначенных для решения задач обеспечения действий военно-морских сил” // Иноватика и экспертиза, 2017, выпуск 1(19), 193-203.
11. А.А. Гоголев “Полунатурное моделирование беспилотных летательных аппаратов типа мультикоптер” // Труды МАИ, 2017, выпуск 92
12. Prof. Dr. Christoph Ament. Robotics and Autonomous Systems // 2015 Published by Elsevier B.V. – 2015. – № 2. – С. 1-2.

13. Lorenzo Migliorinia, Tommaso Santaniello, Yunsong Yana, Cristina Lenardia, Paolo Milani 0925-4005/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved. – 2016. – 0925-4005– C. 758-766.
14. Eleni Kelasidi, Pal Liljebäck, Kristin Y. Pettersen, and Jan Tommy Gravdahl. *IEEE Robotics and Autonomous Systems* // 2015 Published by Elsevier B.V. – 2016. – 10.1109/MRA.2015.2506121– C. 44-62.
15. Chunfeng Yue, Shuxiang Guo, Liwei Shi *Microsyst. Technol // Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2015. – DOI 10.1007/s00542-015-2471-1– P. 831–840.
16. Stefano Mintchev, Raffaele Ranzani, Filippo Fabiani, Cesare Stefanini. *Towards docking for small scale underwater robots* // 2014 Published by The BioRobotics Institute, *Auton Robot*. – 2014. – DOI 10.1007/s10514-014-9410-3– C. 283–299.
- 17.[1] T. I. Fossen, *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*. Hoboken, NJ: Wiley, 2011.
18. E. Kelasidi, K. Y. Pettersen, J. T. Gravdahl, and P. Liljebäck, “Modeling of underwater snake robots,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics Automation*, Hong Kong, China, May 31–June 7, 2014, pp. 4540–4547.
19. P. Liljebäck, K. Y. Pettersen, Ø. Stavdahl, and J. T. Gravdahl, *Snake Robots: Modelling, Mechatronics, and Control*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, *Advances in Industrial Control*, 2013.
20. P. Liljebäck, K. Y. Pettersen, Ø. Stavdahl, and J. T. Gravdahl, “A review on modelling, implementation, and control of snake robots,” *Robot. Autonomous Syst.*, vol. 60, no. 1, pp. 29–40, 2012.
21. A. A. Transeth and K. Y. Pettersen, “Developments in snake robot modeling and locomotion,” in *Proc. 9th Int. Conf. Control, Automation, Robotics and Vision*, Singapore, Dec. 5–8, 2006, pp. 1–8.
22. J. Gray, “Studies in animal locomotion,” *J. Exp. Biol.*, vol. 10, no. 1, pp. 88–104, 1933.
23. S. Hirose, *Biologically Inspired Robots: Snake-Like Locomotors and Manipulators*. London, U.K.: Oxford Univ. Press, 1993.
24. Casbeer D.W. [et al.]. *Forest fire monitoring with multiple small UAVs* // *Proceedings of the 2005 American Control Conference*. – 2005. – P. 3530-3535.
25. Puri A., Valavanis K.P., Kontitsis M. *Statistical Profile Generation for Traffic Monitoring Using Real-time UAV based Video Data* // *Control & Automation, 2007. MED'07. Mediterranean Conference on. IEEE, 2007*. – P. 1-6.
26. Tonetti, S., Hehn, M., Lupashin, S., D'Andrea, R. *Distributed control of antenna array with formation of UAVs* // *In World Congress*. – 2011, August. – Vol. 18, No. 1. – P. 7848-7853.
27. S. Hirose and H. Yamada, “Snake-like robots [tutorial],” *IEEE Robot. Automat. Mag.*, vol. 16, no. 1, pp. 88–98, 2009.
28. R. Crespi, A. Badertscher, A. Guignard, and A. J. Ijspeert, “Amphibot I: an amphibious snake-like robot,” *Robot. Autonomous Syst.*, vol. 50, no. 4, pp. 163–175, 2005.
29. P. Liljebäck, K. Y. Pettersen, and Ø. Stavdahl, “A snake robot with a contact force measurement system for obstacle-aided locomotion,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics Automation*, Anchorage, AK, May 3–7, 2010, pp. 683–690
30. Acosta, G.G.; Calvo Ibanez, O.A.; Curti, H.J.; Rozenfeld, A.F. *Low-cost autonomous underwater vehicle for pipeline and cable inspections*. In *Proceedings of the Symposium on Underwater Technology and Workshop on Scientific Use of Submarine Cables and Related Technologies*, Tokyo, Japan, 17–20 April 2007; pp. 331–336.
31. Diercks, A.R.; Asper, V.L.; Highsmith, R.; Woolsey, M. *MIUST—Deepwater horizon oil spill response cruise*. In *Proceedings of the OCEANS, Seattle, WA, USA, 20–23 September 2010*; pp. 1–7.
32. Kaninski, C.; Crees, T.; Ferguson, J.; Forrest, A. *12 days under ice—an historic AUV deployment in the Canadian high arctic*. In *Proceedings of the 2010 IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles (AUV)*, Monterey, CA, USA, 1–3 September 2010; pp. 1–11.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В
СООТВЕТСТВИИ С ПЛАНАМИ БОКСА-БЕНКЕНА ДЛЯ РАСЧЕТА ДИАГРАММ
НАПРАВЛЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛИНЕЙНОЙ АНТЕННЫ**

Совкова Ольга Игоревна

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Стаценко Любовь Григорьевна, д-р физ.-мат. наук, профессор,

Ключевые слова: методика планирования эксперимента, трехуровневый план Бокса-Бенкена, факторы, диаграммы направленности.

Методика планирования эксперимента в соответствии с трехуровневыми планами Бокса-Бенкена является частным случаем полного факторного эксперимента формата 3^k (k – число варьируемых факторов). Данная методика обеспечивает минимальный объем эллипсоида рассеивания оценок параметров, минимизирует максимальную дисперсию в заданной области плана, обладает свойством ротатабельности и имеет наименьший определитель ковариационной матрицы. Свойство ротатабельности сводится к тому, что точки матрицы планирования подбираются с обеспечением одинаковой точности предсказания значений функций отклика и независимо от направления исследования. Выбранная методика позволяет провести математическо-статистическую обработку данных при варьировании трех факторов на трех уровнях варьирования, которые в закодированном виде выглядят как -1 , 0 и $+1$.

Общее число опытов по плану Бокса-Бенкина составляет:

$$N = 2 \cdot k \cdot (k - 1) + C_0 \quad (1)$$

где k – число варьируемых факторов; C_0 – число опытов в центре плана.

Ввиду того, что план Бокса-Бенкина почти ротатабельный, что дает возможность предсказывать значения функций отклика с дисперсией, почти одинаковой на равных расстояниях от центра плана, а это облегчает регрессионный анализ. Для математического анализа модели в центре плана проводятся повторные опыты и согласно рекомендациям, при количестве факторов $k=3$ необходимо провести три опыта в центре плана. Таким образом для методики в соответствии с планами Бокса-Бенкена необходимо провести всего 15 опытов при условии, что выбрано 3 варьируемых фактора.

Данная статья посвящена исследованию характеристики направленности акустической линейной антенны с использованием методики планирования эксперимента в соответствии с трехуровневыми планами Бокса-Бенкена. Эксперимент проведен на учебно-лабораторном стенде измерения характеристик направленности приемной антенны, состоящем из 4 равномерно распределённых микрофонов. Акустическая линейная антенна располагалась в заглушенной камере, поэтому область эксперимента определялась её размерами и составила от 500 Гц до 1000 Гц. При этом учитывалось, что диаграмму направленности снимают в дальней зоне. Полученные в результате натурального эксперимента значения были пронормированы и построены диаграммы направленности (ДН), которые представлены на рисунке 1. Ввиду того, что измеренные ДН имели сложную форму из-за наличия помимо главного лепестка заднего и боковых лепестков математически описать их одним уравнением с соблюдением высокой точности не представлялось возможным. Поэтому исследуемый интервал фактора, отвечающего за угол между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука, был разбит на 12 равных частей и к каждому полученному участку была применена методика планирования в соответствии с трехуровневыми планами Бокса-Бенкена. Поскольку согласно выбранной методике объем статистического материала мал, то требовалось неукоснительно соблюдать все требования методики планирования эксперимента для достижения высокой точности результата. Таким образом были выбраны 3 независимых друг от друга фактора, исходные данные варьируемых факторов приведены в таблице 1. Для каждого из факторов были выбраны свои интервалы варьирования.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Таблица 1. Исходные данные варьируемых факторов

Наименование факторов	Обозначение факторов	Интервалы варьирования $\pm I$	Уровни варьирования		
			-1	0	+1
φ – угол между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука, град	x_1	10	0	10	20
			15	25	35
			30	35	50
			45	55	65
			60	70	80
			75	85	95
			90	100	110
			105	115	125
			120	130	140
			135	145	155
			150	160	170
160	170	180			
d – расстояние между микрофонами, м	x_2	0,11	0,11	0,22	0,33
f – частота сигнала, Гц	x_3	250	500	750	1000

При планировании эксперимента в соответствии с планом Бокса-Бенкена в качестве математической модели, связывающей между собой параметр оптимизации и факторы, используется полином 2 степени, линейный полином невозможно использовать. Полином второй степени имеет вид:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_2 \cdot x_2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_3 \cdot x_3 + b_{33} \cdot x_3^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + b_{23} \cdot x_2 \cdot x_3. \quad (2)$$

Уравнение регрессии содержит коэффициенты, которые рассчитываются на основе составленных матриц планирования по формулам 3 – 6.

Значение свободного коэффициента – среднее арифметическое параметра оптимизации

$$b_0 = \frac{1}{3} \sum_{u=1}^3 y_0 = \frac{1}{3} \cdot (y_{13} + y_{14} + y_{15}). \quad (3)$$

Линейные коэффициенты 1-й степени

$$b_i = \frac{1}{8} \sum_{k=1}^{15} x_{iu} y_u, \quad (4)$$

где x_{iu} – кодированное значение фактора.

Квадратичные коэффициенты рассчитываются:

$$b_{ii} = \frac{1}{4} \sum_{u=1}^{15} x_{iu} y_u - \frac{1}{16} \cdot \left(\sum_{u=1}^{15} x_1^2 y_u + \sum_{u=1}^{15} x_2^2 y_u + \sum_{u=1}^{15} x_3^2 y_u \right); \quad (5)$$

Коэффициенты регрессии, характеризующие парное взаимодействие факторов:

$$b_{ij} = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^{15} x_{ik} x_{jk} y_k \quad \text{при } i \neq j \text{ и } i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

На основе рассчитанных коэффициентов были получены уравнения в закодированных переменных для каждого исследуемого участка. Полученные математические модели показывают взаимосвязь амплитуды принятой звуковой волны с такими факторами, как частота сигнала, расстояние между микрофонами и угол поворота. После определения коэффициентов модели проводится ее регрессионный анализ, который состоит в выполнении трех проверок: оценивается среднеквадратичная ошибка воспроизводимости эксперимента, ошибки в определении коэффициентов регрессии; проводится анализ значимости коэффициентов регрессии, проверяется гипотеза об адекватности полиномиальной модели со всеми значимыми

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

ми коэффициентами регрессии. Все уравнения регрессии прошли проверки. С целью сохранения высокой точности результатов статистически незначимые коэффициенты из уравнений не исключались. Для проведения дальнейшего анализа уравнения регрессии в закодированных переменных были раскодированы в соответствие с таблицей 2.

Таблица 2. Результат раскодированных факторов

Исследуемые участки	Факторы в раскодированном виде		
	x_1	x_2	x_3
0-20	$\frac{\varphi}{10} - 1$	$\frac{d}{0,11} - 2$	$\frac{f}{250} - 3$
15-35	$\frac{\varphi}{10} - 2,5$		
30-50	$\frac{\varphi}{10} - 4$		
45-65	$\frac{\varphi}{10} - 5,5$		
60-80	$\frac{\varphi}{10} - 7$		
75-95	$\frac{\varphi}{10} - 8,5$		
90-110	$\frac{\varphi}{10} - 10$		
105-125	$\frac{\varphi}{10} - 11,5$		
120-140	$\frac{\varphi}{10} - 13$		
135-155	$\frac{\varphi}{10} - 14,5$		
150-170	$\frac{\varphi}{10} - 16$		
160-180	$\frac{\varphi}{10} - 17$		

Для подтверждения того, что полученные математические модели могут с высокой точностью предсказывать направление дальнейших опытов, их надо сравнить с результатами натурального эксперимента. Значения, полученные по уравнениям регрессий, были пронумерованы и в одной системе координат построены ДН для натурального эксперимента и для рассчитанных значений (рисунок 2). Далее был произведен сравнительный анализ и установлено какой процент ошибки составляют значения, полученные по уравнению регрессии и по результатам натурального эксперимента. Для этого была рассчитана относительная погрешность. Согласно методики планирования эксперимента в соответствии с трехуровневыми планами Бокса-Бенкена было выполнено 156 однократных эксперимента. Поскольку любая методика требует повторения циклов проведенных экспериментов с целью повышения точности результатов и исключения статистической ошибки, то выполнено три таких цикла. По результатам расчета относительной погрешности было получено, что большая часть расчетов, а именно 78,3% находится в зоне высокой точности результатов (отклонение результатов от теоретического расчета менее 20%). В зоне средней точности (отклонение результатов менее 40%) находится 17,5% расчетов. В зоне низкой точности (отклонение результатов менее 69%) находится 4,2% результатов расчетов. Результаты, лежащие в зоне низкой точности связаны с сформированными боковыми лепестками и заднем. Учесть с высокой точностью их “всплески” при таком числе уравнений невозможно, а описывать полученные диаграммы направленности большим числом математических моделей не целесообразно.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

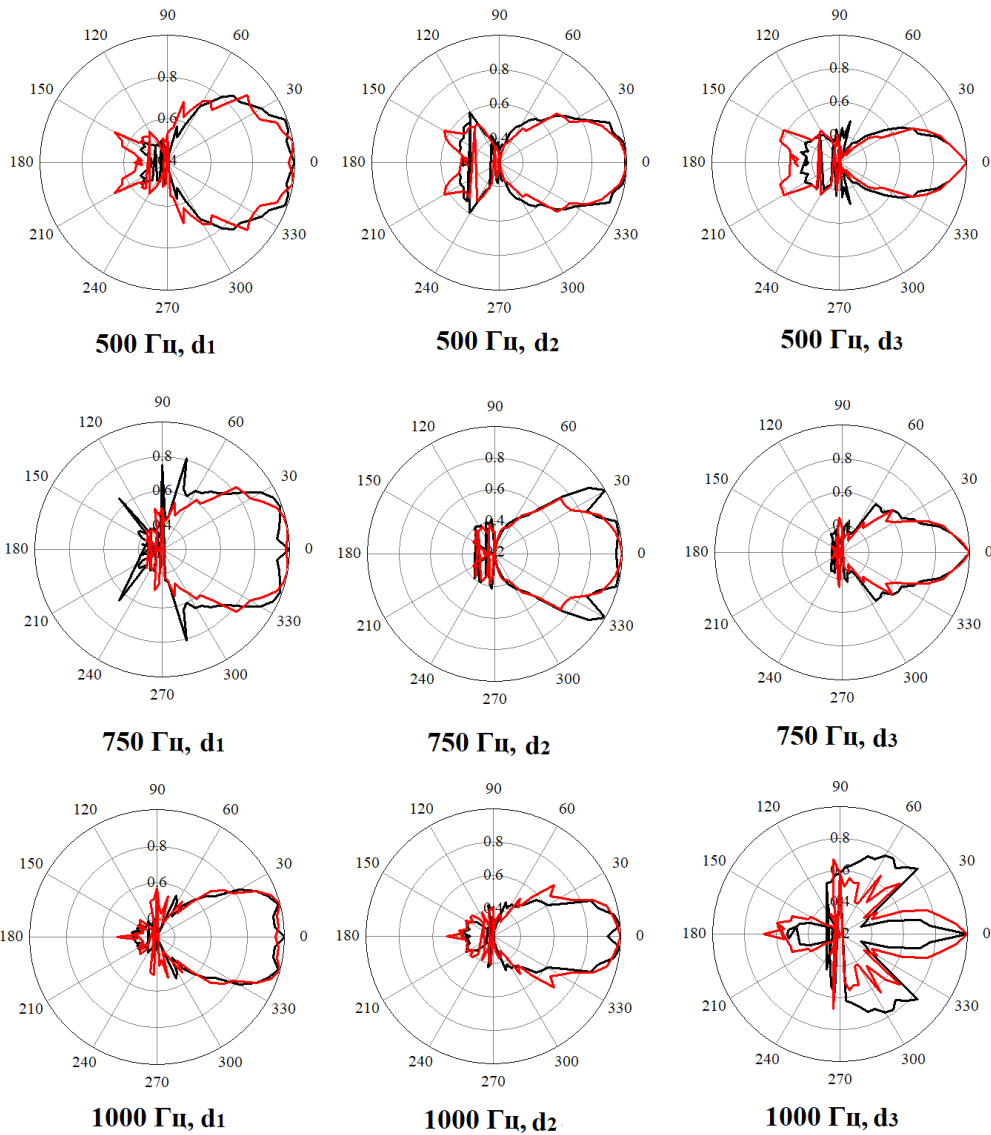


Рисунок 1. Диаграммы направленности, полученные в результате натурального эксперимента (черная линия) и в соответствии с трехуровневыми планами Бокса-Бенкена (красная линия).

Кроме того, была определена значимость факторов на исследуемых участках. Для этого построены графики (рисунки 3-5) зависимости амплитуды принятой звуковой волны от угла поворота по полученным уравнениям регрессий.

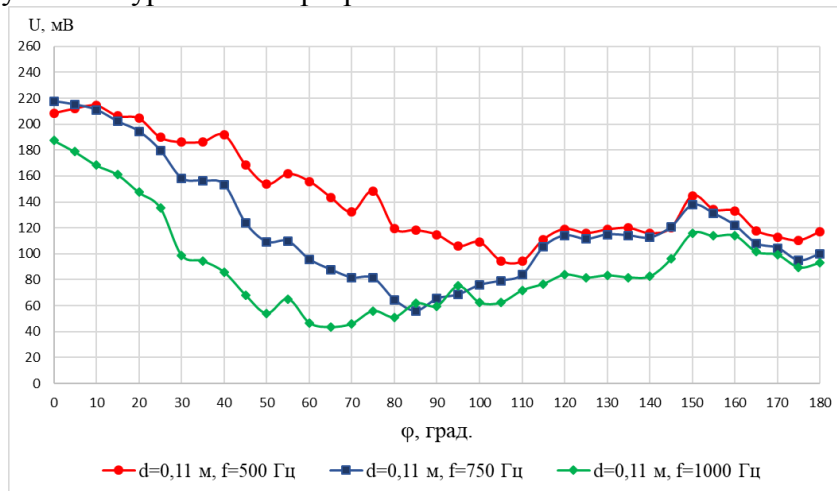


Рисунок 2. График зависимости амплитуды принятой звуковой волны в зависимости от угла прихода при расстоянии между преобразователями $d = 11$ см на различных частотах.

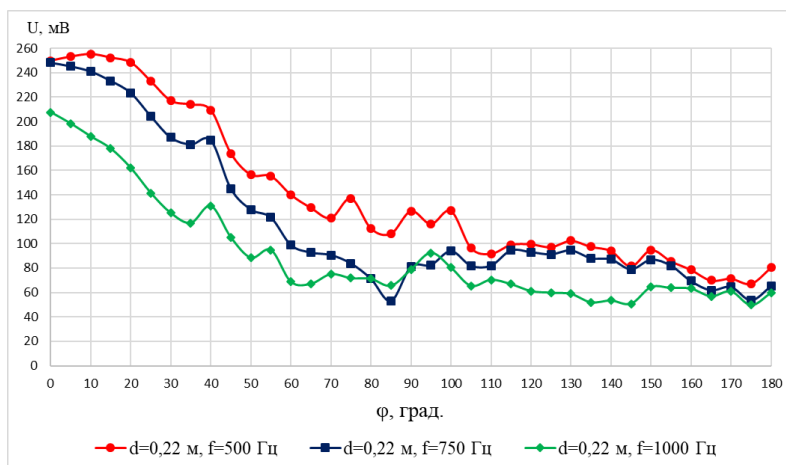


Рисунок 3. График зависимости амплитуды принятой звуковой волны в зависимости от угла прихода при расстоянии между преобразователями $d = 22$ см на различных частотах.

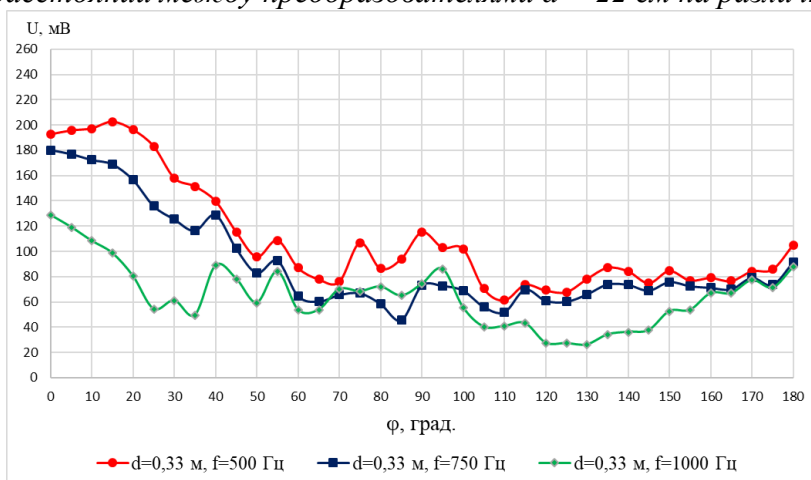


Рисунок 47. График зависимости амплитуды принятой звуковой волны в зависимости от угла прихода при расстоянии между преобразователями $d = 33$ см на различных частотах.

Рассчитав значимость факторов на исследуемых участках было получено, что фактор отвечающий за угол между рабочей осью микрофона и направлением на источник звука наибольшее влияние оказывает в момент формирования главного лепестка диаграммы направленности, боковых и заднего. Из полученных графиков можно заключить, что амплитуда принятой звуковой волны уменьшается с увеличением частоты сигнала. Пожалуй, самый неоднозначный график был получен при условии $d=0,33$ м и $f=1000$ Гц, так как в этом случае главный лепесток уже сформировался при 25 градусах и наблюдается высокий уровень боковых лепестков. Это скорее всего связано с тем, что линейка микрофонов располагалась близко к границе дальней зоны, в результате чего ДН была не полностью сформирована. Также можно отметить, что увеличение расстояния между элементами сопровождалось ростом излучения в направлении, перпендикулярном оси антенной решетки (главное направление излучения).

Проделанная работа, связанная с экспериментальным и математическим описанием диаграмм направленности, позволила предсказывать направление дальнейших опытов в пределах варьирования выбранных факторов. Согласно расчётам относительной погрешности, большая часть значений находится в зоне высокой точности. Также, в дальнейшем в рамках варьируемых факторов, не используя лабораторную установку можно оценивать характеристику направленности, остроту направленного действия, коэффициент концентрации, уровень боковых лепестков или остроту максимума, для любого расстояния между приемниками. Проведенные расчеты являются важными с точки зрения проектирования линейных акустических антенн, поскольку эквидистантные антенны применяются в авиационных радиогидроакустических буюх, позиционных якорных системах, буксируемых протяженных антеннах и т.д., и оценивать их энергетические характеристики.

ВИДЫ КОДЕКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПЕРЕДАЧУ ЗВУКА ПО BLUETOOTH

Старченко Кирилл Вадимович

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Надымов Алексей Владимирович, ст. преподаватель

Ключевые слова: аудиокодеки, цифровая обработка звуковых сигналов, Bluetooth, aptX, aptX-HD, LDAC, AAC, SBC.

С каждым днем беспроводные технологии все больше и больше становятся неотъемлемой частью нашей жизни. Уже сейчас невозможно представить наше существование без сотовой связи, которой пользуются более 80% населения, без Wi-Fi, к которому ныне способен подключиться любой современный гаджет, и благодаря которому мы можем обмениваться информацией, не используя лишние провода.

Многие из нас любят послушать музыку с телефона, но все мы до недавнего времени делали это посредством проводного подключения. Однако сейчас почти всем известна альтернатива – беспроводные наушники. При этом, Bluetooth-профили для передачи звука появились еще 15 лет назад, но популярностью они начали пользоваться совсем недавно [1, 2].

Для оценки работы алгоритма кодека важны три характеристики: пропускная способность, частота дискретизации, разрядность.

Пропускная способность – характеристика, показывающая соотношение количества проходящей информации через канал за единицу времени. Пропускная способность самого протокола Bluetooth 4.0 составляет всего 1 Мбит/с. Такая низкая скорость необходима для соблюдения небольшой энергозатратности радиомодуля. При этом, битрейт оцифрованного CD-аудио составляет 1,4 Мбит/с, хотя этот формат даже не является Hi-res [2].

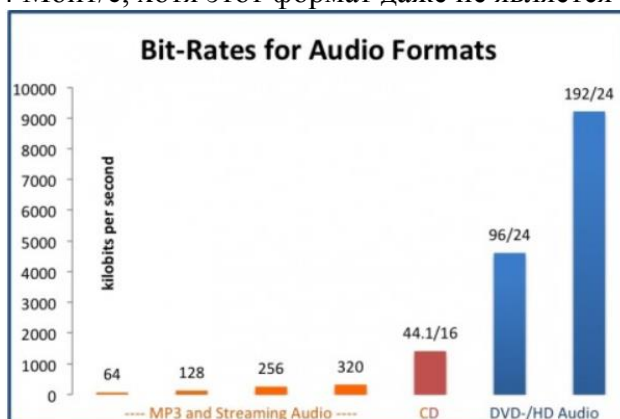


Рис. 1. Битрейт различных форматов аудио.

Частота дискретизации – величина, показывающая, на какое количество отрезков за одну секунду разбивается сигнал. Чем выше её значение, тем точнее будет восстановленный сигнал.

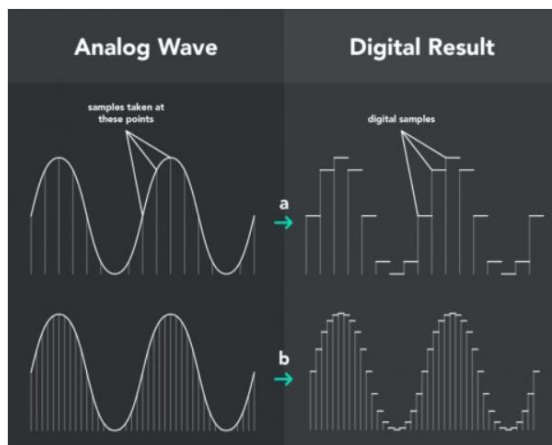


Рис. 2. Сравнение низкой и высокой частоты дискретизации.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Разрядность («битность») – показывает, сколько бит и уровней квантования необходимо для кодирования каждого отрезка. Для повышения качества аудио необходимо увеличивать не только разрядность, но и частоту дискретизации.

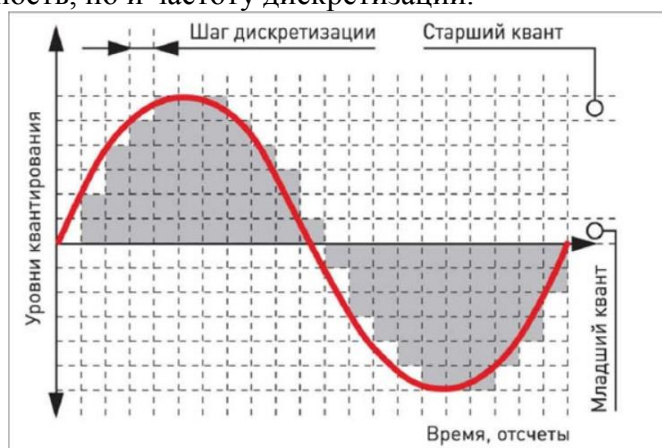


Рис. 3. Квантование аналогового сигнала.

Самый первый профиль появился вместе со стандартом Bluetooth 1.2. Однако сам стандарт, называемый HSP (Headset Profile) не предназначался для прослушивания музыки: передача звука шла в моно-формате с битрейтом до 64 Кб/с. Профиль разрабатывался для работы с гарнитурой, и музыка, переданная через этот стандарт, по качеству была значительно хуже 128 кб/с для формата MP3. В настоящее время на рынке можно встретить множество различных кодеков для передачи звука по Bluetooth: SBC, aptX, aptX-HD, AAC, LDAC [2, 3].

SBC (Subband Codin) – кодирование, основанное на том, что существенная часть частотного диапазона человеческим ухом не воспринимается, поэтому данный алгоритм вырезает и не кодирует неразличимые диапазоны. Битрейт составляет 328 кбит/с при частоте дискретизации 48 кГц и глубине 16 бит, что сравнимо с MP3, однако итоговое качество значительно ему уступает.

Несовершенный алгоритм стал причиной того, что при воспроизведении музыки заметны шумы от ошибок квантования и общее снижение качества выходного сигнала. Последнее особенно касается ВЧ-диапазона на частотах от 5 до 15 кГц.

Большой проблемой кодека SBC являются звуковые задержки, достигающие 100–250 мс, которые особенно сильно проявляются при использовании Bluetooth-наушников в играх и при просмотре динамичного видео.

Между тем, кодек подходит для передачи человеческой речи, радиопередач, разговоров и аудиокниг. Самым большим достоинством SBC является то, что его поддерживают любые устройства, использующие стандартный Bluetooth-аудиофиль A2DP.

AAC (Advanced Audio Coding)– кодек, используемый в продуктах компании Apple. К примеру, все песни в iTunes или Apple Music используют именно его. Изначально AAC разрабатывался как аналог MP3 — он дает лучшее качество звука при том же битрейте за счет нескольких оптимизаций: удаляются не воспринимаемые человеком частоты и избыточность в кодированном сигнале. Таким образом, кодек работает существенно лучше SBC, и вполне подходит для повседневного прослушивания музыки по Bluetooth при этом важно, чтобы его поддерживали как наушники, так и само устройство, иначе будет использоваться стандартный кодек SBC. AAC обеспечивает битрейт 264 кбит/с при частоте дискретизации 44,1 кГц. Следует учитывать, что кодек не разрабатывался для прослушивания музыки в высоком качестве. Целью было создание формата лучшего качества по сравнению с MP3 при меньшем битрейте и размере файлов.

aptX - кодек, разработанный компанией Qualcomm. Его характеристики лишь немногим лучше, чем у SBC: aptX позволяет кодировать звук на частоте дискретизации 44,1 кГц при разрядности 16 бит, обеспечивая битрейт до 352 кбит/с. Несмотря на это, aptX по качеству передаваемого звука близок к CD-аудио. Одним из расширений этого кодека стало aptX Low Latency, снизившее задержки звука до 40 мс, что немаловажно при просмотре видео и

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

играх с Bluetooth-наушниками. На данный момент поддержку aptX можно встретить в огромном количестве устройств, за исключением продукции компании Apple.

AptX-HD или **aptX Lossless** — улучшенная версия кодека aptX, которая отвечает минимальным требованиям к аудио Hi-Res. Этот кодек использует динамическое кодирование звука, при котором большая часть аудио кодируется без потерь, а когда это невозможно — с минимальными потерями. AptX HD использует частоту дискретизации 48 кГц, которая при разрядности 24 бита даёт пропускную способность 576 кбит/с. Этот кодек был представлен совсем недавно, и пока не имеет большого количества поддерживаемых устройств.

LDAC — кодек, разработанный компанией Sony. LDAC обеспечивает частоту дискретизации 96 кГц и разрядность 24 бита, что даёт пропускную способность в 990 кбит/с, то есть скорость, близкую к скорости Bluetooth. Следует отметить, что качество **LDAC** соответствует Hi-Res, однако он все еще остается алгоритмом с потерями [4].

Таблица 1. Сравнение Bluetooth-кодеков

Кодек	Частота дискретизации, кГц / Битрейт, кбит/с	Качество аудио
SBC	48 / 328	MP3
aptX	44,1 / 352	CD-аудио
aptX HD	48 / 576	Lossless-форматы, аудио Hi-Res
AAC	44,1 / 250	MP3
LDAC	96 / 990	Lossless-форматы, аудио Hi-Res

После обзора всех вышеперечисленных форматов можно сделать вывод, что большой проблемой в передаче звука без проводов остается ограничение в скорости Bluetooth. Отсюда следует, что лучшим кодеком на современном этапе развития считается тот, который может передавать аудио наивысшего качества при таких ограничениях. Однозначного определения аудио Hi-Res нет, однако большинство экспертов считает, что звук высокого качества должен превосходить CD-аудио, которое, в свою очередь, имеет частоту дискретизации 44,1 кГц и разрядность 16 бит. Более строгим критерием для высокого качества является запись с частотой дискретизации не менее 88,2 кГц и разрядностью 24 бита. Так, из перечисленных Bluetooth-кодеков под этот критерий попадает только формат LDAC. Однако из-за политики компании Sony этот формат распространен только в премиумной продукции этой компании. AptX HD уступает по параметрам кодеку LDAC, и лишь частично попадает под определение Hi-Res аудио, при этом он более распространен [3].

Даже сейчас абсолютно любой кодек, в том числе и LDAC, сжимает звук с потерями, чтобы войти в рамки пропускной способности Bluetooth. Сжатие осуществляется двумя способами: первый – обрезание частот, которые не распознаются человеческим ухом, второй – использование переменной разрядности при кодировании звука. Например, пик восприятия звука находится в области 3 кГц – эта область в LDAC кодеке кодируется 24 битами, а на границах слышимости 12 битами.

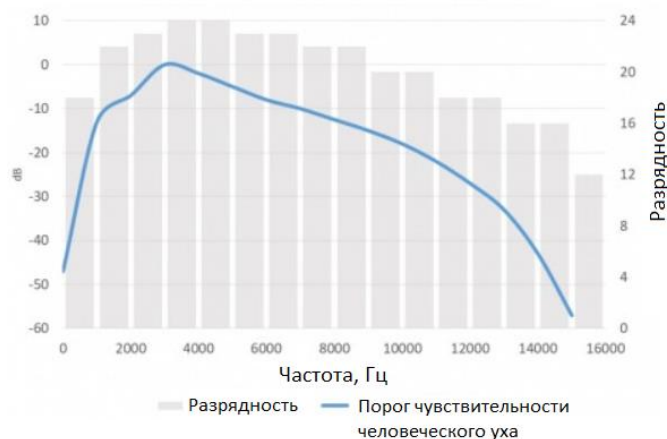


Рис. 4. Порог чувствительности человеческого уха и зависимость разрядности LDAC от частоты

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Уже при нынешнем этапе развития технологий можно получить звук, переданный по Bluetooth в высоком качестве, однако такая технология оказывается значительно дороже конкурентов, и уж тем более – проводных аналогов. Однако такие кодеки, как aptX и aptX HD тоже позволяют получить то качество воспроизведения, которое было возможно только при проводной передаче сигнала [2].

Из-за проблем с поддержкой и совместимостью в конечном итоге страдает потребитель. Чтобы добиться качественного звучания, необходимо, чтобы соответствующий кодек поддерживали как наушники, так и само устройство, иначе воспроизведение будет осуществляться через стандартный кодек SBC. Однако пользователь, как правило, не знает, каким образом осуществляется передача, и может оценить преимущества Bluetooth-кодека только субъективно, при прослушивании того или иного аудиотрека. Для решения этой проблемы необходимо создать кодек, отвечающий характеристикам, близким к Hi-Res качеству или выше и сделать его универсальным и независимым от той или иной компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Архипкин В.Я., Архипкин А.В. Bluetooth. Технические требования. Практическая реализация. Приложения – М.: Мобильные коммуникации. –
2. Hoene C., Hyder V. Considering Bluetooth's Subband Codec (SBC) for Wideband Speech and Audio on the Internet. — Tübingen: Wilhelm-Schickard-Institut, 2009. — С. 6—47. — ISSN 0946-3852.
3. Hoene C., Hyder V. Optimally Using the Bluetooth Subband Codec. – Tübingen: Universität Tübingen, 2011.
4. <https://www.sony.ru/electronics/interview-ldac>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЕРРИТОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Стрельцова Мария Михайловна

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Стаценко Любовь Григорьевна, д-р физ.-мат. наук, профессор

Ключевые слова: магнитное поле, передаточная характеристика, ферритовая антенна, магнитная антенна, магнитная индукция

Магнитные поля, образуемые техногенными источниками и естественным электромагнитным полем Земли, окружают человека, где бы он не находился. Слабые низкочастотные излучения техногенного характера вредны для человека уже потому, что неестественны для него и выходят за рамки тех природных условий, в которых формировался организм человека и к которым он приспособлен. Низкочастотное магнитное излучение характерно для линий электропередач, кабельных линий и, конечно, электронной и бытовой техники. Для определения влияния низкочастотных составляющих магнитного поля источников необходимо измерения, то есть измерения таких магнитных величин, как магнитная индукция и напряжённость магнитного поля. Для этих целей использую разнообразные приборы: тесламетры, магнитометры, гауссметры, эрстедметры [1].

Контроль и измерения необходимы для создания и поддержания удовлетворительной электромагнитной обстановки, которая регламентируется действующим СанПиН 2.2.4.3359-16 [3]. Этот нормативный документ устанавливает предельно допустимый уровень (ПДУ) индукции магнитного поля на рабочем месте, требования к которому приведены в таблице 1.

Таблица 1. ПДУ магнитной индукции на рабочем месте при локальном условии воздействия

Время воздействия за рабочий день, мин	ПДУ магнитной индукции, мТл
≤10	50
11-60	30
61-480	15

Измерение магнитной индукции можно провести с помощью простой ферритовой антенны. Используемая магнитная антенна, представляющая собой ферромагнитный сердечник, материал которого обладает большой магнитной проницаемостью, с соленоидом [5]. Таким образом, сконструированная антенна отлично подходит для низкочастотных измерений до 100 кГц. Схема антенны приведена на рис. 1.

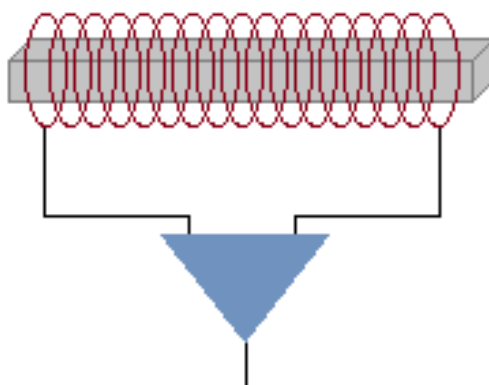


Рис. 1. Магнитная антенна.

Для определения влияния антенны на исходное магнитное поле необходимо определить её передаточную характеристику, которая имеет комплексный характер [2]:

$$H(\omega) = A(\omega)e^{\varphi(\omega)} \quad (1)$$

Модуль данной функции $A(\omega)$ описывает амплитудно-частотную характеристику. Схема установки для определения этой характеристики приведена на рис. 2.

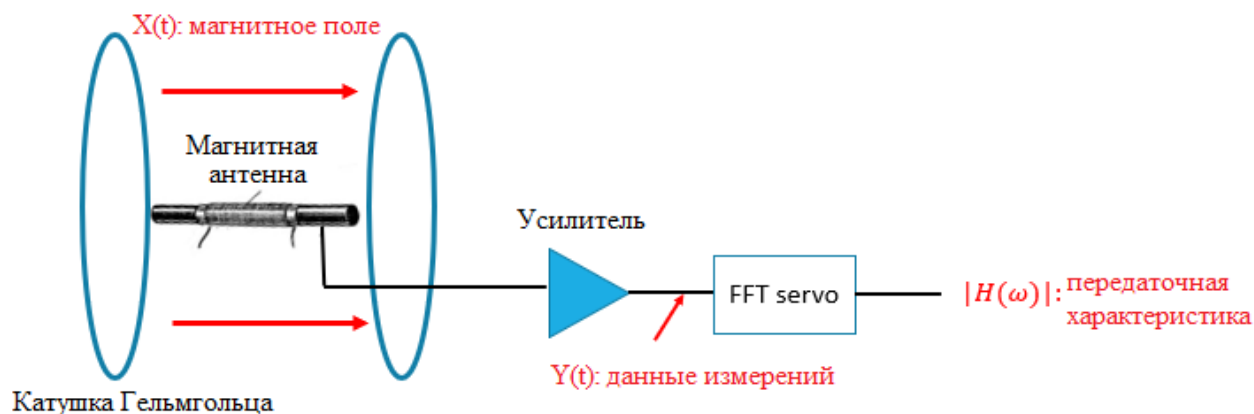


Рис. 2. Схема измерения передаточной характеристики используемой магнитной антенны.

Измерения проводились в заглушенной электромагнитной камере. Магнитное поле катушки Гельмгольца наводило магнитную индукцию в антенне, данные с которой поступали на усилитель, а затем в FFT сервер, где производилось преобразование временной зависимости в частотную и вычисление передаточной характеристики [4] по формуле:

$$H(\omega) = \left| \frac{Y(\omega)}{X(\omega)} \right|, \quad (2)$$

где $Y(\omega)$ – выходной сигнал [В], $X(\omega)$ – входной сигнал [Тл], $H(\omega)$ – передаточная характеристика [В/нТл].

Передаточная характеристика используемой магнитной антенны, вычисленная с помощью FFT сервера представлена на рис. 3.

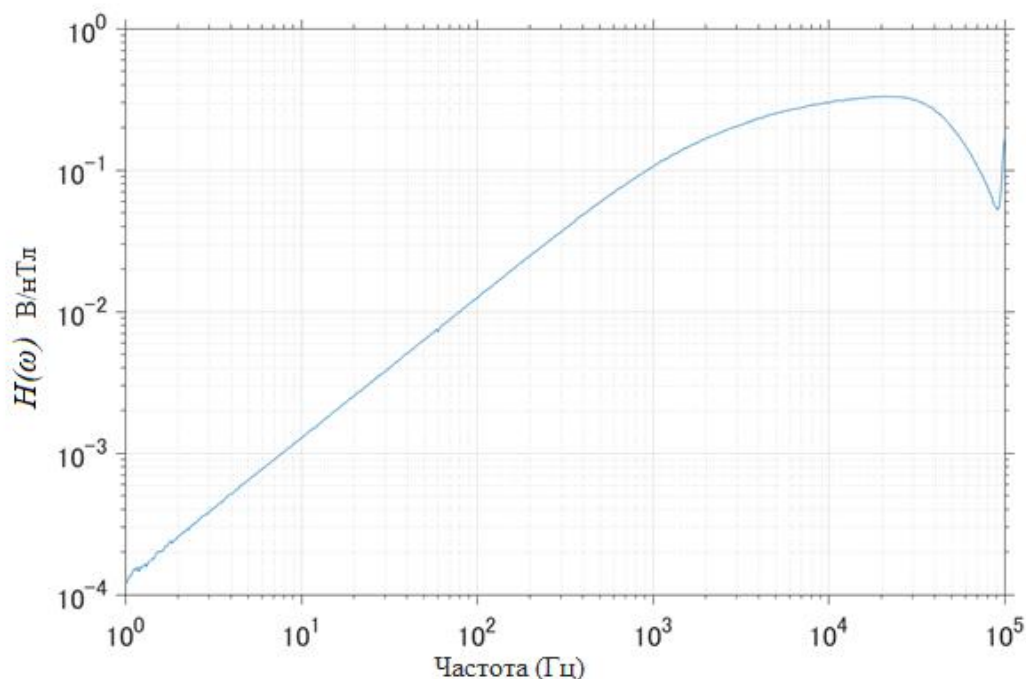


Рис. 3. Передаточная характеристика используемой магнитной антенны.

Полученная передаточная характеристика необходима для дальнейших вычислений магнитного поля с учетом влияния ферритовой антенны на исходное излучение.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Заболотнов В.Н., Минлигареев В.Т. Средства измерений магнитных величин: аналитический обзор. Мир измерений, выпуск 4. – М.: Рекламно-информационное агентство "Стандарты и качество", 2013. – 52-60 с.
2. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 542 с.
3. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 21 июня 2016 года N 81 Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
4. Усынин Ю.С. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 176 с.
5. Хомич В.И. Ферритовые антенны. Массовая радиобиблиотека, выпуск 721. -М.: Энергия, 1969. -96 с.

**ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МИКРОСПУТНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ORBITRON**

Тихонов Даниил Евгеньевич

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Стаценко Любовь Григорьевна, д-р физ.-мат. наук, профессор

Ключевые слова: ультракороткие волны, спутник, Orbitron, WispDDE, подъемно-поворотное устройство, спутниковая связь, любительская радиосвязь.

Связь со спутниками на орбите осуществляется в диапазоне ультракоротких волн (УКВ). Данный диапазон объединяет метровые, дециметровые, сантиметровые и миллиметровые волны. Основное отличие этого типа волн от других состоит в том, что их распространение происходит в основном в пределах прямой видимости, так как они не отражаются от ионосферы Земли. Значительное влияние оказывает тропосфера: в ней происходит рефракция луча радиоволны, а также возникают другие процессы, способствующие загоризонтному распространению УКВ. Данный процесс называется дальним тропосферным распространением.

Диапазон УКВ используется в радиовещании с частотной модуляцией или цифровым кодированием, в телевидении, в мобильной, любительской и профессиональной радиосвязи, в радиорелейной связи, радиолокации, для связи с космическими объектами (спутниковая связь, космическая радиосвязь) и для множества других применений.

Радиоволны УКВ диапазона, не отражаясь от ионосферы, уходят в космическое пространство. Однако, они отражаются от небесных тел. В 1962 году дважды был проведен следующий эксперимент: с передающей антенны Евпаторийского Центра Дальней Космической связи на волне 39 см в сторону Венеры азбукой Морзе было отправлено послание «Мир», «Ленин», «СССР». Чуть более чем через 4 минуты отраженный от соседней к нам планеты радиосигнал вернулся на Землю. [2]

Основной целью работы является создание станции УКВ-диапазона. Работа выполняется в рамках проектной деятельности в центре проектной деятельности (ЦПД) ДВФУ.

Для выполнения проекта используются следующее оборудование и программы:

- 1) Подъемно-поворотное устройство (ППУ) YAESU G-5500.
- 2) Dual Controller (управляемый вручную). Позволяет направлять ППУ в произвольную точку пространства с помощью азимутальной и вертикальной подстройки.
- 3) Computer Controller GS-232 В (управляемый через программу «Orbitron»). Данный контроллер принимает данные, получаемые с помощью программы «Orbitron» и «наводит» устройство на спутник.
- 4) Блок питания
- 5) Переходник RS232 – USB для связи с ПК.
- 6) Программа для слежения за спутниками «Orbitron» новейшей версии.
- 7) Интерфейс для ППУ WispDDE.

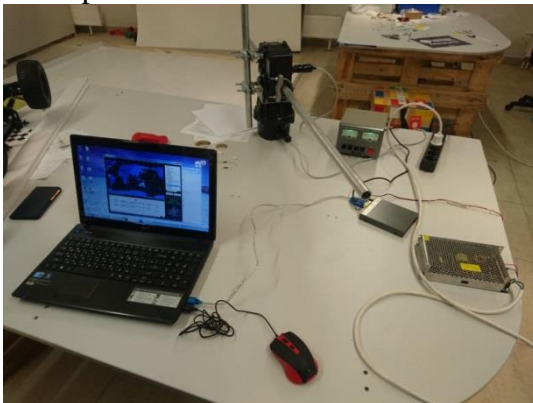


Рис. 1. Программный комплекс по слежению за МКС.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

На (рис.1) представлена сборка готового программного комплекса со всем выше перечисленным оборудованием по слежению за МКС.

В процессе выполнения работы мне необходимо было познакомиться с программой «Orbitron». «Orbitron» — программа для слежения за спутниками, предназначенная для радиолюбителей и любителей визуальных наблюдений. Ее также применяют профессионалы-метеорологи и пользователи спутниковой связи. Программа показывает положения спутников на любой заданный момент (как в реальном времени, так и в режиме симуляции). Считается одной из самых простых в обращении, и одновременно самых мощных программ слежения за спутниками, по мнению тысяч ее пользователей со всего мира.

Возможности этой программы достаточно широки:

- одновременно может быть загружено и рассчитано 2000 спутников
- полноэкранный режим, разные режимы представления
- мощная система поиска прохождений спутников и вспышек Иридиумов
- синхронизация часов компьютера через NTP
- обновление данных TLE (поддерживается архивация ZIP) через HTTP
- управление ротор/радио (использует встроенные или пользовательские драйверы)

- есть модуль работы в качестве экранной заставки для Windows. [3]

Для настройки программы необходимо вести данные о местоположении антенны и выбрать спутник, за которым необходимо установить слежение. Управление возможно, как с участием человека, так и без него. После обмена данными о спутнике через программу WispDDE, слежение за спутником осуществляется постоянно, даже если устройство перестало находиться в зоне покрытия. Есть возможность осуществлять слежение и обмениваться данными с несколькими спутниками. Как только один из спутников покинул область прямой видимости, а другой в нее попал, программа автоматически меняет спутник, и антенна перестраивается на него (надо лишь отметить данные спутники в списке).

На (рис.2) представлено окно программы «Orbitron». Здесь произведена настройка на спутник «FLYING LAPTOP». Несмотря на то, что спутник не находится в зоне покрытия, ППУ успешно настраивается на него.

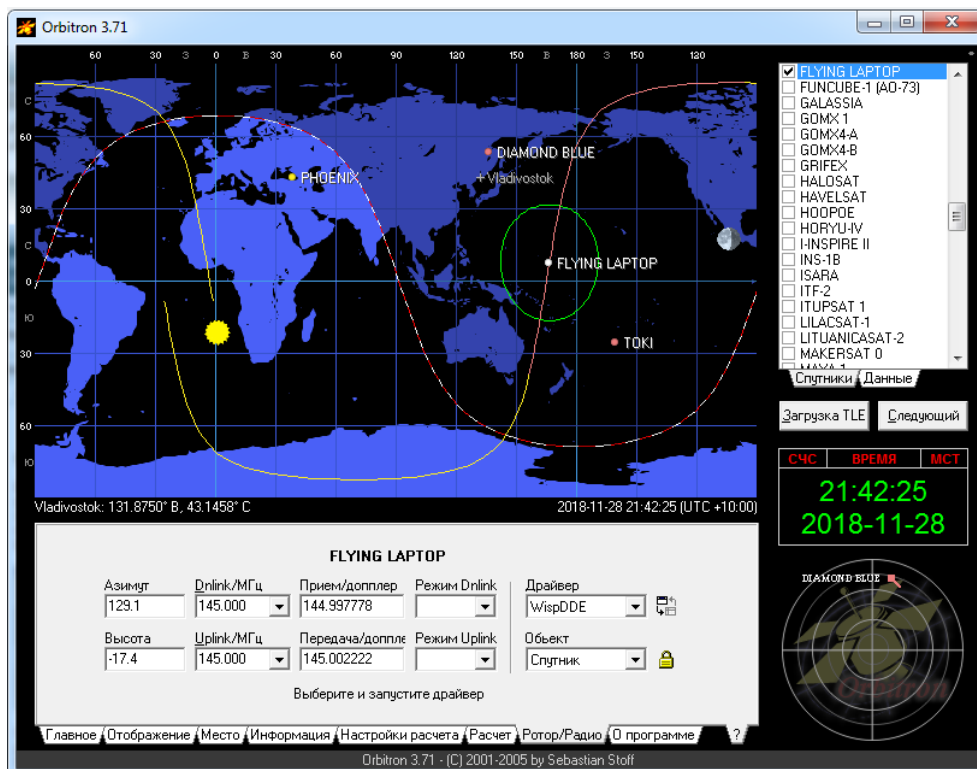


Рис. 2. Интерфейс программы Orbitron.

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

Интерфейс предназначен для соединения поворотных устройств с персональным компьютером, на котором установлено программное обеспечение для отслеживания положения искусственных спутников земли, луны, солнца и позволяет в автоматическом режиме поддерживать направление антенны на заданный объект. Интерфейс собран на микроконтроллере PIC16F873A как наиболее подходящем для этих целей и имеющим у себя на «борту» всю необходимую периферию. Связь с PC осуществляется через COM-порт со скоростью 19200 бит/сек. Настройка данной программы является финальной частью работы и включает в себя несколько шагов.

1) Для настройки связки с «Orbitron» переходим в меню Settings – DDE Link, где устанавливаем получение данных с Орбитрона.

2) В разделе Ротор/Радио активируем обмен данными с WispDDE. Появляется надпись: «Обмен данными активен».

3) Отмечаем любой спутник, после чего производится наведение на него нашим устройством. [4]

На (рис.3) представлена настройка интерфейса WispDDE для слежения за МКС.

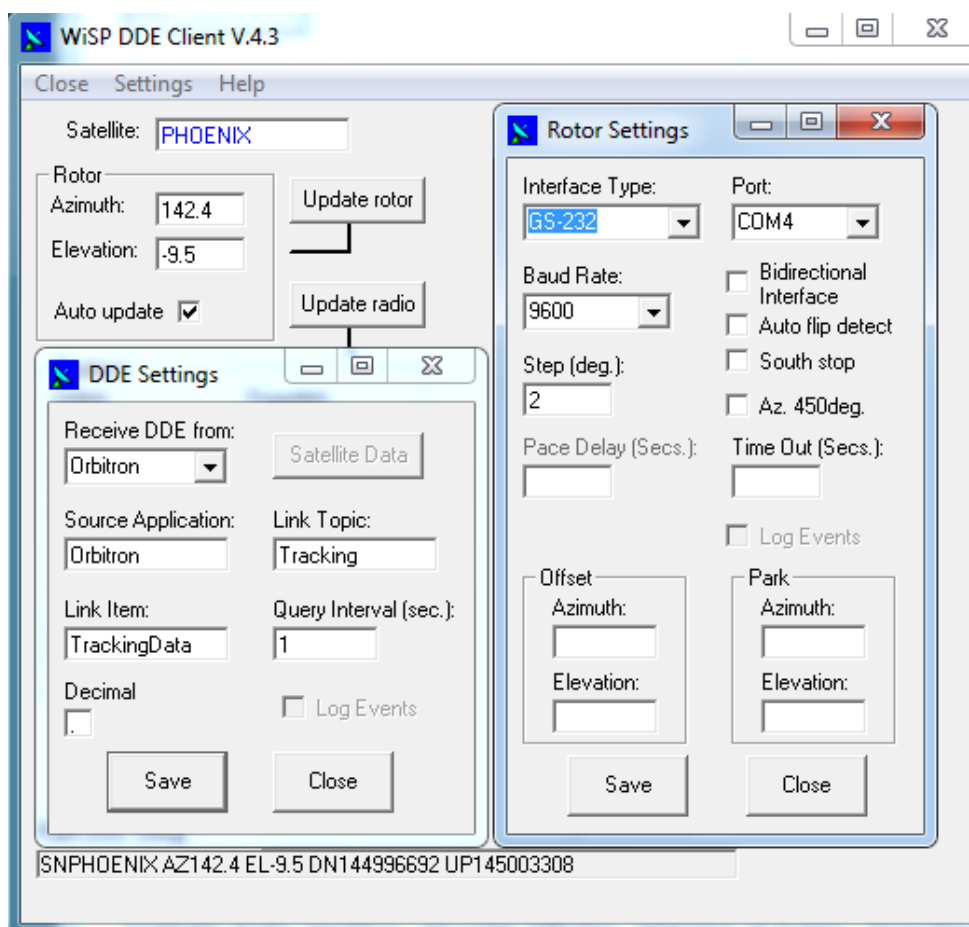


Рис. 3. Настройка WispDDE.

Таким образом, в работе представлены результаты слежения за МКС на орбите посредством программного комплекса. Синхронизация и обмен данными происходят успешно, неполадок в работе комплекса не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1) Инструкция по эксплуатации ППУ YAESU G-5500.
- 2) https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультракоткие_волны
- 3) <https://r4uab.ru/orbitron-setting>
- 4) <http://www.radioscanner.ru/info/article463>

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МОДОВОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ СИГНАЛОВ ДЛЯ
ВИБРОДИАГНОСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

*Токарь Павел Сергеевич, Шевченко Екатерина Николаевна
Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи
Научный руководитель: Унру Петр Петрович*

Ключевые слова: вибродиагностика, центробежный насос, алгоритм модовой декомпозиции, энтропия, нейронная сеть Random forest.

Современные тенденции обслуживания и ремонта оборудования все больше и больше ориентируются на обследование фактического состояния рабочих машин, которое достигается только при использовании современных методов и средств технической диагностики.

Основная цель технической диагностики – обеспечение безопасности, надежности и эффективной работоспособности оборудования, а также сокращение затрат на техническое обслуживание и уменьшение потерь от простоев в результате незапланированных отказов. Задачами диагностики с одной стороны должно быть выявление оборудования находящегося в предельном состоянии, а с другой определение такого оборудования, которое исчерпало заявленный заводом-изготовителем ресурс, но может эксплуатироваться далее.

Чтобы упростить управление техническим обслуживанием и ремонтом и повысить его эффективность возможно использование специальных систем. Существует множество методов технической диагностики, среди них: визуально-измерительные методы контроля, акустические методы, тепловые методы, радиография и вибрационные методы контроля. Наиболее достоверным является использование комплексных систем, основной составляющей которых является вибродиагностирование.

По информации на конец 2017 года на предприятиях ООО «Транснефть» проводится ежегодный мониторинг вибрации оборудования и замер основных показателей вибрации: вибросмещения, виброскорости и виброускорения в постоянном режиме. Однако, как показывает опыт, эпизодическое диагностирование не дает уверенного прогноза в сроках выхода оборудования из строя. Необходим постоянный вибромониторинг и автоматическая вибродиагностика, которые можно осуществлять только с помощью стационарной аппаратуры.

В настоящее время на рынке имеется большой выбор устройств и программных продуктов, способных вести вибромониторинг основных узлов предприятия. Основными производителями таких комплексов являются компании «Балтех», «Диамех», «ZETLAB». Все они работают по сходному принципу. Энергия вибрации с помощью специальных, чаще всего пьезокерамических, преобразователей трансформируется в электрический сигнал, который поступает на спектроанализатор. Прибор выполняет быстрое преобразование Фурье и сигнал разбивается на составляющие его частоты - спектр. Если оборудование имеет дефект, то на спектре вибросигнала это будет заметно, причем разные дефекты по-разному выглядят на спектре. Поэтому имеется возможность не только диагностировать неисправность оборудования, но и найти его причину.

Однако, у этого метода существует несколько недостатков. Во-первых, преобразование Фурье безошибочно работает только с периодическими сигналами, а вибрации оборудования таковыми не являются, поскольку зависят от множества факторов. Из-за этого полученный спектр искажается и не показывает реального состояния оборудования. Во вторых, преобразование плохо справляется с близкорасположенными частотами, что также снижает его эффективность и значительно усложняет классификацию неисправностей. Эффективность таких устройств находится в районе 70-80%.

Последним трендом для анализа непериодических нестационарных потоков данных является алгоритм модовой декомпозиции сигналов. Суть данного метода заключается в предположении, что любой сложный сигнал состоит из множества складывающихся внутренних колебаний с различной амплитудой и частотой – мод (IMF). С помощью этого алгоритма

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

имеется возможность выделять эти моды. Причем, каждая из них зачастую несет информацию о конкретном физическом процессе внутри исследуемого сигнала.

Алгоритм нашел применение в науке, экономике и технике. В последнее время уделяется большое внимание использованию алгоритмов модовой декомпозиции в диагностике неисправностей технических систем. Одна из последних разработок ученых предлагает использование Дополненной многократной эмпирической модовой декомпозиции (SEEMD) для диагностики неисправностей центробежных насосов.

В ходе эксперимента было сделано по 20 записей вибросигнала с частотой дискретизации 10.24 кГц в каждом из 5 состояний: оборудование исправно, изношено тело качения, изношено внутреннее кольцо подшипника, изношенное внешнее кольцо подшипника и износ рабочего колеса центробежного насоса.

Полученные вибросигналы были разложены с помощью SEEMD, пример разложения на моды представлен на рисунке.

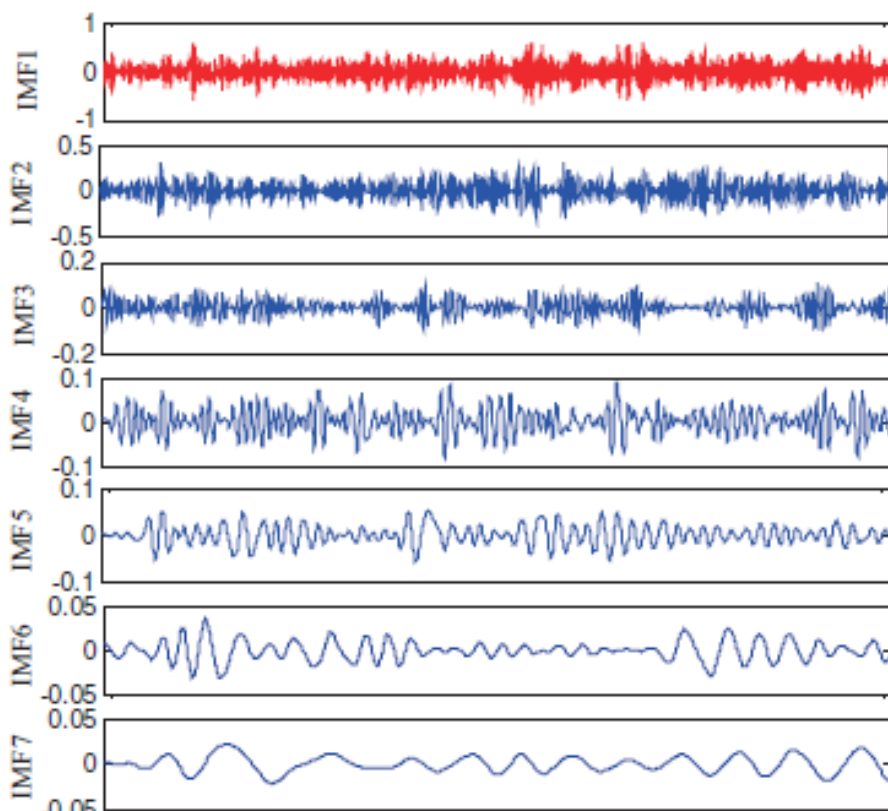


Рис. 2. Разложение вибросигнала на моды.

Обычно максимум информации содержится в первых 5-7 модах сигнала, поэтому моды более высоких порядков отбрасываются, а для каждого выделенного колебания с помощью метода Sample entropy (SampEn) рассчитывается энтропия – мера его неопределенности и хаотичности. Рассчитанные параметры SampEn для первых 5 мод каждого положения представлены в таблице.

Таблица 1. Полученные параметры SampEn для каждого вида неисправностей.

Исследуемая неисправность	IMF1	IMF2	IMF3	IMF4	IMF5
оборудование исправно	1.311	1.141	0.684	0.625	0.568
тело качения	1.635	0.707	0.656	0.609	0.543

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

внутреннее кольцо подшипника	1.262	1.202	0.687	0.609	0.549
внешнее кольцо подшипника	1.513	1.006	0.643	0.698	0.489
рабочее колесо центробежного насоса	1.383	0.880	0.653	0.605	0.500

Уже на этом этапе заметно различное распределение параметра SampEn для различных неисправностей. Для эффективной классификации используется нейронная сеть Random forest. Для ее использования из 20 записанных сигналов для каждого состояния оборудования 8 первых были обучающими, а оставшиеся тестовыми. Эффективность диагностики в эксперименте представлена в таблице.

Таблица 2. Эффективность распознавания различных видов неисправностей.

Исследуемая неисправность	Эффективность метода
оборудование исправно	97,5%
тело качения	100%
внутреннее кольцо подшипника	95,42%
внешнее кольцо подшипника	94,58%
рабочее колесо центробежного насоса	97,92%
Общая эффективность	97,08%

Метод, представленный в работе, показывает эффективность от 97 до 100%, что превосходит результаты существующих методов вибродиагностики.

Таким образом, можем сделать следующие выводы:

1. Совместное использование методов CEEMD и SampEn дает отличные результаты в вибродиагностике неисправностей.
2. Нейронная сеть Random forest – эффективный инструмент классификации неисправностей.

Сейчас основные усилия ученых направлены на увеличение числа распознаваемых неполадок и снижение необходимой вычислительной мощности для выполнения необходимых процессов, что сделает алгоритм модовой декомпозиции сигналов еще более применимым в области диагностики неисправностей технических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Время молодых», пресс-центр ООО «Транснефть»
URL:<https://www.transneft.ru/pressReleases/view/id/11716/>:.Брянск 14.12.2017
2. Приборы вибродиагностики компании «БалМех» URL:
<http://www.baltech.ru/catalog.php?catalog=30> Дата обращения: 19.10.2018.
3. Van, M.; Kang, H.J. Bearing-fault diagnosis using non-local means algorithm and empirical mode decomposition-based feature extraction and two-stage feature selection. Sci. Meas. Technol. 2015, 9, 671–680.
4. Wang, Y.; Lu, C.; Liu, H.; Wang, Y. Fault diagnosis for centrifugal pumps based on complementary ensemble empirical mode decomposition, sample entropy and random forest. In Proceedings of the IEEE Conference on Intelligent Control and Automation, Guilin, China, 12–15 June 2016; pp. 1317–1320.

HUD-ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ АВТОМОБИЛЯ НА ЛОБОВОЕ СТЕКЛО

Черемухин Дмитрий Андреевич

Инженерная школа; кафедра электроники и средств связи

Научный руководитель: Родионов Александр Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент

Ключевые слова: HUD-дисплей, проекция, автомобилестроение, изображение, электроника.

На протяжении всего времени развития автомобилестроения, первостепенный акцент уделялся разработке технологий, несущих комфорт и удобство водителя. Раньше это требование охватывало некоторые модели люкс класса, такие как: BMW, Mercedes, Porsche, Maserati, Ferrari, но благодаря развитию электроники, и стандартов удобства, некоторые инновации были воплощены, и внедрены в массовое производство автомобилей разного класса, которые в настоящее время, становятся доступными для свободного приобретения. Примером является технология отображения на лобовом стекле панели приборов автомобиля.

Первые, так называемые, монохромные HUD-дисплеи разрабатывались исключительно для военной индустрии (авиации) еще с 40-х годов двадцатого столетия. В послевоенные годы происходит внедрение в гражданскую авиацию, затем позднее в военную летательную технику. Первым самолетом с HUD, являлся британский «Blackburn». Прибор отображал на визоре шлема пилота информацию о состоянии воздушного судна, что делало изобретение очень полезным при развитии высоких скоростей самолета. В 2001 году был представлен цветной проектор.

Если вновь вернуться к автомобильной сфере, то именно немецкая компания BMW в производстве внедрила проецирование показателей с датчиков приборной панели на стекло (скорость, пробег, температура охлаждаемой жидкости и другие). В настоящее время, автомобильные HUD-датчики основаны на двух технологиях: зеркальное отображение изображения, сформированного светодиодным источником, либо дисплеем (производимая компаниями Continental, Audi), и лазерная голография с использованием оптических волноводов (Delphi). Также стоит отметить улучшенную функциональность современных «экранов». В них присутствуют показатели отображения степени боковых перегрузок, круиз-контроль, отображение карт местности (навигация), инфракрасная картинка с камеры заднего обзора. В ближайшем будущем будет проводиться разработка инструментов лазерной 3D-визуализации MEMS HUD, проецирование которых будет сопровождаться высоким разрешением, четкостью, чем у технологий конкурентов. В них будет встроено распознавание голоса, жестов, системы безопасности по защите пешеходов. Развитие этой технологии получит широкое внедрение на рынок, как авто, так и пользовательской электроники.

За весь путь развития, совместно с электроникой, HDD получила ранжирование от растровой ЭЛТ, и ламп высокого давления до высокояркостного LED светодиодного дисплея (также в перспективе находится изготовление лазерных), отбрасывающего изображение на близкую по расстоянию поверхность (стекло), на которой наклеена прозрачная пленка, предотвращающая «размытие» изображения, и дает более яркую, четкую картинку. Крепится он на приборной панели и подключение производится через USB-порт, по Bluetooth, либо к бортовой системе транспортного средства (что лучше доверить специалисту).

Виды современных HUD-проекторов, напрямую отражают их функционал. «Мультимедийный» – и показывает информацию о состоянии тех или иных датчиков авто, и способен предупреждать водителя, посредством звуковых сигналов, о выходе параметра за нормы (например, давление моторного масла). «Дисплей отображения скорости на лобовое стекло» – выводит значение скорости, и выполняет функции цветового предупреждения, например, превышение скоростного лимита. Некоторые варианты таких панелей оборудованы встроенной GPS – антенной. «Навигационный» - помимо отображения скорости и демонстрации направления движения, может управлять воспроизведением музыкальных треков, фотогра-

Инфокоммуникационные системы, приборостроение

фий, видео. Данные устройства производят с недавнего времени такие компании как: NEC, HITACHI, GARMIN, TOSHIBA, SAMSUNG.

В качестве примера для пояснения принципа интеграции изображения на поверхность стекла была рассмотрена модель зеркальной системы от Continental. Изображение, сгенерированное световым источником (LCD-TFT), проходящее через встроенные планарное и асферическое зеркало (компенсирующее дисторсию и увеличивающее визуализацию), и «ловушку» бликов, попадает на ветровое стекло. Эту «картина» появляется на уровне глаз человека, позволяя управлять транспортом, не отвлекаясь от дороги, при этом информируя водителя обо всех важных параметрах.

На данном этапе развития софта, современные смартфоны владеют приложениями, имитирующие тот же функционал, что и некоторые виды проекторов. Большой недостаток состоит в том, что картинка проекции будет практически не видна в солнечное время дня, из-за «двоения». Также телефон требует подзарядки, в то время как HDD подключен через кабель к бортовому компьютеру.

Спектр применения HUD быстро расширяется. Разрабатываемые перспективные направления, включая функции дополнительной реальности, голосовой контроль, 3D-визуализация, системы лазерного проецирования, в дальнейшем будут иметь важное значение, так как это приведет к дополнительной осведомленности водителей, что ведет к безопасности движения. В диапазон технологий современного пользователя постепенно входят те, которые ранее были разработаны для авиации: спутниковые системы навигации, блоки инерциальных измерений, интегрированные в мобильные телефоны, а теперь добавляются «проекционные», когда-то созданные только для военных летчиков.

Раздел 6. Инфраструктура и технологии транспорта

ВОЗМОЖНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ «ЗРЛ-ОПЕРАТОР» В Г.ВЛАДИВОСТОКЕ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА

Козловский Леонид Николаевич

Инженерная школа; кафедра транспортных машин и транспортно-технологических процессов.

Научный руководитель: Широкопад Ольга Александровна, доцент

Ключевые слова: транспортный процесс, 3PL-оператор, исследование.

Состояние компании зависит от того, насколько успешно она способна реагировать на различные воздействия извне. Анализируя внешнюю ситуацию, необходимо выделять наиболее существенные на конкретный период времени факторы. Взаимосвязанное рассмотрение этих факторов с возможностями компании позволяет решать возникающие проблемы. При решении разного уровня задач необходимо также четко представлять, поддаются ли критические факторы контролю со стороны компании. Являются ли они внутренними или внешними, поддающимися изменениям усилиями компании или это внешние события, на которые компания влиять не в состоянии. Одним из самых распространенных методов, оценивающих в комплексе внутренние и внешние факторы, влияющие на развитие компании можно назвать SWOT-анализ (СВОТ-анализ).

SWOT-анализ является необходимым элементом исследований, обязательным предварительным этапом при составлении любого уровня стратегических и маркетинговых планов. Данные, полученные в результате ситуационного анализа, служат базисными элементами при разработке стратегических целей и задач компании.

По результатам ситуационного анализа можно оценить, обладает ли компания внутренними силами и ресурсами, чтобы реализовать имеющиеся возможности и противостоять угрозам, и какие внутренние недостатки требуют скорейшего устранения.

Оценивая привлекательность рынка, следует обратить внимание на тенденции рынка - целью анализа тенденций рынка является описание развития спроса в каждом из сегментов рынка; поведение покупателей - необходимо оценить поведение покупателя при покупке, использовании и владении товара, покупательские привычки, факторы, влияющие на процесс совершения покупки, анализ имиджа торговой марки или компании; структура сбыт - здесь необходимо оценить ожидаемое состояние сети дистрибьюции, ожидания и мотивацию партнеров кампании; конкурентную среду – здесь необходимо провести анализ всех четырех конкурентных сил по Портеру, а именно рыночную силу потребителей и поставщиков, угрозу товаров субститутов (заменителей), барьеры входа на рынок.

Таблица 1. SWOT-анализ «ЗРЛ-оператора»

Сильные стороны / Strengths	Слабые стороны / Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> -Работа профессионалов в сфере логистики -Быстрое реагирование на изменения рынка логистических услуг -Предоставление комплексного обслуживания цепей поставок -Согласование отдельных процессов цепей поставок с целью оптимизации и своевременности обработки груза - Низкий риск непоставок груза в срок - Повышенная точность поставок 	<ul style="list-style-type: none"> -Высокая стоимость услуг -Риск недостоверности подсчета затрат логистического оператора -Нежелание клиентов отдавать логистику на аутсорсинг ЗРЛ- Оператору
Возможности / Opportunities	Угрозы / Threats
<ul style="list-style-type: none"> -Повышение региональных экономических показателей в производстве, торговле и потреблении, что создает потребность развития транспортного комплекса Хабаровского края -Промышленный потенциал региона -Практическое отсутствие конкурентов в сфере предоставления ЗРЛ услуг 	<ul style="list-style-type: none"> - Отсутствие должного уровня обеспечения транспортной инфраструктурой на междугородних и международных трассах -Низкий спрос на услуги комплексного обслуживания цепей поставок

Инфраструктура и технологии транспорта

На основе приведенного выше анализа можно сделать выводы о потенциале развития 3PL аутсорсинга в г. Владивостоке, основанном на исправлении слабых сторон, умелом использовании сильных сторон проекта и его возможностей и учете угроз.

Исходя из экономических и транспортных условий г. Владивостока, можно выявить перспективы для создания 3PL – Оператора:

1. Рост объемов отгруженных товаров промышленных предприятий и внешнеторгового оборота. Увеличение объема отгруженных товаров в крае создает устойчивое поле деятельности для 3PL – Оператора. В регионе существует определенный объем грузов, который необходимо транспортировать, складировать и распределять, и вместе с этим эффективно управлять каждым этапом логистической обработки груза.

2. Направление на развитие транспортного комплекса. В связи с приоритетными направлениями развития транспортного комплекса г. Владивостока, можно сделать вывод о наличии потребности в:

- эффективном управлении материальными потоками;
- развитии транспортной логистики;
- повышении эффективности грузодвижения в системе внешней торговли;
- увеличении скорости обработки и транспортировки грузов;
- сокращении уровня непроизводительных складских запасов.

Все вышеперечисленные задачи можно решить при комплексном подходе к движению груза от поставщиков сырья, через склад – производителю, а затем потребителям готовой продукции. Организация комплексного подхода и развитие взаимодействия между производством и логистическим управлением поставками – основные функции 3PL – Оператора.

3. Промышленный потенциал региона. Крупные производители продукции в регионе формируют потенциальный спрос для 3PL – Оператора, так как каждому производственному предприятию необходима организация логистического управления поставками готовой продукции. Кроме этого, существует необходимость поставлять сырье и комплектующие на производство и осуществлять складирование – как сырья, так и готовой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Лахметкина Н. Принципы выбора оптимальной цепи. // Мир транспорта. – 2009. – №1.
2. Золотова А. Интеграционные тенденции развития региональной логистики. // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2010. – №3.
3. Канчавели А. Д., Колобов А. А. Стратегическое управление организационно-экономической устойчивостью фирмы. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.
4. Замятин С. Инновационные технологии на транспорте. // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2010. – №4.
5. Сербин В. Д. Основы логистики: Уч. пос. – Таганрог: Издательство ТРТУ, 2004.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗА С ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Комова Елена Владимировна

Инженерная школа; кафедра транспортных машин и транспортно-технологических процессов

Научный руководитель: Тунгусова Елена Владимировна, канд. экон. наук, доцент

Ключевые слова: морской транспорт, Северный Морской путь, контейнерные перевозки, Дальний Восток, Venta Maersk, Maersk Line, Камчатка Лайнс, перспективы СМП, влияние на экологию, глобальное потепление.

Аннотация: в статье проанализированы основные способы перевозки груза с Дальнего Востока России в Санкт-Петербург, описана схема прохода через СМП на примере компании Maersk Line, показана эффективность и выделены перспективы данной перевозки.

Актуальность работы обусловлена необходимостью развития более дешевого и быстрого судоходного маршрута перевозки грузов, как альтернатива Суэцкому каналу.

Целью данной статьи является обобщение опыта использования Северного морского пути для транспортировки груза с Дальнего Востока России до Санкт-Петербурга, как перспективного направления морских перевозок.

Северный морской путь (далее СМП) пролегает через четыре моря (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) и является кратчайшим путем из Северной Европы и Сибири в Азию. Он имеет длительную многовековую историю, но не имеет единого общепринятого маршрута. В судоходстве Северный морской путь определяется как «навигационно-рекомендованная трасса от Новой Земли до Берингова пролива», а Законодательством Российской Федерации - как «исторически сложившаяся национальная единая транспортная коммуникация России в Арктике». [1]

Северная артерия на сегодняшний день является одним из ключевых потенциально привлекательных экономических проектов международного уровня. Успешная реализация этого проекта в русле широкомасштабного международного сотрудничества могла бы не только снизить политическую напряженность между арктическими странами, улучшить отношения России с государствами, которые станут использовать СМП для решения своих торгово-экономических задач, но и дать мощный импульс развитию российских регионов, обладающих соответствующей инфраструктурой для качественного обслуживания морского транспорта и даже обеспечения туристических услуг. Этим шансом было бы грех не воспользоваться.

Транспортные коммуникации, проходящие через Суэцкий или Панамский каналы являются на данный момент лидирующей альтернативой над СМП. Но если расстояние, которое проходит судно, например, из Мурманска в Йокогаму через Суэцкий канал, составит 12 840 морских миль, то Северным морским путём только 5770 морских миль. Расстояние от Санкт-Петербурга до Владивостока по Северному морскому пути составляет свыше 14 тыс. км, а через Суэцкий канал надо пройти на 8 тыс. км больше. Эта разница в расстоянии способна сократить до 13 дней в пути. Так что выгоды для транспортировки грузов, даже если учесть необходимые для проводки судов во льдах ледоколы, очевидны.

Из-за небольшой ширины Суэцкого канала по дну крупные встречные морские суда не могут свободно расходиться в любой точке канала. Для этого через каждые 10 км построены специальные расширенные участки канала. Но даже и на этих участках одному из встречных судов приходится швартоваться к берегу. В настоящее время пропускная способность Суэцкого канала ограничена стандартом, называемым Suezmax.

Ещё одним вариантом транспортировки груза с Дальнего Востока в Санкт-Петербург является железная дорога. Российские железные дороги располагают большим неиспользованным потенциалом для развития транспортно-экономических связей между странами Ев-

ропы и Азиатско-Тихоокеанского региона. Основу МТК «Восток-Запад» составляет Транссибирская магистраль.

Однако к недостаткам относится длительное оформление документов за счет большого количества норм и правил перевозок. Также стоит учитывать, что далеко не везде проложены железнодорожные пути, поэтому не всегда есть возможность доставить товар получателю. Одной из проблем при использовании железнодорожного транспорта является непредсказуемость сроков доставки грузов. Среди прочих проблем можно выделить необходимость накопления грузов на складе до величины требуемой партии, необходимость перегрузки грузов с одного транспорта на другой по пути следования, сложность оформления заявок на перевозку грузов и неудобство способов оплаты.

В современных условиях клиенты выбирают способ доставки грузов, исходя из нескольких факторов сразу. Выбор делается в сторону стабильного расписания отправок грузов, оптимального соотношения цены и скорости, а также доступность оформления документов. Эти критерии и делают морской транспорт привлекательным для доставки из точки А в точку Б.

С контейнерного терминала ООО "Восточная Стивидорная Компания" (ВСК, входит в группу Global Ports) осуществлена первая в мире отправка рефрижераторных контейнеров по Северному морскому пути. Проект реализован компанией MAERSK совместно с ООО "Камчатка Лайнс", группой "Норебо" и ООО Терминал "Сероглазка". Судовая партия для нового маршрута была сформирована на ВСК из рефрижераторных контейнеров каботажного направления, груженых рыбной продукцией и прибывших с Камчатки на судах морского оператора ООО "Камчатка лайнс". На ВСК рефконтейнеры в количестве 185 штук были погружены на судно VENTA MAERSK линейного оператора MAERSK и отправлены по Северному морскому пути в направлении порта Санкт-Петербург 26 августа. Время следования контейнеров по Северному морскому пути до порта назначения составит 35 дней. Прибытие судна ожидается в конце сентября на контейнерный терминал АО "Петролеспорт" (входит в Global Ports). Традиционно рыбная продукция с Камчатки отправляется в Европейскую часть России от портов Приморского края либо по железной дороге, либо по океанскому маршруту вокруг всего Евразийского континента до европейских портов с перегрузкой на фидерные суда в направлении российских портов Балтийского бассейна. Совместный проект MAERSK, ООО "Камчатка Лайнс", группы "Норебо", ООО "Терминала "Сероглазка" и ООО ВСК позволит оценить возможности прямой доставки груза по новому маршруту. Расстояние от Восточного порта до Санкт-Петербурга по Северному морскому пути составляет свыше 14 тыс. км, а по океанскому маршруту через Суэцкий канал - свыше 23 тыс. км. [2]

Как следует из данных ФГБУ "Администрация Северного морского пути" (подведомственное учреждение Росморречфлота), Maersk Line получила разрешение на транзитный проход судна Maersk Venta (ледовый класс Arc 4) по Севморпути с 1 по 20 сентября. При легком, среднем и тяжелом типе ледовых условий в Карском, Восточно-Сибирском, Чукотском морях и море Лаптевых, судну разрешено плавание под проводкой ледокола, говорится в документах ведомства. Как сообщалось, 12 сентября атомный ледокол "50 лет Победы" обеспечил проход контейнеровоза Maersk Line по Северному морскому пути на маршруте от Восточно-Сибирского моря до моря Лаптевых. "8 сентября атомоход "50 лет Победы" взял контейнеровоз под проводку. Караван благополучно проследовал кратчайшим путем через пролив Санникова. Средняя скорость проводки составила 11 узлов". [3]

Venta Maersk была заказана в составе серии из семи кораблей в 2015 году от судостроительного завода Cosco, который был назван крупнейшим в мире контейнерным судном для ледового класса, разработанным специально для эксплуатации в зимних условиях и температурах до -25 градусов С. Построена на верфи в Чжоушане (Китай) это судно ледового класса Arc4 - длиной в 200 м и шириной 35 м. Всего таких судов построено четыре, у Venta есть еще три сестры: Vistula, Volga и Vayenga. Они предназначены для плавания в зимних условиях при низких температурах, имеют защищенную палубу для безопасной швартовки в зимних условиях и закрытые крылья капитанского мостика для безопасного маневрирования и захо-

Инфраструктура и технологии транспорта

да в гавань. А топливо, используемое на этих судах, полностью соответствует правилам - требованиям Зоны контроля выбросов (Emission Control Area, ECA), установленным Международной морской организацией. В соответствии с требованиями ИМО, мастера, главные помощники и офицеры, отвечающие за навигационные часы на борту кораблей, работающих в полярных водах, должны пройти подготовку по ледовой навигации. Это означает, что они умеют управлять судном в ледяных водах, узнавать о льдообразовании, ледовом маневрировании, разбираться с техническими проблемами, вызванными ледовыми и ледовыми эскортными операциями и т. д. Кроме того, офицеры и члены экипажа должны быть знакомы с выживанием в погодных условиях и сохранять судно в отличном состоянии, чтобы избежать обледенения.

Главной задачей было обеспечение безопасности плавания. Для Maersk основным стала проверка возможности осуществления рейса в точном графике. В случае положительного результата это обеспечит выстраивание морской логистики на СМП в виде твердого расписания. Этот рейс очень важен, потому что отечественные компании давно мечтают, чтобы был налажен недорогой канал транспортировки дальневосточной рыбы к основным потребительским рынкам в европейской части страны. Контейнеры-рефрижераторы, которые загрузили на Venta - это груз, требующий пунктуальной логистики».

Транзит иностранных судов по СМП пока небольшой и номенклатура грузов только определяется. Здесь играют роль множество факторов. И самый серьезный - это гидроклиматические условия маршрута. Скорее всего предпочтение отправителей будет отдаваться грузам, не требующим сверхжесткого расписания рейсов.

СМП важен для экономики России как транспортная артерия, связывающая восточную и западную части страны. Это важный фактор сохранения единства и целостности России. Но арктический путь открыт для зарубежных транспортных компаний. И если снижение ледовитости продолжится, то интерес их к северному маршруту будет увеличиваться. Но нам для этого надо развивать инфраструктуру. И в первую очередь службу спасения на море, навигации и связи. Надо создавать терминалы для дозаправки, потому что небольшие суда, имеющие малый запас автономного хода, пока не могут самостоятельно ходить этим маршрутом. Совместное использование инфраструктуры, несомненно, выгодно и нам, и зарубежным компаниям.

Пробный проход по СМП предоставляет уникальную возможность получить опыт работы в новом районе и проверить работу судового оборудования в полярных условиях, навыки экипажа и эффективность береговой поддерживающей инфраструктуры. Важно подчеркнуть, что это испытание проводится для изучения совершенно нового маршрута контейнерных перевозок и сбора научных данных.

В последние годы в мире все больше растет интерес к Северному морскому пути (СМП). Это связано в первую очередь с потеплением климата на планете. За последние 30 лет площадь арктических льдов сократилась примерно на треть. Ученые называют этот процесс «снижением ледовитости». И соответственно увеличилось время навигации по чистой воде, без использования ледоколов. Если раньше такая навигация длилась два месяца, то сейчас больше трех и вскоре может приблизиться к четырем месяцам в году. СМП уже стал доступен для прохода больших контейнеровозов.

В настоящее время Maersk не рассматривает СМП в качестве альтернативы обычным маршрутам. Планируются новые линейные маршруты в соответствии с требованиями клиентов, учитывая направления торговых потоков и расположение основных центров производства и потребления. Сегодня переход по СМП возможен только в течение трех месяцев в году, что может со временем измениться. Кроме того, следует учитывать, что для прохода по СМП необходимы суда ледового класса, а это требует дополнительных инвестиций. [4]

Инфраструктура и технологии транспорта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Северный морской путь – главная транспортная артерия России // Официальный сайт Будущее Арктики [электронный ресурс] режим доступа -<http://будущее-арктики.рф/severnyj-morskoj-put-glavnaya-transportnaya-arteriya-rossii/>
2. Рефконтейнеры отправлены линией Maersk с терминала ВСК, текст ИА INFOline от 27.08.2018 [электронный ресурс] режим доступа - http://advis.ru/php/print_news.php?id=B9B5975A-ED94-4D41-BBAA-C27408A3166B
3. Первый рейс Датского контейнеровоза Maersk по СМП, текст новостного портала Fixygen [электронный ресурс] режим доступа - <http://www.fixygen.ua/news/20180822/pervyj-rejs-datskogo.html>
4. Арктическая выгода, [текст] Журнал "Огонёк" [№33](#) от 03.09.2018, стр. 13

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ В ПОРТАХ Г. ВЛАДИВОСТОКА

Николаева Полина Александровна

Инженерная школа, кафедра транспортных машин и транспортно-технологических процессов

Научный руководитель: Пермякова Ольга Геннадьевна, канд. полит. наук, доцент

Ключевые слова: уголь, перегрузка, порт, угольная пыль, технология перевалки.

Дальний Восток — главные угольные ворота России. Уголь является одним из самых главных экспортных грузов. При общей перевалке угольных грузов портами России в 133,3 миллиона тонн, более половины этого объема, а именно, 81,8 миллион тонн прошло через порты Дальнего Востока. Неотъемлемой частью этого региона являются порты Владивостока. Во Владивостокском морском торговом порту за первые пять месяцев было перегружено 1224,3 тысячи тонн, что составляет 29,4% экспортных грузов (рис. 1) на 69,81% выше, чем за аналогичный период прошлого года [5].

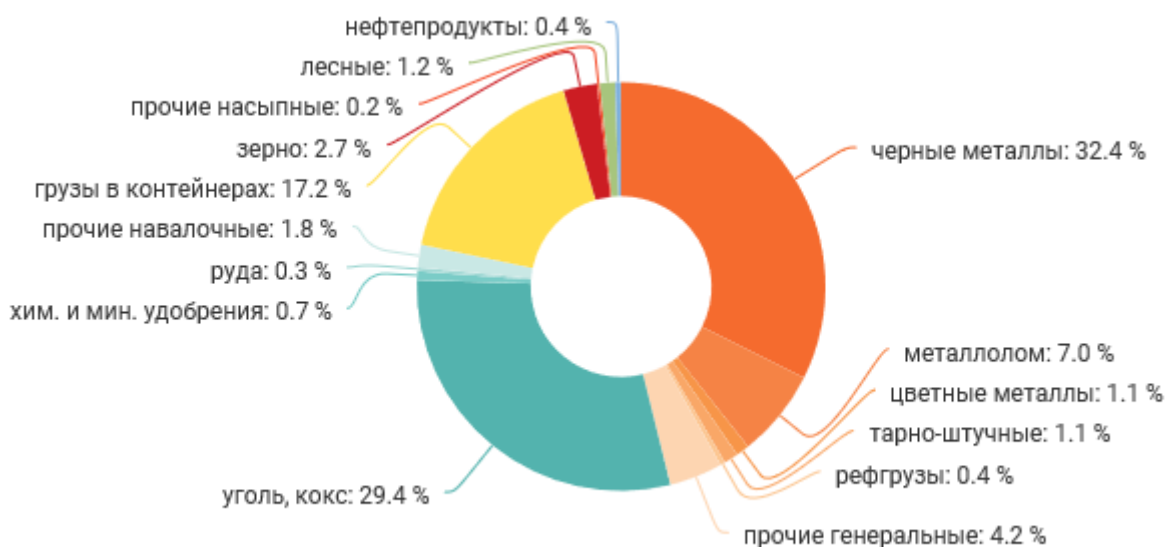


Рис.1. Грузооборот экспортных грузов Владивостокского морского торгового порта за первые 5 месяцев 2018 года.

Основными потребителями экспортного угля являются Южная Корея, Япония и Китай, а также немало угля перегружается в Малайзию, Вьетнам и Тайвань. В связи с этим, портам Владивостока необходимо поддерживать уровень конкурентоспособность в обработке данного рода груза, потому что спрос на экспорт угля постоянно увеличивается и, по прогнозам экспертов, будет только увеличиваться. Для того, чтобы порты могли конкурировать со специализированными угольными терминалами, необходимо решить ряд проблем.

Основной проблемой перевалки угольных грузов является непригодность портов к этому виду груза. Например, ПАО «Владивостокский морской торговый порт» начал перевалку угля только в 2015 году, не имея при этом никакой приспособленности. Исходя из этого, можно выделить две наиболее важные проблемы: экологическую и несовершенство технологии.

Экологическая проблема является одной из самых важных и связана она с тем, что наиболее дешевой технологией перегрузки угля является открытая перевалка. Эта технология заключается в том, что при поступлении груза в порт в открытых полувагонах, крановщик грейфером перегружает уголь на свободные складские площади. При небольших остатках груза, которые невозможно зацепить ковшем, докеры-механизаторы собирают остатки угля лопатами и метлами, загружая все это в ковши. В холодное время к этим операциям добавляется оттаивание и разбивание замерзшего угля, имеющего свойство смерзаться при от-

рицательных температурах. После окончания грузовых работ вагоны зачищаются и продуваются, в результате поднимается угольная пыль, загрязняющая окрестности терминала, почву и акваторию порта, мешая и нанося вред здоровью жителей окрестных районов [2]. Вопрос, связанный с загрязнением воздуха в районе м. Эгершельд и м. Чуркин ежегодно поднимается в средствах массовой информации.

Как показывает мировой опыт, открытую перевалку угольных грузов возможно сделать практически безопасной, применив комплекс специально разработанных мер:

- применение оросительных установок для снижения количества пыли;
- использование систем аспирации, вентиляции и пылеудаления;
- установка ветрозащитных экранов для предотвращения распространения мелкой пыли;
- осуществление разгрузки вагонов в закрытых вагоноопрокидывателях;
- а также высадка зеленых насаждений вокруг портов.

Часть этих мер уже применяется в портах Владивостока, например, во Владивостокском морском рыбном порту, в 2017 году, была увеличена по высоте и по длине пылезащитная стена; установлены дополнительные ограждения возле основного склада твердого топлива, ведется регулярная промывка складских площадок от пыли и постоянная зачистка полувагонов. Важной мерой снижающей загрязнения является расположение штабелей, которое соответствует преобладающему направлению ветра [3]. Несмотря на уже действующие меры их недостаточно и часть мероприятий еще только предстоит ввести, что требует достаточно больших капиталовложений, что может поднять тарифы.

Еще одной немаловажной проблемой является несовершенство технологии перегрузки. В настоящее время в порту ведется открытая перевалка угля, которая имеет ряд серьезных недостатков:

1. Потери груза. Потери происходят как на этапе перегрузки, в момент, когда груз может просыпаться через грейфер, так и на этапе хранения, когда груз вымывается, выдувается, повышает зольность угля и увеличивается способность самовозгорания.

2. Необходимость применения ручного труда. Согласно рабочим технологическим картам, при открытой перевалке угля докеры – механизаторы проводят следующие виды работ: оборудуют полувагон для предотвращения просыпания угля; при необходимости проводят штивку груза лопатами; зачистку полувагона или трюма, а также, сбора лопатами и метлами остатков груза, которые не может захватить грейфер. При таком варианте грузовых работ требуется автопогрузчик с ковшовым захватом, что также увеличивает участие рабочих в судовых и кордонных операциях.

3. Складской вариант перевалки (вагон - склад, склад – судно). Такой тип перевалки увеличивает время требуемое на проведение работ, денежные затраты за счет стоимости хранения, тем самым снижает производительность и даже повышает вероятность потери груза.

4. Риск повреждения грейфером судна или вагона.

5. Потери части груза, из-за невозможность собрать грейфером весь груз в вагоне или трюме.

6. Загрязнение окружающей среды.

7. Специфика использования орошающих установок для уменьшения количества пыли. Их недостаток заключается в том, что помимо снижения количества пыли, происходит увлажнение самого угля, а это может снизить качество топлива, увеличить вероятность смерзания груза, а также усугубить последствия самовоспламенения груза, так как сырой уголь дольше тлеет, соответственно потушить его сложнее.

Все эти недостатки несколько нивелируют преимущества открытой перевалки связанные с относительно невысокой ее стоимостью.

Альтернативой технологией перегрузки является закрытая перевалка угля. При этом способе, груз в полувагонах поступает в закрытые терминалы, которые оснащены автоматическими вагоноразмораживателями, для разморозки угольных грузов при низких температу-

Инфраструктура и технологии транспорта

рах и вагонопрокидывателями (рис.2), которые снижают необходимость ручного труда, а также предохраняют вагоны от повреждения. Во многих закрытых терминалах уголь перегружается на судно по прямому варианту, при использовании конвейерной линии. Все это хоть и требует значительных затрат, но при этом позволяет контролировать качество груза, снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить площадь складских площадок и увеличить скорость погрузочно-разгрузочных работ [4].



Рис. 2. Вагонопрокидыватель.

Таким образом, проблемы перевалки угольных грузов в портах города Владивостока делают данные порты менее конкурентоспособными в сравнении со многими другими портами Приморского края, такими как «Восточный порт», что снижает потенциальную прибыль и общий грузооборот данных портов. Оптимальным решением проблем стало бы строительство специализированного терминала, который повысит качество услуг по перевалке угольных грузов и сохранит качество самого груза. Также порты города могут полностью отказаться от обработки данного рода груза, как это сделал Владивостокский морской рыбный порт, планирующий завершить работу с углем к 2020 году, но это лишит их большой статьи доходов. В любом случае «угольный вопрос» необходимо решить в кратчайшие сроки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Рабочие технологические карты
2. <https://dv.land/economics/zaplyv-po-ugolnomu-basseinu>
3. <https://fishport.ru>
4. http://portmanagement.ru/ports/port_vostochniy/
5. <http://seanews.ru/2018/07/06/port-vladivostok-gruzy/>

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОБОВОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ МОДЕЛИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ В МАСШТАБИРОВАННОЙ
АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ НА БАЗЕ
КАФЕДРЫ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ВГУЭС**

Мустафаев Исмаил Сергеевич

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Институт транспорта и логистики

Кафедра транспортных процессов и технологий

Научный руководитель Чубенко Елена Филипповна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: угол атаки, антикрыло, аэродинамика, подъемная сила, аэродинамическая труба, лобовое сопротивление.

Проектирование современных конструкций автомобилей при настоящем уровне развития инженерной науки требует дополнительных исследований аэродинамических показателей обтекаемости, что существенно влияет на управляемость, максимальную скорость, мощность, динамичность, устойчивость, комфортабельность, а также экологичность и экономию топлива. Одним из главных факторов, определяющих высокие эксплуатационные характеристики автомобилей, является главная компонента воздушного сопротивления, а именно лобовое сопротивление.

Полномасштабные и натурные аэродинамические эксперименты имеют высокую стоимость и требуют высококачественного оборудования. Современным подходом для определения лобового сопротивления является использование масштабированных аэродинамических труб, особенно на ранней стадии проектирования, с масштабированными моделями автомобилей. Такие эксперименты менее трудоемки и существенно менее дорогостоящи, причем показывают высокую степень сходимости результатов экспериментов с расчетными методами.

Поэтому применение масштабированных аэродинамических труб для получения экспериментальных данных по изучению поведения автомобиля в скоростном воздушном потоке для определения компонент воздушного сопротивления как с целью получения оптимальных форм проектируемых автомобилей, так и для решения задач тюнинга по улучшению динамических и эксплуатационных характеристик существующих транспортных средств, является актуальным.

Научной новизной для разработанной экспериментальной конструкции трубы является опытное определение лобового сопротивления с использованием навесного оборудования, изготовленного методами 3D моделирования.

Целью данной работы является определение лобового сопротивления как составляющей части полного воздушного сопротивления легковых автомобилей на основе эксперимента в масштабированной аэродинамической трубе с моделями с переменным навесным оборудованием, полученным методами 3D моделирования.

Задачами представленной работы являются:

1) использование построенной масштабированной аэродинамической трубы для экспериментального получения значений коэффициентов лобового сопротивления масштабированных моделей легковых автомобилей с различным навесным оборудованием как части полного воздушного сопротивления

2) изготовление методами 3D моделирования различных элементов навесного оборудования кузова, влияющих на аэродинамические характеристики автомобиля.

На кафедре транспортных процессов и технологий ВГУЭС в лаборатории компьютерной диагностики и инструментального контроля автомобилей разработана и построена испытательная установка, состоящая из: несущей многопролетной рамы; масштабированной аэродинамической трубы; электродвигателя; нагнетающего вентилятора; ступенчатой ременной передачи; конфузора; диффузора, выпрямляющей решетки; неподвижной платформы

Инфраструктура и технологии транспорта

с масштабированной моделью автомобиля; анемометров и весовой измерительной системы (рис. 1).

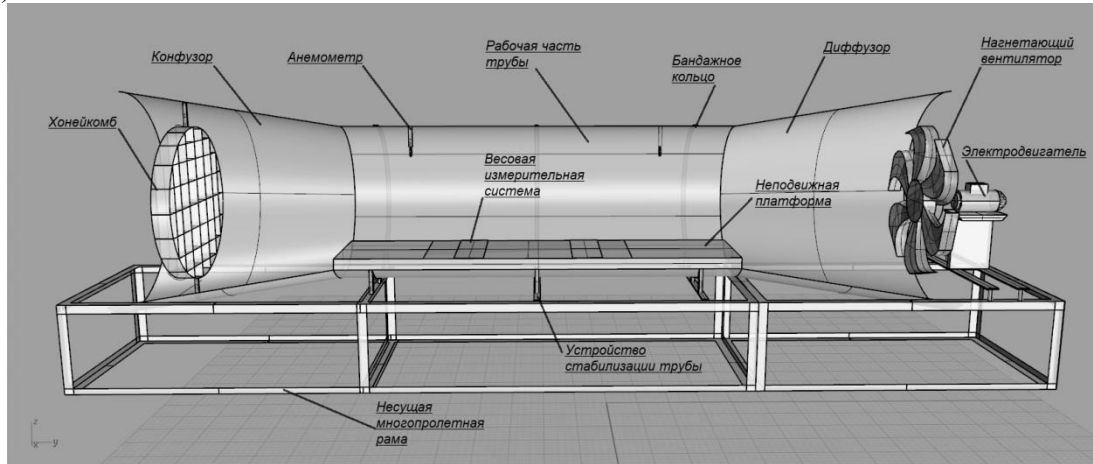


Рис. 1. Испытательная установка на базе лаборатории ВГУЭС.

В основу эксперимента положена масштабированная радиоуправляемая полноприводная модель автомобиля Subaru Impreza, имеющая электрический двигатель, масляные амортизаторы с пружинами, шасси особой прочности и специальные шины.

На базе лаборатории «FabLab» ВГУЭС были спроектированы и изготовлены методом 3D моделирования антикрылья с неуправляемыми углами атаки как элементы тюнинга (рис. 2) для изучения их характеристик в испытательной аэродинамической трубе.

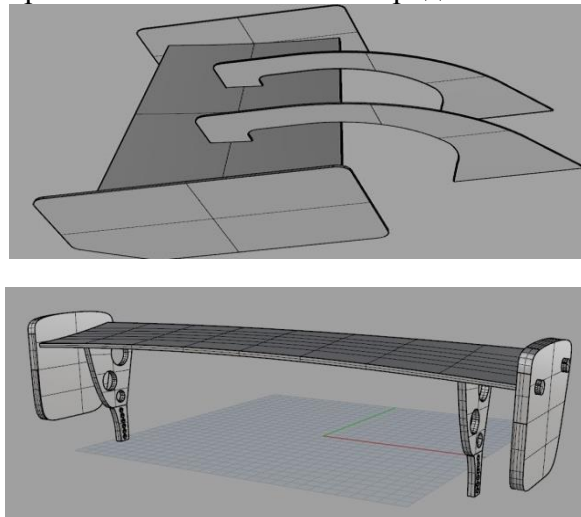


Рис. 2. Антикрылья с неуправляемыми углами атаки.

Экспериментальные данные показали, что неуправляемые углы атаки существенно снижают эксплуатационные показатели. При проведении эксперимента в аэродинамической трубе предельные углы атаки крыльев подобраны из соображений расчетного прямолинейного движения (экономичность + скорость + прижимная сила + наименьшее сопротивление и т.п.) и составляют максимально половину критического и равны 12° .

Особое внимание уделяется определению экономического угла атаки, при котором сопротивление антикрыла минимально, что позволяет достичь большей скорости при прочих равных условиях.

Разработанные конструкции антикрыльев отличаются высокой функциональностью и особым дизайном. Угол атаки заднего антикрыла можно изменять самостоятельно в диапазоне от 5° до 25° . На высокой скорости антикрыло создает дополнительную прижимную силу, что улучшает управляемость и позволяет добиться стабильных траекторий при прохождении поворотов и виражей.

На рисунках 3, 4 и 5 показаны разработанные конструкции управляемых антикрыльев.

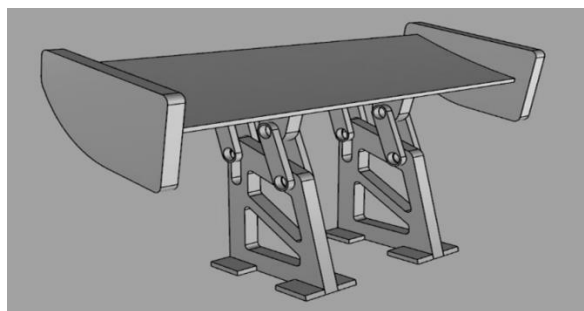


Рис. 3. Управляемое антикрыло 1.

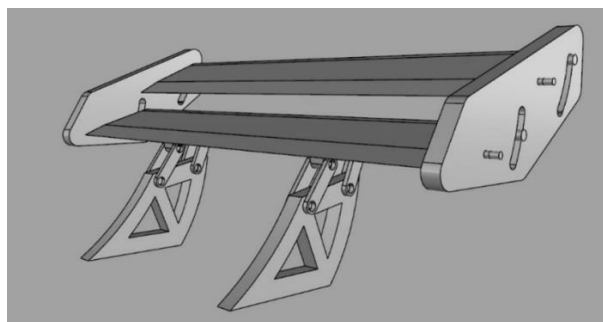


Рис. 4. Управляемое антикрыло 2.

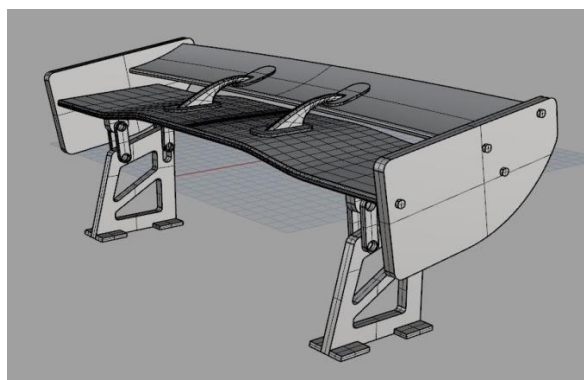


Рис. 5. Управляемое антикрыло 3.

Основные характеристики антикрыльев с управляемыми углами атаки:

- размеры: 200x50 мм;
- высота над установочной поверхностью: 30 мм;
- расстояние между креплениями: 60 мм;
- регулируемый угол атаки;
- материал - пластик.

Для установки на антикрыле необходимого угла атаки была спроектирована специальная конструкция, состоящая из лазерного угломера, установленного на угольник столярный «Профи» размерами 300x150 мм марки Infiniter и размерной шкалы.

Антикрыло при проведении эксперимента устанавливается на секторальные поворотные крепления. На расстоянии 500-800 мм от антикрыла крепится лазерный угломер, предназначенный для визуального измерения угла атаки.

При проведении трудоемких по исполнению экспериментальных работ актуальным представляется осуществление планирования, позволяющее существенно снизить количество параллельных опытов без снижения достоверности результатов.

При выборе факторов планирования учитывались следующие требования:

- факторы должны быть управляемыми;

Инфраструктура и технологии транспорта

• интервалы варьирования факторов должны быть гораздо больше точности замеров;

- факторы, должны быть однозначны, не быть функциями других факторов;
- факторы должны быть совместимы;
- факторы должны быть независимы друг от друга;
- множество факторов должно быть полным и достаточным.

Выбор плана проведения экспериментов при помощи результатов предварительных замеров [5] показал наиболее оптимальный в данном случае трехуровневый план Бокса-Бенкина, при использовании которого рассматриваются 3 уровня варьирования факторов (-1, 0, +1).

Для определения минимального числа параллельных опытов было сделано предположение о том, что результаты измерений подчиняются нормальному закону распределения. Проверка закона распределения была проведена по методикесиспользованием критерия Шапиро и Уилка для малых выборок.

Факторы варьировались следующим образом:

X1 (скорость набегающего потока воздуха) от 20 до 40м/с;

X2 (угол атаки крыла) от 1° до 25°;

X3 (ширина крыла) от 20 до 30мм;

X4 (длина крыла) от 1500мм до 2000мм.

Кроме величины лобового сопротивления в экспериментах были определены значения прижимной силы с использованием уравнения Бернулли.

Графики приведены на рисунках 6-9.

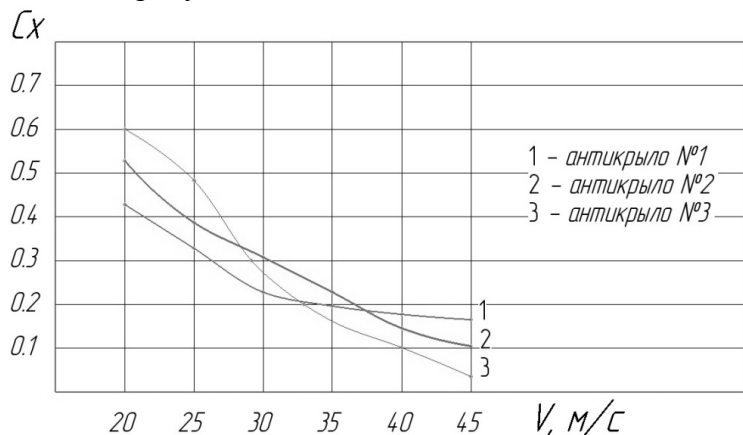


Рис. 6. Зависимость изменения величины коэффициента лобового сопротивления от скорости набегающего потока (угол атаки 15°).

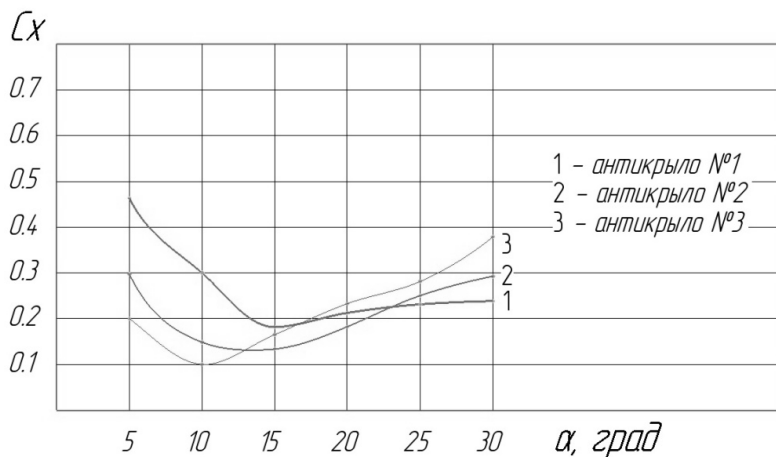


Рис. 7. Зависимость изменения величины коэффициента лобового сопротивления от величины угла атаки антикрыльев (скорость 40 м/с).

Инфраструктура и технологии транспорта

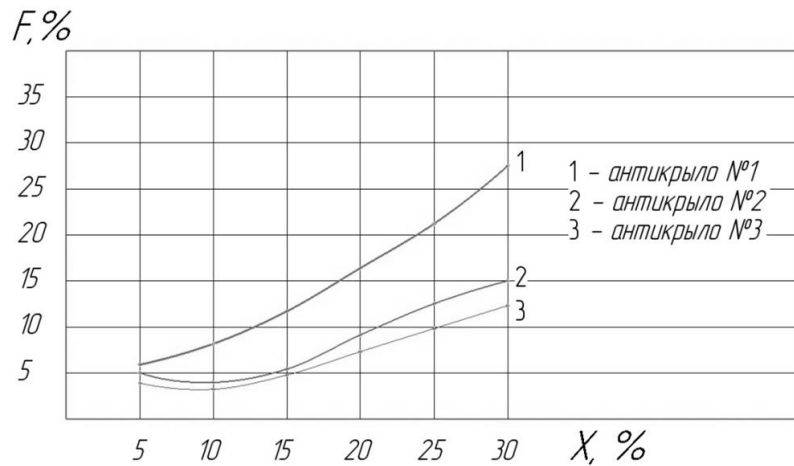


Рис. 8. Зависимость изменения величины прижимной силы от коэффициента ширины крыла (угол атаки 15° , скорость 40 м/с).

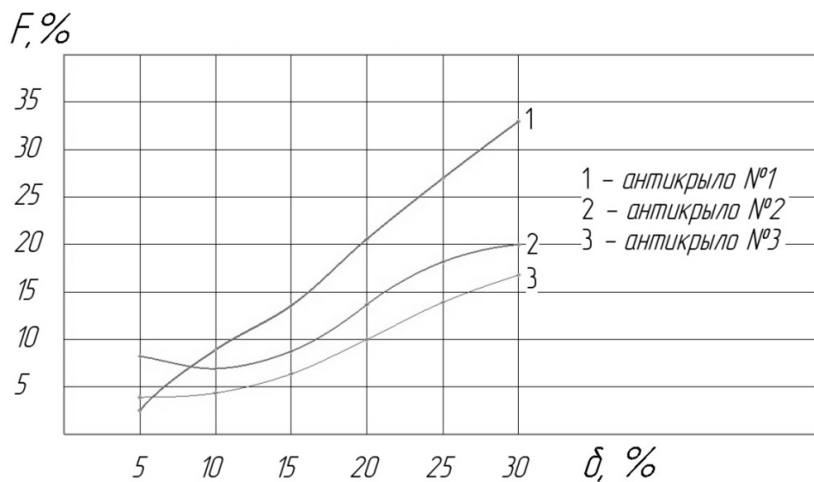


Рис. 9. Зависимость изменения величины прижимной силы от коэффициента длины крыла (угол атаки 15° , скорость 40 м/с).

Полученные в результате экспериментов данные позволили сделать следующие выводы:

1. Величина коэффициента лобового сопротивления с увеличением скорости уменьшается;
2. Величина коэффициента лобового сопротивления уменьшается до экономически выгодного угла атаки, затем резко увеличивается;
3. Величина изменения прижимной силы с увеличением коэффициента ширины крыла увеличивается во всем диапазоне углов атаки и скоростей;
4. Величина изменения прижимной силы с увеличением коэффициента длины крыла увеличивается во всем диапазоне углов атаки и скоростей.

Из полученных зависимостей следует, что составляющие полного воздушного сопротивления могут быть получены как расчетным способом, так и экспериментально.

Доли составляющих полного воздушного сопротивления не являются постоянными величинами, они являются функциями изменения геометрических параметров масштабированной модели, а также углов атаки и скорости набегающего потока.

Антикрыло с одним профилем существенно проигрывает двухъярусной конструкции за счет уменьшения площади сопротивления.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ
ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ**

Нуртдинов Ильяс Саловатович

*Инженерная школа; кафедра транспортных машин и
транспортно-технологических процессов*

Научный руководитель: Поготовкина Наталья Сергеевна, доцент

Ключевые слова: тара, подвижной состав, погрузочно-разгрузочные работы, сохранность груза.

Сохранность груза является одним из показателей качества грузовых перевозок. Все грузы по степени сохранности делятся на три вида:

- грузы, требующие особых условий сохранности (стекло, взрывоопасные и огнеопасные грузы, электроприборы);
- грузы, требующие условий сохранности (изделия машиностроения);
- грузы, не требующие условий сохранности (песок, металл) [2].

Алкогoльная продукция относится к первому виду, так как подвержена бою и требует обеспечения температурного режима в процессе транспортирования.

По некоторым данным, потери алкогoльной продукции в стеклянной таре, упакованной в ящики, составляют 0,03% при перевозке на расстояние до 25 километров и 0,05% при перевозке на расстояние от 25 до 200 километров. При длине маршрута свыше 200 километров, за каждые последующие 100 километров, норма увеличивается на 0,005%.

Норма естественной убыли в осенне-зимний период составляет 0,10%, в весенне-летний период – 0,15% [4].

В связи с этим при перевозке данной продукции требуется соблюдение особых условий:

- наличие специализированного подвижного состава;
- применение тары;
- правильный способ и организация погрузочно-разгрузочных работ в грузообразующих и грузопоглощающих пунктах.

В целях предотвращения порчи продукции для перевозки должен использоваться специализированный подвижной состав – технически исправные автомобили-фургоны с изотермическим или рефрижераторным кузовом. Изотермические фургоны оснащены теплоизоляцией, а рефрижераторы – специальным холодильным оборудованием, что снижает риск порчи груза до минимума [1].

Немаловажным аспектом сохранности рассматриваемого груза в процессе перевозки, является способ упаковки. Транспортировка всей алкогoльной продукции предусмотрена с использованием тары.

Алкогoльные напитки помещаются в потребительскую тару, которая служит для расфасовки и сохранения товара в небольшом количестве. Основным видом потребительской тары для алкогoльных напитков является стеклянные и пластиковые бутылки, а также алюминиевые и жестяные банки [3].

Продукция в потребительской таре помещается в транспортную тару, которой являются, в основном, ящики и коробки. На транспортную тару наносится соответствующая товарная и транспортная маркировка: наименование и адрес производителя, наименование продукции, товарный знак, количество бутылок в ящике, дата изготовления, условия хранения.

При формировании партий груза, предназначенных грузополучателям, коробки с алкогoльной продукцией помещаются на паллеты, а затем – в подвижной состав.

Погрузка и разгрузка рассматриваемого груза выполняется автопогрузчиками или вручную с применением гидравлических тележек. Одной из составляющих обеспечения сохранности груза и сокращения боя при транспортировке является надежное крепление груза внутри транспортного средства специальными фиксирующими ремнями.

Инфраструктура и технологии транспорта

Проведенный анализ подчеркивает необходимость разработки алгоритма повышения сохранности алкогольной продукции при перевозке, элементами которого будут являться условия организации перевозочного процесса, рассмотренные в данной статье: выбор подвижного состава, тары и упаковки, способ выполнения погрузочно-разгрузочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Выбор подвижного состава при перевозке грузов мелкими отправлениями в городах: Монография / М. А. Миргородский, Е. Е. Витвицкий, Н. Д. Афанасьев. – Омск: Изд-во «Полиграфический центр КАН», 2012. - 142 с.
2. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки / А. Э. Горев. М.: – Академия, 2013. – 297 с.
3. ГОСТ 17527-2003 Упаковка. Термины и определения. [Электронный ресурс] // Сайт КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/135851/> (дата обращения: 26.11.18).
4. Об утверждении норм естественной убыли: приказ Минсельхоза РФ от 26.06.2008 N 273. [Электронный ресурс] // Сайт КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/78237/> (дата обращения: 26.11.18) .

**УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СТОЙКА С РУЛЕВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
С МОТОР КОЛЕСОМ**

Пасечнюк Эдуард Викторович

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Институт транспорта и логистики

Кафедра транспортных процессов и технологий

Научный руководитель: Чубенко Елена Филипповна, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: мотор колесо, транспортная стойка, редукторный электродвигатель, самоходное устройство, рулевое управление.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире в условиях высокой конкуренции и быстрорастущих запросов потребителей из-за высокой стоимости углеводородного топлива большое количество людей не обладает денежными средствами к покупке оборудованных ДВС лёгких индивидуальных транспортных средств, а так же имеется большое количество инвалидов, лишённых возможности перемещения, лиц пожилого возраста и молодёжи, ориентированных на современные средства передвижения, среди которых особое внимание привлекают лёгкие самоходные устройства, оснащенные электрическими двигателями. Особое место среди таких средств занимает мотор колесо, оборудованное редукторным электродвигателем. Такие конструкции могут применяться в инвалидных колясках, в электрических самокатах, в самоходных грузовых тележках и электровелосипедах, в частности трёхколёсных с грузовой платформой, востребованных пожилым населением.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Конструкции с мотор колесом – это узко ориентированная бизнес-сфера, близкая автотюнингу, где спрос превышает предлагаемое количество высококачественных услуг. Определенная группа потребителей предъявляет повышенные требования к производительности и надёжности различных конструкций с мотор колесом. В данной научной работе представлена универсальная транспортная стойка с рулевым управлением на базе мотор колеса, имеющего в своей основе редукторный электродвигатель, которая может быть движущим элементом различных потребительских конструкций. Данная работа, как часть сферы создания различных конструкций для передвижения, так и настройки этих конструкций, является востребованной и актуальной как для потребителя, так и для производителя конструкций и мотор колес, стремящихся улучшить качество своих изделий и жизнь людей.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

В настоящее время неизвестны проекты универсальных транспортных стоек с рулевым управлением с мотор колесом для различных потребительских конструкций, поэтому в данной работе представлены обладающие новизной и не имеющие аналогов устройства для передвижения потребителей.

При выполнении данной работы была сформулирована основная цель исследования: разработка проекта универсальной транспортной стойки с рулевым управлением и мотор колесом, доступной и адаптированной под основные группы потребителей.

Задачи исследования:

- 1) разработка конструкции универсальной транспортной стойки с рулевым управлением с мотор колесом;
- 2) разработка конструкции сцепного устройства с различными креплениями для универсальной стойки с транспортными платформами и мотор колесом;
- 3) разработка опытных образцов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В соответствии с поставленными задачами на базе кафедры транспортных процессов и технологий ВГУЭС разработана конструкция универсальной транспортной стойки, состоящей из следующих элементов (рис. 1):

Инфраструктура и технологии транспорта

- 1) Y – образная жёсткая форма вилки;
- 2) контролер 48 В, 10-22А;
- 3) съёмный аккумулятор на 22А;
- 4) универсальная приборная панель с LCD дисплеем;
- 5) ручка газа;
- 6) ручка тормоза;
- 7) крепление руля;
- 8) руль;
- 9) мотор колесо в сборе на 10-дюймов на 250W;
- 10) ободная тормозная система;
- 11) съёмная платформа для аккумулятора;
- 12) грипсы на руль.



Рис. 1. Первичная конструкция универсальной стойки.

Из двух известных модификаций мотор колесо по всем параметрам наиболее технически выгодным является мотор колесо с планетарным редуктором, так как он имеет характерный низкий вес и малый размер, отсутствие сопротивления накату, хороший крутящий момент, а также меньшей стоимостью по сравнению с безредукторным мотор колесом.

Для получения свойств универсальности транспортной стойки необходимо разработать различные конструкции сцепных устройств, которые можно будет менять при переносе стойки с одной транспортной платформы на другую, обладающую посадочными поверхностями разных профилей с возможностью установки рычагов с изменяемыми углами для закрепления на любой поверхности.

В настоящий момент времени разработано шесть видов креплений для поверхностей транспортных платформ:

- 1) крепление на квадратный профиль;
- 2) крепление на круглый профиль; крепление на ромбовидный профиль;
- 4) крепление на треугольный профиль;
- 5) крепление на овальный профиль;
- 6) крепление на плоскую поверхность с применением магнита (возможно применение неодимового магнита).

Благодаря данным креплениям возможно закреплять стойку практически на любой поверхности платформы. Главное достоинство разработанных креплений состоит в том, что крепление возможно быстро демонтировать и заменить другим, благодаря используемым болтовым соединениям. В итоге получается жёсткая стойка с гибкой системой креплений и быстросъёмными креплениями для соединения с различными транспортными устройствами.

Первым опытным образцом с применением универсальной транспортной стойки с рулевым управлением с мотор колесом для организации движения стала инвалидная коляска (рис. 2). Благодаря данной транспортной платформе инвалиды с нефункционирующими

Инфраструктура и технологии транспорта

нижними конечностями станут гораздо мобильнее и увереннее в себе, что делает представленную конструкцию высоко социально значимой.



Рис. 2. Опытный образец мобильная инвалидная коляска.

Вторым опытным образцом с применением универсальной транспортной стойки с рулевым управлением с мотор колесом является складская транспортная тележка (рис. 3), транспортная платформа которой предназначена для перевозки крупногабаритного или тяжёлого груза в складских, автомастерских или ремонтных помещениях.



Рис. 3. Складская тележка.

Третьим опытным образцом с применением универсальной транспортной стойки с рулевым управлением с мотор колесом является самокат (рис. 4), предназначенный как для организации отдыха, так и для передвижения по городу.



Рис. 4. Транспортная платформа самокат.

Заключение.

В ходе научной работы были сформулированы следующие выводы:

1. Универсальная транспортная стойка с рулевым управление с мотор колесом является многофункциональной и необходимой разработкой, которую может использовать человек любого возраста и состояния здоровья для передвижения.

Инфраструктура и технологии транспорта

2. Разработанные крепления для различных профилей транспортных платформ полностью соответствуют стандартным требованиям по прочности и надежности, обладают невысокой стоимостью и не требуют для изготовления дорогостоящего оборудования.

3. В ходе работы были изготовлены первые опытные образцы трёх транспортных платформ.

Перспективы работы

1. В связи с невысокой стоимостью, удобством и универсальностью применения разработанные конструкции будут востребованы среди людей разного возраста, состояния здоровья и профессии.

2. Большое количество различных креплений делают транспортную стойку с мотор колесом универсальной, обладающей возможностями для дальнейшего технического совершенствования.

3. С развитием производства и при отсутствии конкурентов возможен выход на транспортный рынок индивидуальных средств передвижения.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЯ

Пичугин Илья Станиславович

*Инженерная школа, кафедра транспортных машин и
транспортно-технологических процессов*

Научный руководитель: Каминский Никита Сергеевич, ст. преподаватель

Ключевые слова: автомобили, диагностика, сканер, техническое обслуживание.

Покупка автомобиля с пробегом – это всегда лотерея. Куда проще купить новую машину, но это уже не так выгодно, поэтому люди готовы рискнуть, в надежде, что именно их «лотерейный билет» окажется выигрышным. К сожалению, так бывает далеко не всегда. Ведь решаясь на самостоятельную покупку подержанного автомобиля, многие не просчитывают всех рисков, которые несет подобная сделка, из-за чего нередко попадают в очень неприятные ситуации. Желание сэкономить может обернуться для неподготовленного человека большими неприятностями, начиная от затрат на ремонт изношенных агрегатов и заканчивая риском остаться без машины и без денег.

Если вы никогда раньше не покупали автомобиль или плохо разбираетесь в его устройстве, лучше обратиться в сервис независимой авто-диагностики. В противном случае велик риск, что вы купите автомобиль, восстановленный после ДТП, с перебитым номером кузова или с проблемами по двигателю/трансмиссии. Очень часто на автомобилях скручивают пробеги, определить это не всегда легко, самое лучшее, когда на автомобиль есть сервисная книжка с отметками о прохождении ТО у официального дилера. Но даже если кузов окажется в порядке, а заявленный пробег реальным, и при этом машина может выглядеть как новая, это вовсе не означает, что она технически исправна. За внешним лоском могут скрываться серьезные неисправности, умело замаскированные продавцом.

Цель работы – повышение эффективности проведения диагностики на предприятии «DROM ASSIST»

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ статистических данных диагностируемых автомобилей;
- подобрать оборудование необходимое для диагностического центра;

При диагностике в пункте технического осмотра автомобиль на предприятии «DROM ASSIST» проходит оценку технического состояния автомобиля.

Кузовные эксперты предприятия, с помощью высокоточного оборудования проверят лакокрасочное покрытие, следы и степень ремонта, а также наличие не заводских швов, соответствие площадок и табличек идентификационных номеров автомобиля.

Технические эксперты проведут диагностические работы двигателя и трансмиссии, деталей подвески на подъемнике, а также проверят герметичность всех узлов и агрегатов, проведут компьютерную диагностику всех электронных блоков управления автомобилем, проверят работоспособность внешних приборов и салонного оборудования, наличие дефектов по салону, проверят безопасность автомобиля на работоспособность, определять восстанавливалась ли система безопасности автомобиля.

Для повышения качества диагностики автомобилей были собраны данные о количестве диагностируемых автомобилей в количестве 11387 единиц представленных на рисунке 1.

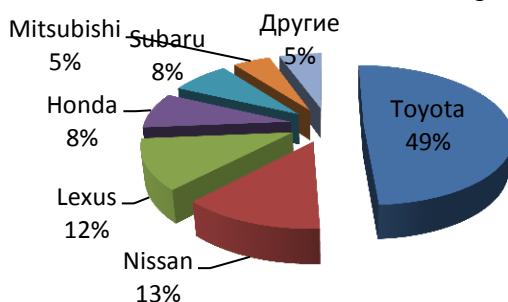


Рис. 1. Марочный состав автомобилей проверенных на предприятии за 2015 – 2018.

Инфраструктура и технологии транспорта

На основании выше приведенной статистики, можно сделать вывод о том, что наибольшей популярностью пользуются автомобили марки Toyota, Nissan, Lexus.

Для более точной диагностики автомобилей этой марки, предлагается заключить контракт на аренду дилерских сканеров (TOYOTA, NISSAN, MITSUBISHI) с их помощью мы сможем определять точный пробег автомобиля, узнавать работоспособность элементов АКПП и других узлов и агрегатов автомобиля.

Одним из основных требований к высококачественной диагностики является квалификация рабочего персонала, предлагается каждый год отправлять специалистов на курсы повышения квалификации.

В результате данные мероприятия повысят эффективность диагностики на предприятии, что в свою очередь увеличит число клиентов.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗОК АВТОМОБИЛЬ-
НЫМ ТРАНСПОРТОМ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Хакимов Семён Радикович

*Инженерная школа; кафедра транспортных машин и
транспортно-технологических процессов*

Научный руководитель: Широкопад Ольга Александровна, доцент

Ключевые слова: транспортный процесс, метеорологические условия, перевозчик.

Значение эффективного метеорологического обеспечения для современного индустриального общества с его мощным промышленным потенциалом, динамичностью и вовлечением в производственные процессы огромных масс людей и материальных ресурсов исключительно велико. Практически все отрасли народного хозяйства в большей или меньшей степени являются сегодня потребителями метеорологической информации, причем по мере развития производительных сил роль метеорологических данных в управлении будет неуклонно возрастать. И дело здесь не только в том, что сведения о возникновении особо опасных явлений или просто о неблагоприятных погодных условиях позволяют снизить, а иногда и полностью предотвратить возможный материальный ущерб, величина которого с расширением масштабов деятельности, безусловно, также растёт. Несомненно важно и другое. Сведения об ожидающихся благоприятных погодных условиях позволяют заблаговременно производить соответствующую корректировку транспортных процессов и тем самым экономить топливо, сокращать установленные сроки доставки грузов, иными словами получать дополнительный хозяйственный эффект от благоприятной погоды.

Совершенно ясно, что сами по себе метеорологические сведения – будь то режимные материалы, справки или оперативные прогнозы и рекомендации – не оказывают еще непосредственного влияния на экономику и приобретают практическую значимость лишь в процессе их целенаправленного использования при принятии управленческих решений. Поэтому реальный экономический эффект, получаемый любым потребителем от метеорологической информации, зависит не только от ее качества, полноты, достоверности и заблаговременности, но и от того, как эта информация используется при управлении транспортным процессом [1].

Этот вопрос имеет принципиальное значение и на него обращалось внимание уже довольно давно. В этой связи следует указать на необходимость глубокого изучения проблемы «ценности» прогностической информации и увязки понятия ценности с экономикой конкретного потребителя. При этом одни и те же прогнозы могут быть полезны для одних потребителей и бесполезны или даже вредны для других.

К сожалению, в последующие годы исследования в указанном направлении велись недостаточно интенсивно. Их заметная активизация, началась с того момента, когда на фоне быстрорастущих требований к метеорологическому обеспечению со стороны самых различных отраслей народного хозяйства со всей ясностью обнаружилось, что уже имеющаяся метеорологическая информация многими потребителями недооценивается и недоиспользуется [2]. Главная причина такого несоответствия кроется в том, что, метеорологи длительное время практически все свое внимание концентрировали на проблеме «добывания» метеорологических данных и почти не занимались вопросами их рационального применения при управлении производственными, в том числе транспортными процессами. В то же время накопленный опыт показал, что без специальных исследований решить эти вопросы потребители сами не могут и здесь нужны совместные усилия специалистов в области автомобильных перевозок, экономистов и метеорологов. Указывая на необходимость расширения такого рода комплексных исследований и придавая им важное самостоятельное значение, в настоящее время внимание науки должно быть привлечено не только к тому, как правильно составлять прогнозы, но и как правильно «применять их в деле».

Инфраструктура и технологии транспорта

Ознакомление как можно более широкого круга специалистов в области автомобильного транспорта с современными подходами к задачам оптимального использования метеорологической информации, а также разработка и скорейшее внедрение соответствующих частных методик «метеорологической» оптимизации решений в различных видах транспорта являются важным резервом в повышении эффективности метеорологического обслуживания народного хозяйства.

Изучение любых вопросов, связанных с количественным анализом эффективности метеорологической информации, и в частности, с разработкой алгоритмов принятия на ее основе оптимальных транспортных решений, требует детального исследования системы управления «метеорологическая информация – перевозчик», общая структурная схема которой изображена на рис. 1.1.

Центральное звено в этой системе занимает транспортный процесс, чувствительный к воздействию известного комплекса погодных факторов. Имея определенную метеорологическую информацию (в общем случае это могут быть данные о климате, текущие сведения о погоде и прогнозы различной заблаговременности – рис. 1.2), управляющее звено системы – перевозчик (диспетчер и водитель) может принимать решения о проведении тех или иных действий, стремясь в максимальной степени компенсировать неблагоприятные или, наоборот, наиболее полно использовать складывающиеся благоприятные погодные условия. При этом, конечно, помимо определенных метеорологических сведений, всегда учитываются и соответствующие не метеорологические данные, определяемые заданием на перевозки – сведения об имеющихся ресурсах, требуемых сроках проведения технологических операций, их последовательности и т.д. Совершенно ясно, однако, что конечные результаты хозяйственной деятельности, отражающиеся в значении какого-то одного или группы технико-экономических показателей, при прочих равных условиях всегда будут тем выше, чем более разумно потребитель использует имеющуюся у него метеорологическую информацию. Основная проблема при этом состоит в правильном учете экономических последствий действий, не соответствующих фактическим погодным условиям.

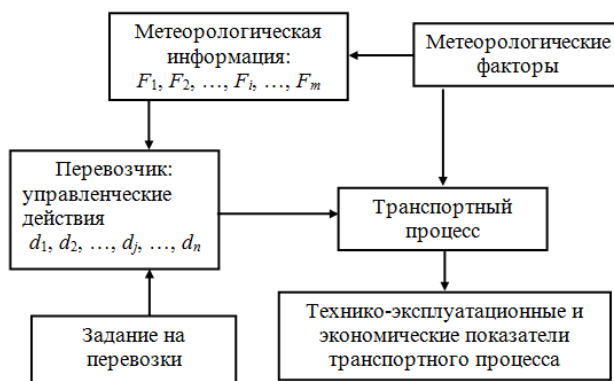


Рис. 1.1. Система «метеорологическая информация – перевозчик».

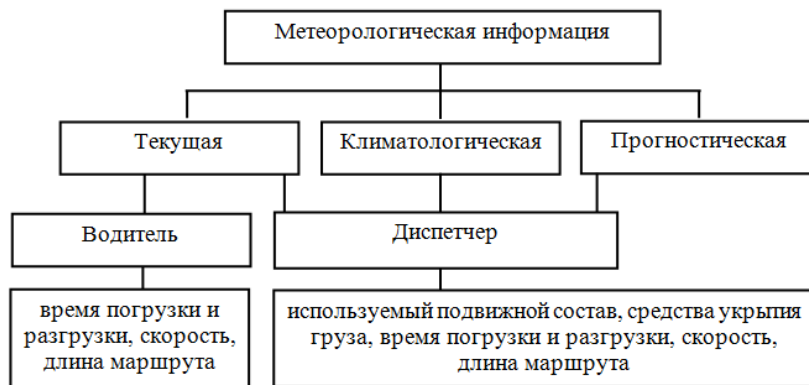


Рис. 1.2. Уровни метеорологической информации, субъекты перевозчика ее использующие, изменяемые характеристики транспортного процесса.

Инфраструктура и технологии транспорта

Действительно, допустим, что, имея данные об ожидающихся погодных условиях, перевозчику предстоит выбрать одну из нескольких возможных альтернатив, причем естественно считать, что для каждого типа погоды существует свое экономически оптимальное решение. Из-за чрезвычайной сложности и практической неуправляемости атмосферных процессов предсказать их развитие заранее с полной достоверностью пока невозможно. Это утверждение безусловно справедливо для сегодняшнего состояния развития метеорологической науки и, по-видимому, будет иметь место в ближайшем предвидимом будущем. Поэтому любые транспортные решения, опирающиеся на использование информации о погоде, неизбежно оказываются связаны с риском большего или меньшего снижения эффективности проводимых мероприятий по сравнению с их потенциальной эффективностью при достоверном знании погодных условий. Учитывая это, целесообразно поставить вопрос об отыскании такой экономически оптимальной хозяйственной стратегии, придерживаясь которой перевозчик сводил бы риск от погодной неопределенности к минимуму.

Необходимой предпосылкой успешного решения сформулированной задачи является математическое описание основных блоков системы, изображенной на рис. 1.1. В зависимости от конкретной ситуации такое описание может иметь различные особенности, однако во всех случаях оно обязательно должно содержать две главные части: математическую модель экономики перевозчика и вероятностную характеристику имеющейся в распоряжении перевозчика климатологической и прогностической информации.

Наиболее трудным, как правило, является создание достаточно удовлетворительной транспортно-экономической модели, которая включала бы в себя полное описание множества возможных управленческих решений и множество состояний природы, имеющих для рассматриваемого перевозчика различное значение. Основываясь на этих данных, необходимо построить так называемую функцию полезности – зависимость, которая показывала бы, какой экономический эффект обеспечивается теми или иными транспортными мероприятиями при каждом из возможных состояний погоды. Понятно, что прежде чем найти такую характеристику, в каждом конкретном случае требуется самостоятельное и весьма детальное изучение объекта управления с целью выявления его «чувствительности» к влиянию соответствующих элементов погоды. Фактически чувствительными к погоде являются очень многие элементы транспортного процесса, однако количественные связи между технико-экономическими показателями их функционирования и влияющими метеорологическими факторами в большинстве случаев пока практически не изучены или по крайней мере изучены весьма слабо.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Жуковский Е.Е. Метеорологическая информация и экономические решения. –Л.: Гидрометеиздат, 1981.
2. Жуковский Е.Е., Чудновский А.Ф. Методы оптимального использования метеорологической информации при принятии решений. –Л.: Гидрометеиздат, 1978.

Раздел 7. Энерготехнологии в морской технике

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНИ ОСЕВОЙ МИКРОТУРБИНЫ С ЧАСТИЧНОЙ ИНТЕГРАЦИЕЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА В СОПЛОВОЙ АППАРАТ

Арон Владислав Вениаминович, Камаев Николай Александрович

Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Фершалов Андрей Юрьевич, канд. техн. наук., доцент

Ключевые слова: микротурбина, ступень, рабочее колесо, сопловой аппарат.

Аннотация: Работа посвящена задаче повышения эффективности микротурбин, используемых в судовых главных и вспомогательных механизмах. В статье рассмотрены особенности функционирования микротурбин. Проведен анализ причин их низкой эффективности. Выявлены причины низкой эффективности осевых микротурбин: большие относительные зазоры между элементами проточной части, большая кривизна каналов, внезапное расширение потока на выходе из соплового аппарата и большие потери на трение потока о поверхность проточной части. Опираясь на выдвинутые гипотезы низкой эффективности, была предложена конструкция ступени осевой микротурбины, особенности которой заключаются в том, что рабочее колесо снабжено периферийным и корневым уплотняющими козырьками, которые частично размещены в проточной части соплового аппарата. Проведен анализ возможности повышения эффективности ступеней микротурбин при внедрении конструкции с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат.

Постановка проблемы

До настоящего времени остается актуальной задача повышения экономичности турбомашин. Одним из путей повышения экономичности газовых турбинных установок является совершенствование их проточной части. Для этого необходимо оценить и минимизировать потери кинетической энергии потока газа при течении в сопловых и рабочих каналах, а также в зазоре между ними. В энергетике существует ряд задач, решение которых возможно при использовании микротурбин. К таким задачам относятся:

- привод главных двигателей на автономных малоразмерных беспилотных летательных аппаратах;
- привод вспомогательных двигателей (для генераторов и насосов).
- для такой области энергетики, как автономные малоразмерные подводные обитаемые аппараты, эффективность энергоустановки определяет важнейший показатель – автономность. К микротурбинам, работающим в вышеуказанных областях предъявляется ряд требований, а именно:
 - ограниченные масса и габариты установки;
 - высокая моментная характеристика на валу турбины;
 - малый расход рабочего тела.

Проведенные исследования показали, уровень КПД микротурбин значительно меньше полноразмерных турбин. Однако при детальном анализе эффективности элементов проточной части микротурбин было выяснено, что эффективность сопловых аппаратов с малым углом выхода может достигать значения 0,97, а эффективность рабочих колес с большим углом поворота потока может достигать 0,93. Учитывая малые расходы рабочего тела и габариты микротурбин, были выдвинуты следующие гипотезы, обуславливающие их низкую эффективность:

1. Большие относительные зазоры в проточной части вызывают увеличение диссипации энергии с пассивным рабочим телом, в области между рабочим колесом и сопловым аппаратом;

2. Малые диаметры ступеней микротурбин обуславливают большую кривизну каналов проточной части, которая приводит к повышенным радиальным перетеканиям потока рабочего тела;

3. При выходе рабочего тела из сопел соплового аппарата происходит «внезапное» расширение потока, сопровождающееся большими потерями кинетической энергии;

4. Большая скорость потока в сверхзвуковой части сопел приводит к большим потерям на трение газа о поверхность сопла. Указанные гипотезы стали основой для разработки конструкции ступени осевой микро-турбины, позволяющей нивелировать причины низкой эффективности.

Конструкция ступени микротурбины (Рис.1)

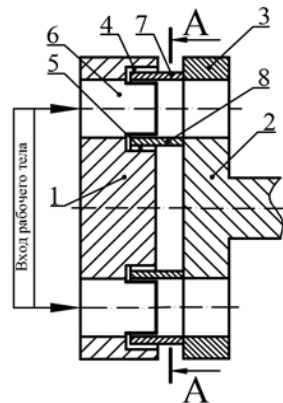


Рис. 1. Конструкция ступени осевой микротурбины:

1 - сопловой аппарат; 2 - рабочее колесо; 3 - бандаж рабочего колеса; 4 - периферийная проточка; 5 - корневая проточка; 6 – поверхность сопла; 7 – периферийный козырек рабочего колеса; 8 – корневой козырек рабочего колеса.

Ступень осевой турбины работает следующим образом:

Поток рабочего тела разгоняется в соплах 6 соплового аппарата 1, выходными (периферийными и корневыми) поверхностями которых являются вращающиеся поверхности козырьков 7, расположенного на бандаже 3 и 8 - на рабочем колесе 2. В отличие от традиционных ступеней в предлагаемой конструкции трение о стенки не является потерей энергии. Это происходит из-за того, что, вращаясь вместе с рабочим колесом 2, козырьки 7 и 8 используют энергию потока рабочего тела, летящего под углом в направлении вращения рабочего колеса 2. Кроме того, вращение поверхностей козырьков препятствует отрыву потока от них за счет снижения скорости потока рабочего тела относительно вращающихся поверхностей. Внедрение козырьков 7 и 8 в сопловой аппарат 1 позволяет устранить «дресселирование» потока при выходе его из сопел в зазор между рабочим колесом и сопловым аппаратом. После этого поток рабочего тела попадает в проточную часть каналов рабочего колеса 2. В связи с тем, что в предлагаемой конструкции "перекрыша" отсутствует, это исключает радиальные течения газа, которые снижают эффективность турбины.

В предлагаемой конструкции проточная часть, начиная с входа рабочего тела в сопла 6 соплового аппарата 1 и заканчивая выходом его из рабочего колеса 2, является единым целым для потока рабочего тела, что позволяет организовать его движение оптимальным образом.

Прогнозирование уровня повышения эффективности ступени микротурбины

Возможный рост эффективности будет связан с нивелированием потерь, связанных с:

- большими относительными зазорами за счет того, что поток, соприкасаясь с периферийной и корневой поверхностью козырьков, являющихся частью рабочего колеса, участвует в совершении полезной работы;
- малыми диаметрами и, как следствие, повышенным радиальным перетеканиям потока рабочего тела за счет того, что в предлагаемой конструкции отсутствует "перекрыша";

Энерготехнологии в морской технике

- внезапным расширением потока, так как в ступени отсутствует осевой зазор. Это связано с тем, что начиная с входа рабочего тела в сопла и заканчивая выходом его из рабочего колеса проточная часть является единым целым для потока рабочего тела;
- большой скоростью потока и, следовательно, с большими потерям на трение газа о поверхность сопла. В предложенной конструкции корневая и периферийная поверхность сверхзвуковой части сопла, где имеют место быть значительные потери на трение, являются частью рабочего колеса. Так как рабочее колесо вращается в направлении окружной составляющей скорости потока в выходной части сопла, скорость течения газа относительно подвижной корневой и периферийной части меньше, чем в традиционных соплах. Из этого следует, что и потери на трение также будут меньше.

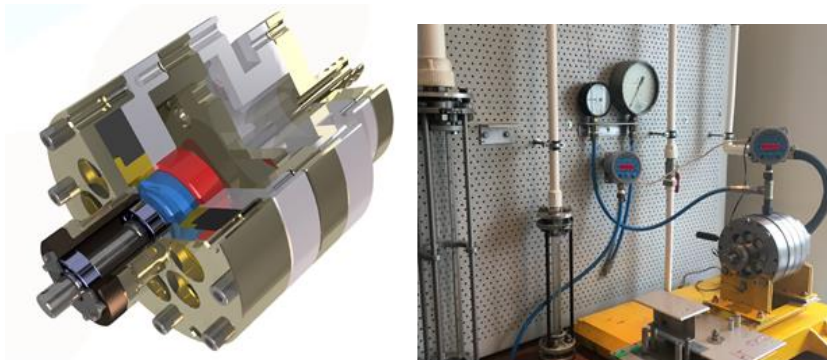


Рис. 2. Внешний вид экспериментальной установки.

Результаты исследований

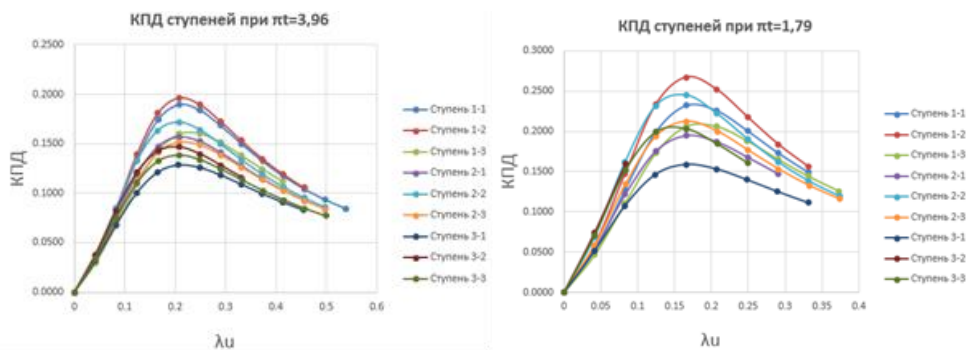


Рис. 3. Графики зависимости КПД исследованных ступеней от λu при различных πt .

Анализируя полученные зависимости можно сделать следующие выводы:

- при уменьшении перепада давлений происходит повышение КПД всех исследованных ступеней;
- по параметру λu существует оптимум, который для различных ступеней находится при разных значениях параметра;
- максимальную эффективность в диапазоне проведенных исследований показала ступень 1-2;
- минимальную эффективность показала ступень 3-1.

Заключение

На основе выдвинутых гипотез, обуславливающих низкую эффективность микротурбин, была разработана конструкция ступени осевой микротурбины. Особенность ступени заключается в том, что рабочее колесо снабжено уплотняющими козырьками, выполненными как продолжение периферийной и корневой поверхности выходной части сопла и его косога среза. При этом названные козырьки, по меньшей мере, частично размещены в проточной части соплового аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фершалов, Ю.Я. Совершенствование сверхзвуковых осевых малорасходных турбин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Дальневосточной государственной технической университет, Владивосток, 2000, 153 с.
2. Фершалов, А.Ю. Повышение эффективности рабочих колес судовых осевых малорасходных турбин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, 2011, 125 с.
3. Кириллов, И.И. Патент на изобретение № 857512 (СССР). Осевая турбина / Ленинградский политехнический институт, 1981.
4. Фершалов, Ю.Я., Фершалов, А.Ю., Симашов, Р.Р. Газодинамические характеристики сопловых аппаратов с малыми углами выхода потока в составе осевой малорасходной турбины // Судостроение. 2009. № 6. С. 56-59.
5. Фершалов, Ю.Я. Моделирование, анализ и совершенствование газодинамических характеристик судовых осевых сверхзвуковых малорасходных турбинных ступеней // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Дальневосточной федеральный университет, Владивосток, 2015, 355 с.
6. Фершалов, Ю.Я., Фершалов, А.Ю., Акуленко, В.М., Фершалов, М.Ю., Цыганкова, Л.П. Перспективность исследований и области применения малорасходных турбин // Вологодские чтения. 2010. № 78. С. 159-164.
7. Фершалов, Ю.Я., Фершалов, А.Ю. Сопловой аппарат осевой малорасходной турбины // Судостроение. 2010. № 3. С. 46-47.
8. Фершалов, А.Ю., Грибиниченко, М.В., Фершалов, Ю.Я. Газодинамические характеристики рабочих колес осевых турбин с большим углом поворота проточной части // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2012. № 1. С. 88-98.
9. Фершалов, А.Ю., Фершалов, М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. С. 29-31.
10. Фершалов, Ю.Я., Фершалов, М.Ю., Фершалов, А.Ю. Патент на изобретение №2338887. Ступень осевой турбины / Дальневосточный федеральный университет, 2007.

**СОСТАВ И МОРФОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ,
ПОЛУЧЕННЫХ СОЧЕТАНИЕМ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО
ОКСИДИРОВАНИЯ И НАНЕСЕНИЯ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

Белов Евгений Алексеевич

*Школа естественных наук; базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий;
Научный руководитель: Надарая Константинэ Вахтангович, канд. хим. наук,
научный сотрудник Института химии ДВО РАН.*

Ключевые слова: магний, плазменное электролитическое оксидирование, политетрафторэтилен, композиционное покрытие.

Аннотация: В работе приведен метод создания композиционного покрытия путем сочетания плазменного электролитического оксидирования и дальнейшего нанесения политетрафторэтилена. Методами сканирующей электронной микроскопии, энерго-дисперсионного анализа и рентгенофазового анализа исследованы морфология и состав покрытий. Показано, что в составе покрытий присутствуют, как элементы подложки (магниевого сплава МА8), так и электролита. Подтверждено наличие в композиционном слое политетрафторэтилена.

Введение.

В настоящее время магний становится все более и более востребованным металлом. Благодаря малой плотности его сплавов и высокой удельной прочности, способности к поглощению вибраций и еще ряду полезных физико-химических свойств сплавы магния являются ценным материалом для различных отраслей промышленности [4, 5]. К таким отраслям промышленности можно отнести машиностроение, авиастроение, приборостроение, производство космической техники, медицину и т.д. [4].

Однако, несмотря на положительные характеристики магниевых сплавов, магний остается термодинамически активным металлом [5], что обуславливает его слабое сопротивление коррозионному разрушению под действием агрессивной среды. При этом магний не образует на поверхности прочный оксидный слой, что могло бы снижать скорость растворения данного металла [5]. Так же стоит помнить, что магний – это металл, имеющий небольшую износостойкость [7], что увеличивает шанс разрушения магниевых деталей в узлах трения или при контакте со средой, в которой движутся какие-либо абразивные частицы.

Таким образом, использование магниевых сплавов в машинах и некоторых узлах механизмов ограничено их невысокой коррозионной и износостойкостью.

В наше время формирование покрытий широко используется для уменьшения коррозионного и трибологического износа [6]. Одним из самых перспективных подобных методов на данный момент является метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) [3], суть которого заключается в формировании при высокой напряженности электрического поля на границе раздела электролит / металл коротко живущих плазменных разрядов. В их каналах происходит взаимодействие веществ электролита с металлом подложки с последующим резким охлаждением. Таким образом, методом ПЭО можно формировать коррозионно- и износостойкие покрытия на магниевых сплавах, обладающие развитой морфологической структурой поверхности [1], которая позволяет использовать ПЭО-слой в качестве основы для формирования композиционных покрытий (КП) [4], к примеру, путем внедрения политетрафторэтилена (ПТФЭ) – инертного полимера с рядом важных технических характеристик: ПТФЭ устойчив к химическим и температурным воздействиям, обладает антифрикционными и электроизоляционными свойствами [8]. КП полученные с использованием ПЭО-слоя и ПТФЭ обладают более высокими защитными характеристиками, чем ПЭО-покрытия [2].

Материалы и методики экспериментов.

В качестве образцов для исследования использовались пластинки размерами 30x15x1 мм, сделанные из сплава магния МА8. Для стандартизации образцы подвергались

обработке шлифовальной бумагой. Затем образцы промывались дистиллированной водой и обезжиривались спиртом.

Для создания КП использовали ультрадисперсный политетрафторэтилен (УПТФЭ) торговой марки «Форум®». УПТФЭ представляет собой порошок с размером частиц 0,2-1,5 мкм. Для нанесения композиционных покрытий на образцы использовалась 15% суспензия порошка УПТФЭ в изопропиловом спирте.

Для проведения плазменного электролитического оксидирования на поверхности магния использовали электролит, содержащий 15 г/л Na_4SiO_4 и 5 г/л NaF .

Образцы обрабатывались в два этапа в биполярном режиме [1]. На первом этапе в анодной компоненте напряжение повышали с 30 до 240 В за 200 с, катодная компонента же была фиксирована на значении -40 В. На втором этапе напряжение в анодной части понижалось с 240 до 200 В за 600 с, в катодной – с -40 до -10 В. Соотношение анодного и катодного импульсов было равно 1, коэффициент заполнения составил 50%. Частота поляризации была равна 300 Гц.

Формирование КП происходило методом распыления частиц УПТФЭ на поверхность образца пистолетом-распылителем, при давлении 3 бар (0,3 МПа). Расстояние от сопла до образца составляло 20 см. После образцы высушивались при комнатной температуре на воздухе и подвергались термической обработке в течении 15 мин при 315 °С в муфельной печи L9/13/B180 (Nabertherm, Германия), в дальнейшем охлаждались вместе с печью. Для изучения влияния кратности нанесения на свойства покрытия, полимер на образцы наносился один (КП-1х), два (КП-2х) и три (КП-3х) раза. Термическая обработка проводилась после каждого нанесения композиционного слоя.

Для оценки морфологии поверхности образцов использовался сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) Evex Mini-SEM (Evex Analytical Instruments, США). Шлифы оценивались при помощи сканирующего электронного микроскопа EVO 40 (Carl Zeiss, Германия), который дополнительно был оснащен прибором для проведения энерго-дисперсионной спектроскопии (ЭДС) INCA X-act (Oxford Instruments, Великобритания). Содержание элементов в покрытии оценивали путем сравнения и оценки интенсивности линий.

Фазовый состав поверхностных слоев определяли на многоцелевом рентгеновском дифрактометре Rigaku (SmartLab, Япония) (Cu-K_α -излучение). Относительное содержание фаз в покрытии оценивали по отношению интенсивностей самых сильных линий.

Результаты и их обсуждение.

Анализ данных СЭМ-изображений (рис. 1) дает возможность сделать выводы о существенном изменении морфологии поверхности после распыления частиц УПТФЭ на ПЭО-слой. Если для ПЭО-покрытия наблюдается стандартная структура с большим количеством пор и дефектов (рис. 1а), то после нанесения одного слоя фторсодержащего полимера, количество пор резко снижается (рис. 1б). Дальнейшее увеличение кратности нанесения полимера приводит к увеличению сплошности полимерсодержащего покрытия (рис. 1в, г).

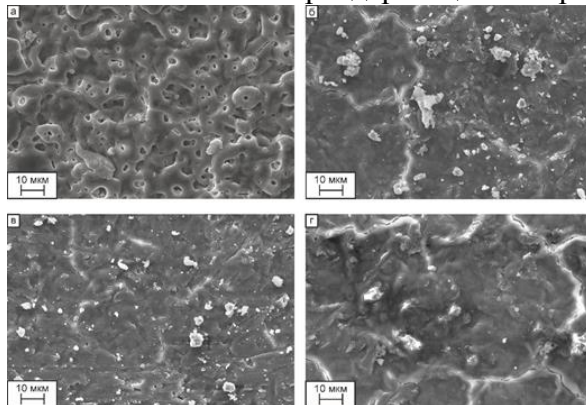


Рис. 1. СЭМ-изображение ПЭО-покрытия (а) и композиционных покрытий, полученных на магниевом сплаве МА8, с однократным (б), двукратным (в) и трехкратным (г) нанесением фторсодержащего полимера.

Оценивая данные рентгенофазового анализа образцов с ПЭО-покрытиями, можно заключить, что в составе поверхностных слоев есть MgO и Mg_2SiO_4 , а также Mg (рис. 2а). Их наличие обусловлено взаимодействием между подложной и электролитом в ходе процесса оксидирования.

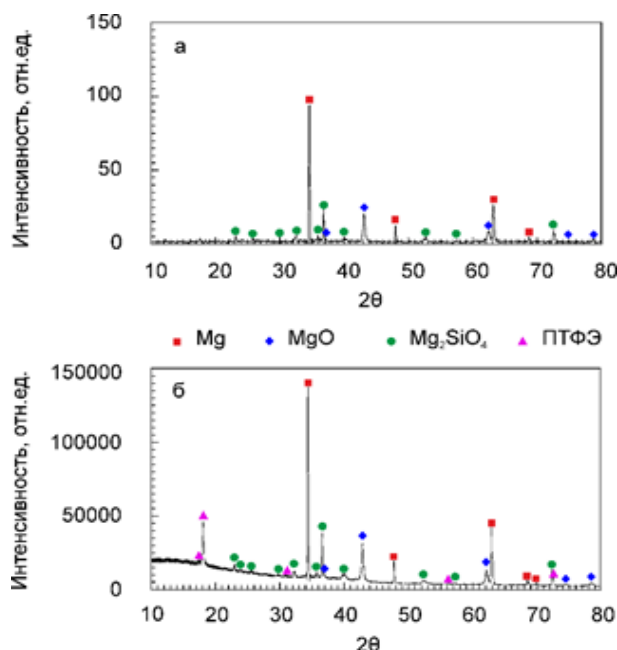


Рис. 2. Дифрактограммы образцов с ПЭО-покрытием (а) и композиционным покрытием (б).

На дифрактограмме композиционного покрытия присутствует пик ПТФЭ (рис. 2б), что объясняется внедрением фторсодержащего полимера в ходе нанесения и дальнейшей термической обработкой.

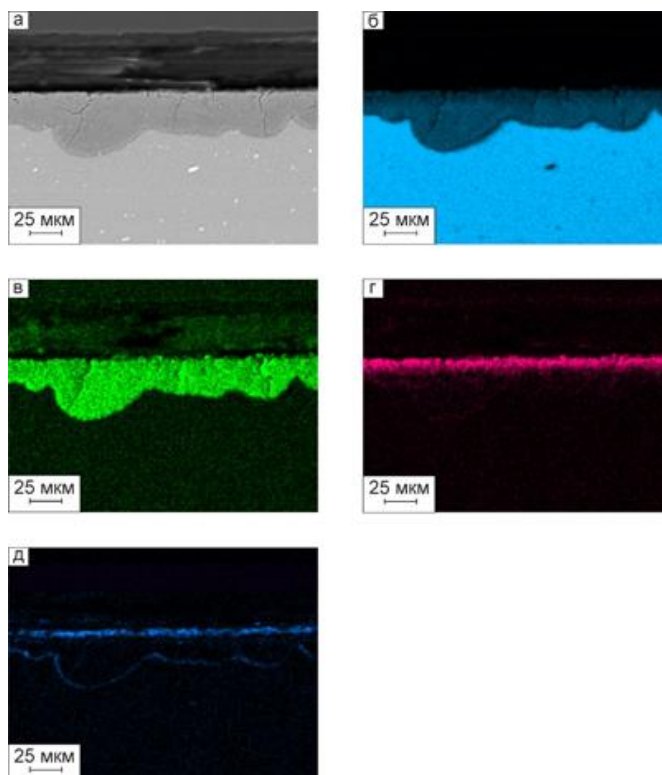


Рис. 3. СЭМ-изображения поперечного шлифа композиционного покрытия (а) и карта распределения элементов по толщине покрытия: магния (б), кислорода (в), кремния (г) и фтора (д) по данным ЭДС.

Для исследования элементного состава полимерсодержащего слоя был проведен энергодисперсионный анализ поперечного шлифа (рис. 3). Магний в больших количествах присутствует в материале покрытия и равномерно распределен по его толщине (рис. 3б). Вследствие формирования ПЭО-слоя образовался оксид и силикат магния (рис. 2), из-за чего в составе покрытия присутствуют кислород и кремний (рис. 3в, г). О заполнении пор и образовании однородного полимерного слоя можно сделать вывод, исходя из распределения фтора, который является компонентом ПТФЭ. Фтор распределен в составе композиционного слоя неравномерно и наибольшее его количество наблюдается на поверхности покрытия (рис. 3д), что обусловлено формированием тонкой полимерной пленки в ходе термической обработки КП.

Также фтор неравномерно распределен по толщине базового ПЭО-слоя (рис. 3д), что подтверждает предположение о заполнении микродефектов ПЭО-слоя фторсодержащим полимерным материалом. Наличие фтора во внутреннем «беспористом» подслое на границе покрытие / металл обусловлено внедрением данного элемента из электролита и формированием в ходе процесса оксидирования MgF_2 .

Заключение

Композиционные покрытия были сформированы на магниевом сплаве МА8 методом ПЭО и последующим нанесением УПТФЭ путем распыления.

Были исследованы морфологические особенности поверхности композиционного покрытия с помощью СЭМ, ЭДС и рентгенофазового анализа. Пористая поверхность ПЭО-слоя является отличной основой для формирования композиционного покрытия. Фторсодержащий полимер распределяется по поверхности образца и проникает в поры, закрывая их от возможного проникновения агрессивной среды.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Института химии ДВО РАН, тема № 265-2018-0001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Advances in Microarc Oxidation Coated AZ31 Mg Alloys for Biomedical Applications. / L. Zhang; J. Zhang; C. Chen; Y. Gu // *Corros. Sci.* – 2015. – Vol. 91. – P. 7–28.
2. Composite Fluoropolymer Coatings on the MA8 Magnesium Alloy Surface / S. V. Gnedenkov; S. L. Sinebryukhov; D. V. Mashtalyar; K. V. Nadaraia; A. S. Gnedenkov; V. M. Bouznic // *Corros. Sci.* – 2016. – Vol. 111. – P. 175–185.
3. Corrosion Behavior of the Composite Ceramic Coating Containing Zirconium Oxides on AM30 Magnesium Alloy by Plasma Electrolytic Oxidation. / F. Liu; D. Shan; Y. Song; E. H. Han; W. Ke // *Corros. Sci.* – 2011.-Vol. 53, N 11. – P. 3845–3852.
4. Effect of Different Post-Treatments on the Corrosion Resistance and Tribological Properties of AZ91D Magnesium Alloy Coated PEO. / A. Castellanos; A. Altube; J. M. Vega; J. A. Díez; H. J. Grande // *Surf. Coat. Technol.* – 2015. – Vol. 278. – P. 99–107.
5. Fundamentals and Advances in Magnesium Alloy Corrosion / M. Esmaily; J. E. Svensson; S. Fajardo; N. Birbilis; G. S. Frankel; S. Virtanen; R. Arrabal; S. Thomas; L. G. Johansson // *Prog. Mater. Sci.* – 2017 – Vol. 89. – P. 92–193.
6. Gray, J. E. Protective Coatings on Magnesium and Its Alloys — a Critical Review. / J. E. Gray; B. Luan // *J. Alloys Compd.* – 2002. – Vol. 336. – P. 88–113.
7. Ilanaganar E. Wear Mechanisms of AZ31B Magnesium Alloy during Dry Sliding Condition. / E. Ilanaganar; S. Anbuselvan // *Mater. Today Proc.* – 2018. – Vol. 5, N 1. – P. 628–635.
8. Zettsu, N. Surface Functionalization of PTFE Sheet through Atmospheric Pressure Plasma Liquid Deposition Approach. / N. Zettsu; H. Itoh; K. Yamamura // *Surf. Coatings Technol.* – 2008. – Vol. 202, N 22–23. – P. 5284–5288.

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ НАБОРА ПРОЧНОСТИ И МЕТАЛЛОЁМКОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

Дам Ван Тун

Инженерная школа; кафедра кораблестроения и океанотехники

Научный руководитель: Бугаев Виктор Григорьевич, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: конструкции корпуса судна, проектирование, повышение качества, автоматизированные системы, инженерный анализ.

Введение.

Одним из направлений сокращения сроков проектирования и повышения качества изделия является создание и внедрение автоматизированных систем и систем инженерного анализа. Solidworks simulation позволяет оценить прочность конструкции или сборки целиком, определить, какие элементы конструкции или детали сборки будут снижать эксплуатационную надежность изделия и внести изменения для получения равнопрочной конструкции или сборки, а также проводить оптимизацию конструкции по критериям минимизации/максимизации (массы, объема, собственных частот и критической силы).

Описание 3D-модели.

Выполнено исследование напряжено-деформированного состояния конструкции рыболовного судна проекта 70133.

Судно имеет поперечную систему набора со шпацией 540 мм. Шпангоуты и бимсы изготовлены из полособульба. Продольные и поперечные переборки - сварные плоские, усиленные вертикальными ребрами жесткости. Три грузовых люка размером в свету 800x1200 мм установлены на верхней палубе для доступа в охлаждаемые танки. Углы вырезов закруглены в целях предотвращения создания концентрации напряжений. Между люками установлены две продольные переборки, подразделяющие трюм на три отсека[2].

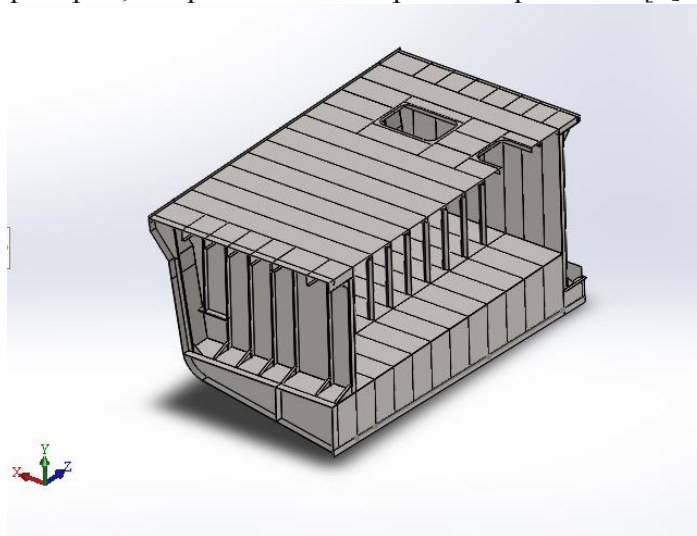


Рис. 1. 3D-модель корпуса судна.

Теоретические основы

Задачу оптимизации характеристик (параметров) изделия в терминах математического программирования можно сформулировать следующим образом. Необходимо найти такой вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ оптимизируемых характеристик (параметров), при котором критерий эффективности (функция цели) достигает экстремального значения

$$F(X) \rightarrow \min(\max) \quad (1)$$

и выполняются требования, предъявляемые к изделию, заданные ограничениями

$$\Psi_j(X) \geq a_j, j = 1, m. \quad (2)$$

$$x_{i \max} \geq x_i \geq x_{i \min}, i = 1, n, (3)$$

где j, i – индекс ограничения и неизвестной (параметра); m, n – количество ограничений и неизвестных (параметров); $F(X)$ – критерий эффективности (цель); $\Psi_j(X)$ – ограничения, определяющие требования технического задания, тактико-технические и эксплуатационно-экономические показатели; a_j – значения граничных условий.

Для решения задачи оптимизации необходимо:

- создать трехмерную модель изделия;
- выбрать вектор оптимизируемых характеристик (параметров);
- установить перечень ограничений (датчиков);
- выбрать критерий эффективности (цель);
- выбрать алгоритм оптимизации (в SolidWorks метод планирования эксперимента);
- создать сценарии исследования;
- провести анализ решения и выбрать оптимальный вариант[1].

Оптимизация конструкций позволяет найти наилучшие с точки зрения выбранного критерия (обычно минимума массы) размеры конструкции, обеспечивающие заданные требования к прочности (запасу прочности), частоте колебаний, перемещениям и др.

Исследование проектирования

Задача исследования заключается в минимизации массы корпуса судна при варьировании размеров бимсов и шпангоутов.

Постановка задачи:

Критерий эффективности: $Масса(X) \rightarrow \min$.

В качестве оптимизируемых переменных (параметров) выбраны размеры бимсов и шпангоутов.

		Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Переменные				
h1	Введите значение	80мм	80мм	80мм
s1	Введите значение	5мм	5мм	5мм
b1	Введите значение	22мм	22мм	22мм
h2	Введите значение	100мм	120мм	140мм
s2	Введите значение	6мм	6.5мм	7мм
b2	Введите значение	26мм	30мм	33мм
Ограничения				
Stress1	Меньше чем	Макс: 2.35e+008 Н/м²	прочность трюк	
Displacement1	Меньше чем	Макс: 0.003м	прочность трюк	
Strain1	Меньше чем	Макс: 0.001500	прочность трюк	
Цели				
Mass1	Минимизировать			

Рис. 2. Таблица сценариев.

Результаты исследования.

13 из 13 сценариев завершены успешно. Качество исследования проектирования: Высокое
Результаты текущего сценария были интерполированы (Нажмите на правую кнопку мыши и на кнопку Запуск, чтобы рассчитать точные результаты сценария)

	Текущая	Начальная	Оптимальная (3)	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4	Сценарий 5
h1	100мм	100мм	80мм	80мм	80мм	80мм	90мм	90мм
s1	6мм	6мм	5мм	5мм	5мм	5мм	5.5мм	5.5мм
b1	26мм	26мм	22мм	22мм	22мм	22мм	24мм	24мм
h2	120мм	120мм	140мм	100мм	120мм	140мм	100мм	120мм
b2	30мм	30мм	33мм	26мм	30мм	33мм	26мм	30мм
s2	6.5мм	6.5мм	7мм	6мм	6.5мм	7мм	6мм	6.5мм
Stress1	< 2.35e+008 Н/м²	1.9099e+008 Н/м	1.9099e+008 Н/м	2.859e+008 Н/м²	2.5124e+008 Н/м²	1.9796e+008 Н/м	1.742e+008 Н/м²	2.1219e+008 Н/м²
Displacement1	< 0.003м	0.00005702м	0.00005472	0.00005351м	0.00005698м	0.00005472м	0.00006073м	0.00005672м
Strain1	< 0.001500	0.000538	0.000561	0.000684	0.000686	0.000561	0.000625	0.000603
Mass1	Минимизировать	10103.803505	9923.173040	9922.797968	9985.380734	10048.502374	9980.470506	10042.677264

Рис. 3. Таблица результатов исследования проектирования.

Энерготехнологии в морской технике

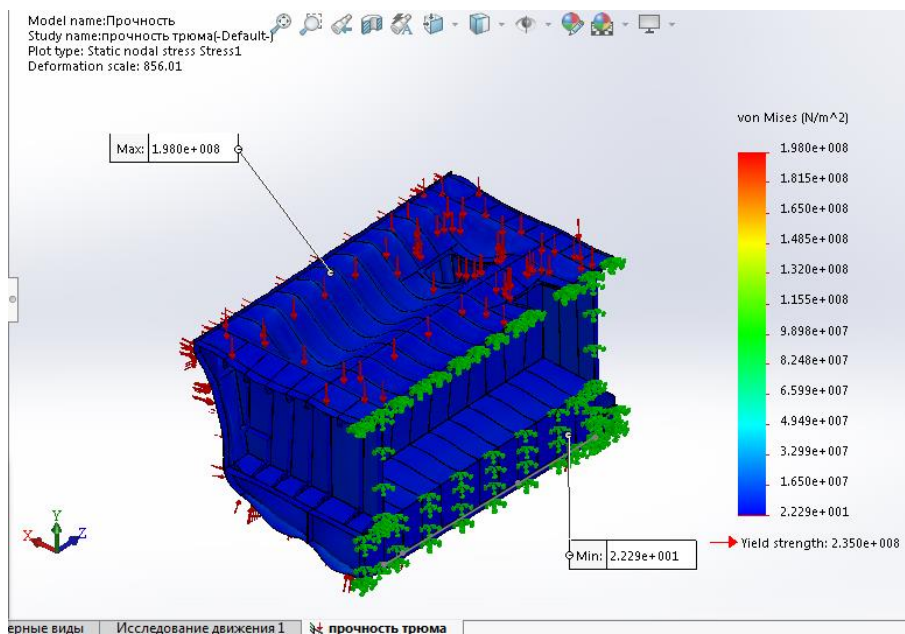


Рис. 4. Эюра распределения напряжений при оптимальном варианте.

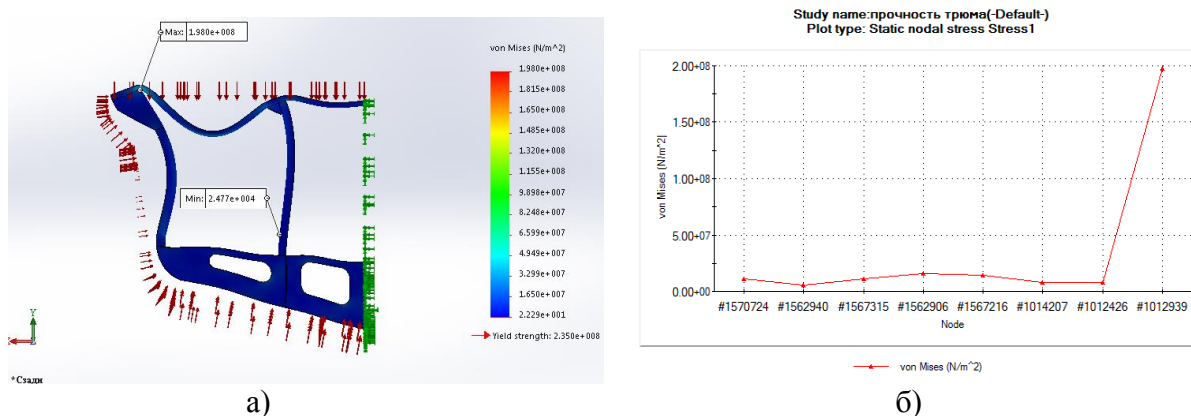


Рис. 5. Напряжения в шп. 25: а) эюра распределения; б) результаты зондирования напряжений по длине шпангоута 25

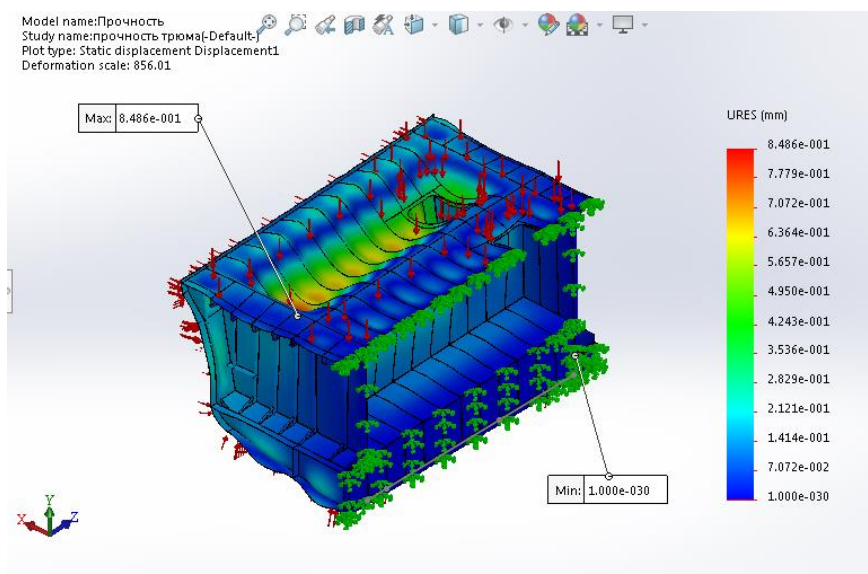


Рис. 6. Эюра распределения перемещений при оптимальном варианте.

Выводы.

Оптимальный вариант конструкций корпуса достигается при размерах бимсов и шпангоутов, соответствующих полосульбам с номерами 80 и 140а.

Энерготехнологии в морской технике

Максимальные напряжения при оптимальном варианте составляют $1,9796e+008 \text{ Н/м}^2$ в районе Шп. 25, что не превышает предельно допустимых значений напряжений равных 235 мПа

Максимальные перемещения при оптимальном варианте составляют 0,85мм в центре пластины в районе Шп. 22-23.

Максимальные деформации при оптимальном варианте составляют 0,000561.

Масса конструкции до оптимизации составляла 10103 кг, после оптимизации - 9923 кг, т.е. произошло уменьшение массы на 2 %, но при этом прочность перекрытия обеспечена.

Заключение.

1. Прочность конструкций корпуса обеспечена при воздействии нагрузок, регламентированных Правилами Российского морского регистра судоходства[3]: максимальные напряжения по Мизесу не превышают предела текучести материала; перемещения и деформации являются незначительными.

2. Картина восприятия нагрузки перекрытием, а также численные значения параметров (напряжений, перемещений, деформаций) свидетельствуют о пригодности SolidWorks Simulation на этапе проектирования и инженерного анализа.

3. Важным преимуществом оптимизации с помощью Solidwork simulation является не только определение, анализ и оценка критерия эффективности и ограничений, но и визуализация результатов в виде картин, эюр и графиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев В.Г. CAD/CAM/CAE-системы. Автоматизированное проектирование судов/Учебное пособие. – Владивосток, Изд-во ДВГТУ, 2008. – 276 с.
2. Рыболовное судно проекта 70133, Poseidon-Zvezda Co.,Ltd, Vladivostok.
3. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства. В 5 томах. Том 1. Санкт-Петербург, 2015. – 505 с.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЭО-ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ В
ТАРТРАТСОДЕРЖАЮЩЕМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ
МЕТАСИЛИКАТА НАТРИЯ

Изотов Николай Владимирович

*Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель: Егоркин Владимир Сергеевич, канд. хим. наук,
старший научный сотрудник Института химии ДВО РАН*

Ключевые слова: плазменное электролитическое оксидирование, алюминиевые сплавы, износостойкие покрытия, механические свойства.

Введение.

Одним из современных и эффективных методов формирования защитных покрытий на элементах судовых энергетических установок является плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО).

В зависимости от режима ПЭО и состава электролита можно получать керамикоподобные покрытия (антикоррозионные, антинакипные, противоизносные, биоактивные, биоинертные, антифрикционные) с уникальными характеристиками и широким спектром практического применения [1, 2, 3].

В работах [4, 5] в тартратсодержащих электролитах были сформированы ПЭО-покрытия, обладающие высокими защитными свойствами. Однако толщина формируемых в данном электролите слоев не превышает 15–20 мкм. Согласно исследованиям [6], введение в состав электролита силикатов щелочных металлов позволяет формировать более толстые оксидные покрытия. В этой связи, данная работа посвящена исследованию влияния метасиликата натрия на толщину и механические свойства (микротвердость, адгезию, износостойкость) ПЭО-покрытий, формируемых в тартратсодержащем электролите на сплаве алюминия АМг3.

Оборудование и методы.

Для формирования защитных ПЭО-покрытий использовали образцы размером 20×30×2 мм, изготовленные из сплава алюминия АМг3, принадлежащего системе Al–Mg–Mn–Si. Предварительная подготовка образцов заключалась в обработке наждачной бумагой различной зернистости до достижения размера зерна 15 мкм и промывке деионизированной водой. Затем образцы сушили теплым воздухом.

Для формирования ПЭО-покрытий использовали установку с тиристорным источником питания ТЕР4–100/460Н–2–2УХЛ4, подающем на обрабатываемое изделие полярирующий сигнал с частотой 300 Гц. Процесс оксидирования проводили в 45 минутном биполярном режиме.

Электролиты получали разведением в деионизированной воде следующих компонентов: NaF (0,6 г/л), Na₂V₄O₇·10H₂O (10 г/л), C₄H₄O₆K₂·0,5H₂O (25 г/л) и Na₂SiO₃·5H₂O (0–25 г/л).

Микротвердость ПЭО-покрытий исследовали на динамическом измерителе микротвердости DUN-W201 (Shimadzu, Япония).

Скратч-тестирование проводили с помощью Revetest-RST (CSM instruments, Швейцария). Нагрузка на индентере менялась от 1 до 190 Н со скоростью изменения 15,5 Н/мин; длина трека – 5 мм.

Трибологические испытания проводили на автоматизированной машине трения Tribometer (CSM Instruments, Швейцария) при нагрузке 10 Н и расстоянии 100 м.

Результаты и обсуждения.

В результате проведенного исследования определены микротвердость и модуль Юнга. В таблице 1 представлены усредненные данные по пяти измерениям для каждого образца.

Таблица 1. Зависимость толщины, пористости, микротвердости и модуля Юнга от концентрации Na_2SiO_3 в тартратсодержащем электролите

Концентрация метасиликата натрия, г/л	Микротвердость, ГПа	Модуль Юнга, ГПа	Пористость по поперечному сечению ПЭО-покрытий, %	Толщина ПЭО-покрытий, мкм
0	$10,5 \pm 0,3$	100 ± 5	10,9	57 ± 3
5	$11,2 \pm 0,3$	110 ± 2	8,8	64 ± 7
10	$14,5 \pm 0,2$	160 ± 2	10,9	112 ± 4
15	$14,1 \pm 0,1$	155 ± 3	19,1	116 ± 6
20	$13,9 \pm 0,1$	150 ± 4	20,7	121 ± 6
25	$14,0 \pm 0,1$	160 ± 1	29,8	152 ± 9

Согласно полученным данным, можно отметить, что все сформированные ПЭО-слои обладают высокими значениями микротвердости и модуля Юнга. Наибольшие микротвердость ($14,5$ ГПа) и модуль Юнга (160 ГПа) показал образец с ПЭО-покрытием, сформированным при 10 г/л метасиликата натрия. Это связано с тем, что данный ПЭО-слой обладает небольшой пористостью по поперечному сечению ($10,9$ %), при этом обладает достаточно большой толщиной (112 ± 4 мкм) в ряду исследуемых оксидных покрытий.

При меньшей концентрации $0-5$ г/л Na_2SiO_3 данные характеристики более чем в $1,2$ раза меньше. Это связано с меньшей толщиной данных ПЭО-покрытий (57 ± 3 и 64 ± 7 мкм соответственно). При увеличении концентрации метасиликата натрия до $15-20$ г/л происходит незначительно уменьшение микротвердости и модуля Юнга в связи с увеличением пористости данных ПЭО-слоев.

Наибольшие и практически одинаковые модули упругости (160 ГПа) имеют оксидные слои, полученные при 10 и 25 г/л метасиликата натрия. Однако у образца с ПЭО-покрытием, сформированным при 25 г/л Na_2SiO_3 микротвердость находится на одном уровне со слоями, полученными при $15-20$ г/л метасиликата натрия ($14,0 \pm 0,1$ ГПа). Такой результат можно объяснить тем, что данный ПЭО-слой в ряду исследуемых покрытий обладает не только большей толщиной (152 ± 9 мкм), но и самой низкой плотностью (пористость по перечному сечению $29,8$ %).

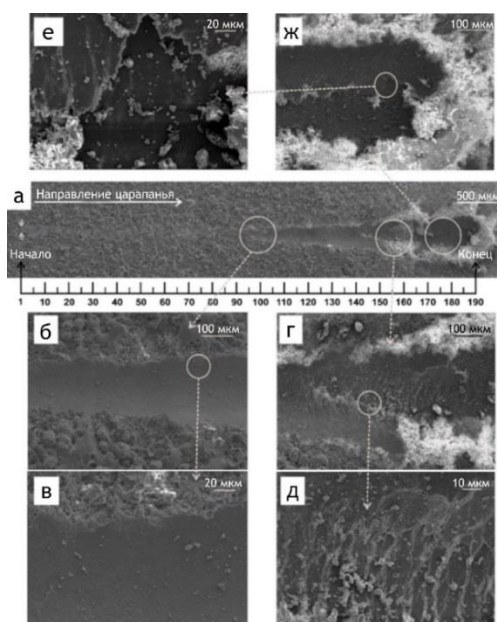


Рис. 1. СЭМ-изображения царапины после скратч-тестирования: а – общий вид царапины; б – L_{c1} при $x150$ кратном увеличении; в – L_{c1} при $x500$ кратном увеличении; г – L_{c2} при $x150$ кратном увеличении; д – L_{c2} при $x500$ кратном увеличении; е – L_{c3} при $x500$ кратном увеличении; ж – L_{c3} при $x150$ кратном увеличении.

На рисунке 1а представлена царапина на образце с ПЭО-покрытием, сформированным при 25 г/л Na_2SiO_3 . Начало царапины с постепенным ее расширением и появлением сколов покрытия по краям по мере увеличения нагрузки до L_{c1} показано на рисунке 1б и 1в.

На рисунке 1г и 1д показаны участки царапины, на которых появляются трещины на ПЭО-слое (L_{c2}). В тоже время, данные картирования на рисунке 2а не выявили разрушения ПЭО-покрытия до алюминиевой подложки. На рисунке 1е и 1ж произошло полное истирание покрытия при критической нагрузке L_{c3} (Таблица 2), которое подтверждается данными картирования (рисунок 2б).

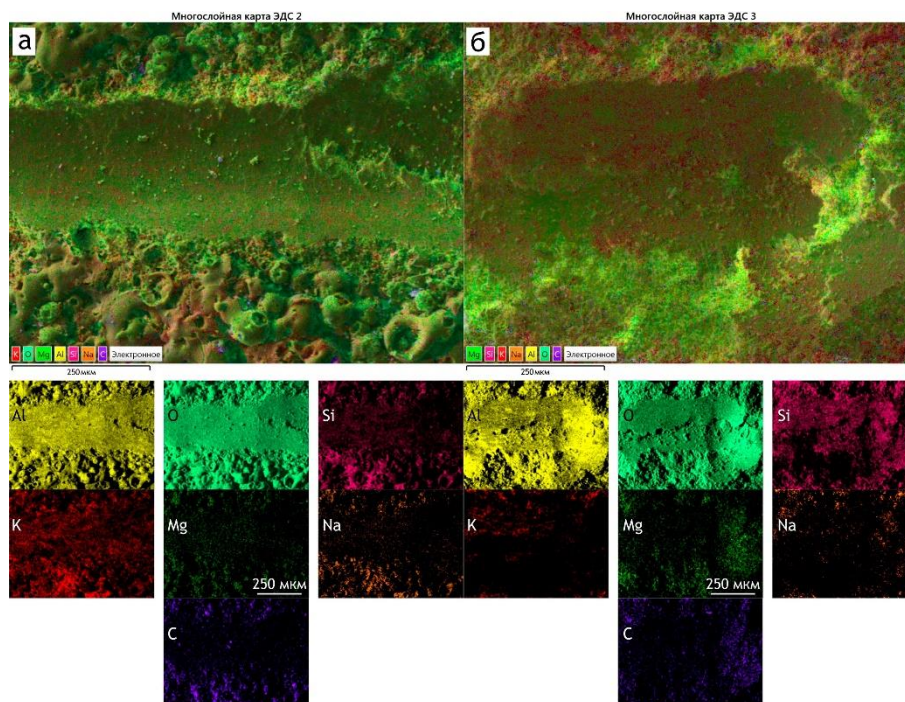


Рис. 2. ЭДС-изображения царапины и данные картирования при нагрузках:
а – L_{c2} ; б – L_{c3} .

Протираание до алюминиевой подложки (L_{c3}) происходит при большей нагрузке (190 Н) у образцов с покрытиями, полученные при концентрации метасиликата натрия 10 и 25 г/л. При меньшей концентрации метасиликата натрия от 0 до 5 г/л, критическое разрушение оксидных пленок наблюдается при более чем в 1,5 раза меньшей нагрузке (107 и 116 Н соответственно), вследствие меньшей в 1,7 раза толщины. При увеличении концентрации Na_2SiO_3 до 15–20 г/л происходит незначительное снижение критической нагрузки L_{c3} , что можно объяснить увеличением внутренней пористости ПЭО-слоев (до 20%).

Таблица 2. Результаты скратч-тестирования и трибологического износа поверхности образцов.

Концентрация метасиликата натрия, г/л	Коэффициент трения *, μ	L_{c3} , Н	Износ, $\text{мм}^3/\text{Н м}$
0	0,62	107±2	$2,3 \cdot 10^{-4}$
5	0,42	116±2	$5,6 \cdot 10^{-4}$
10	0,97	188±2	$8,1 \cdot 10^{-4}$
15	0,95	182±1	$9,8 \cdot 10^{-4}$
20	0,95	187±1	$1,9 \cdot 10^{-3}$
25	0,78	190±4	$4,3 \cdot 10^{-3}$

* приведенные значения коэффициента трения определены перед завершением каждого трибологического испытания.

Проведенные трибологические испытания на дистанции 100 м показали у всех покрытий равномерный износ (от $2,3 \cdot 10^{-4}$ до $4,3 \cdot 10^{-3}$ мм³/Н м) без критического крошения и скалывания от алюминиевой подложки. Наибольшими коэффициентами трения (0,95–0,97) обладают покрытия, полученные в электролите с 10, 15 и 20 г/л метасиликата натрия. ПЭО-слои, полученные при меньшей концентрации Na₂SiO₃ продемонстрировали значительно меньший уровень коэффициента трения (0,42–0,62). ПЭО-покрытие, полученное при 25 г/л силиката натрия продемонстрировало коэффициент трения, равный 0,78, что объясняется большим участием продуктов износа в качестве сухой смазки, вследствие более развитой морфологии, формирующейся при наибольшей концентрации метасиликата в электролите.

Заключение.

Таким образом, на сплаве алюминия АМг3 были сформированы ПЭО-покрытия, обладающие высокими механическими свойствами:

- микротвердость 10,5–14,5 ГПа;
- модуль Юнга 100–160 ГПа;
- протирание до алюминиевой подложки (L_{c3}) 107–190 Н;
- износ покрытия от $2,3 \cdot 10^{-4}$ до $4,3 \cdot 10^{-3}$ мм³/Н м.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Дальний Восток, грант № 18-3-002.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Сергиенко В.И. Композиционные многофункциональные покрытия на металлах и сплавах, формируемые плазменных электролитическим окислением // Владивосток: Дальнаука. 2013. 460 с.
2. Kuznetsov Y., Kossenko A., Lugovskoy A. Studies on corrosion resistance of coatings formed by plasma electrolytic oxidation on aluminum alloys / The optimization of the composition, structure and properties of metals, oxides, composites, nano and amorphous materials // Proceedings of the tenth Israeli-Russian Bi-National Workshop 2011. – Jerusalem, Israel, 2011. P. 297-303.
3. Кузнецов Ю., Косенко А. и др. Влияние силикатного индекса электролита на процесс ПЭО сплавов алюминия. – Материалы Международного симпозиума «Наноматериалы для защиты промышленных и подземных конструкций» и XI Международной конференции «Физика твердого тела». – Усть-Каменогорск, Казахстан, 2010. С. 370-377. ISBN 978-601-208-152-7.
4. Egorkin V.S., Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Vyaliy I.E., Gnedenkov A.S., Chizhikov R.G. Increasing thickness and protective properties of PEO-coatings on aluminum alloy // Surf. Coat. Technol. 2018. Vol. 334. P. 29-42.
5. Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Egorkin V.S., Vyaliy I.E. Wettability and electrochemical properties of the highly hydrophobic coatings on PEO-pretreated aluminum alloy // Surf. Coat. Technol. 2016. Vol. 307. P. 1241-1248.
6. Malinovschi V., Marin A., Mihalache M., Iosuba I. Preparation and characterization of coatings on carbon steel obtained by PEO in silicate/carbonate electrolyte // Surf. Coat. Technol. 2016 Vol. 296 P. 96-103.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПОР С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Ищенко Алексей Викторович, Ищенко Тамара Андреевна

Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Грибиниченко Матвей Валерьевич, канд. техн. наук., доцент

Ключевые слова: турбогенератор, турбина, методика, подшипники, газовая смазка.

В связи с развитием машиностроения, предъявляются всё более высокие требования к современным энергетическим установкам. Необходимо обеспечивать их надежность, повышать энергетическую и экономическую эффективность и стремиться к снижению массогабаритных показателей. Необходимо искать новые решения для осуществления этих требований.

Одним из наиболее конкурентоспособных и перспективных вариантов являются турбомашины. Имея высокую скорость рабочего тела, турбина способна развивать высокие мощности в умеренных габаритах. Поэтому турбинные установки имеют более низкие массогабаритные показатели, чем поршневые двигатели внутреннего сгорания. Турбины обладают низкой виброактивностью, что также является существенным плюсом по сравнению с ДВС.

Использование турбин с высокой производительностью в качестве привода электрогенераторов позволяет создавать компактные турбоэлектростанции, массогабаритные показатели которых меньше аналогичных по мощности дизельных электростанций.

Поэтому актуальным вопросом является повышение оборотов турбомашин, так как это повышает их производительность. Однако, при эксплуатации турбомашин на высоких частотах вращения возникает проблема обеспечения надежности опор.

Эту проблему можно решить, используя подшипники с газовой смазкой (рис. 1).

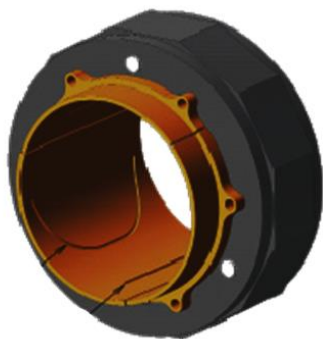


Рис. 1. Подшипник с газовой смазкой.

Такие опоры имеют ряд преимуществ по сравнению с подшипниками с жидкой смазкой:

- в них практически отсутствует трение, благодаря чему можно значительно увеличить частоту вращения ротора;
- в газовом слое гасятся колебания, генерируемые ротором и ослабленными, передаются на опоры и корпус машины;
- отсутствуют загрязнения системы механизма и окружающей среды.

В мире уже существуют разработки турбогенераторов с подшипниками на газовой смазке (рис. 2). Например, компания Capstone выпускает серийно микротурбогенераторы C30, C65 и C200 эффективной мощностью 30, 65 и 200 кВт соответственно.

Энерготехнологии в морской технике

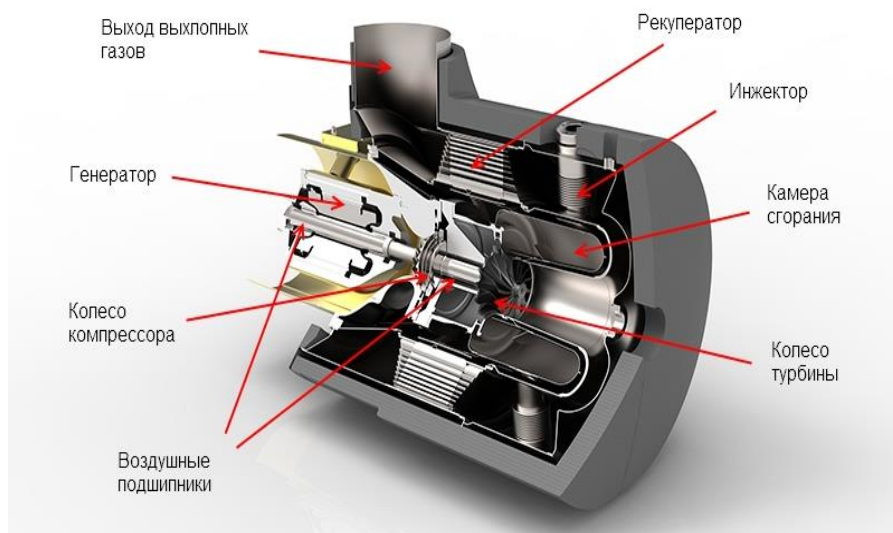


Рис. 2. Турбогенератор C30 фирмы Capstone.

В отечественной промышленности производство турбогенераторов с подшипниками на газовой смазке практически отсутствует.

Во многом это связано со сложностью проектирования газовых опор роторов турбогенераторов, поскольку методики представленные в открытом доступе или дают результаты значительно отличающиеся от реальных характеристик создаваемой опоры, или содержат только часть вопросов которые нужно решить при проектировании узла трения с газовой смазкой.

Методики, по которым разрабатывают турбомашину с газовой смазкой зарубежные компании (например Капстоун) находятся в закрытом доступе и для развития отечественной промышленности не могут быть использованы.

В настоящее время проводится работа, направленная на создание методики проектирования газовых опор для турбогенераторов, которая будет включать:

- расчет параметров смазочного слоя для обеспечения максимальной несущей способности при заданных параметрах;
- расчёт влияния динамики ротора на опоры;
- подбор антифрикционного покрытия в целях снижения износа машины на пусковых и остановочных режимах.

Рассмотрим каждую из частей этой методики подробнее:

По проблеме определения параметров смазочного слоя выполнен ряд работ. По результатам работы получены охранные документы, разработаны программы расчета.

Для широкого ряда подшипников были предложены методы повышения их несущей способности.

Над второй частью методики в настоящее время ведется активная работа.

Планируемые этапы работы.

1. Необходимо провести математическое моделирование динамики ротора, опирающегося на подшипники с газовой смазкой;
2. Затем на основании этих моделей следует подготовить программные комплексы;
3. С помощью полученных программ выполнить проведение численного, а затем и физического эксперимента и сравнить их результаты.;
4. На основании полученных данных разработать рекомендации по проектированию динамических систем ротор – подшипники.

Энерготехнологии в морской технике

При участии авторов создан стенд (рис. 3), на котором с помощью виброизмерительного комплекса исследуется динамика ротора в подшипниках качения.

В настоящее время нами выполняется проект экспериментальной модели турбогенератора на опорах с газовой смазкой. При создании этой модели будет учтен опыт, полученный при разработке данного стенда.



Рис. .3. Экспериментальный стенд с ротором на подшипниках качения.

По третьей части методики также проводится работа коллективом кафедры. Ведется поиск антифрикционных покрытий, проводятся испытания по исследованию их свойств. На слайде представлена экспериментальная установка по исследованию работы покрытий в режиме «сухого» трения.

Практическая значимость разработки простой и доступной методики расчета газовых опор заключается в повышении эффективности турбомашин различного назначения за счет тех преимуществ, которое дает применение газовой смазки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грибиниченко М.В. Осевые гибридные подшипники с газовой смазкой для турбокомпрессоров наддува судовых ДВС. Автореф. дис. канд. тех. наук. Владивосток, 2006, 20 с.
2. Темис Ю. М., Темис М. Ю., Егоров А. М., Гаврилов В. В., Огородов В. Н. Расчетно-экспериментальное исследование динамики ротора на газовых опорах // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета, 2011 №3(27) с. 174-182.
3. Самсонов, А.И. Подшипники с газовой смазкой для турбомашин: монография / А.И.Самсонов; Дальневосточный государственный технический университет. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. — 293 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ТОЧНОСТЬ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗЫ ВЕКТОРА ВИБРАЦИИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ
БАЛАНСИРОВКЕ РОТОРА В СОБСТВЕННЫХ ОПОРАХ

Ищенко Тамара Андреевна, Ищенко Алексей Викторович

Инженерная школа; кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Грибиниченко Матвей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: балансировка, ротор, фаза, вектор вибрации, дисбаланс, неуравновешенность.

Проблема обеспечения надежности и экономичности роторных машин была и остается актуальной. Вибрационное состояние машин в ходе эксплуатации в большей степени влияет на указанные показатели. Увеличить вибрационную надежность в процессе эксплуатации возможно с помощью балансировки как на стендах ремонтных подразделений, так и в собственных опорах. Улучшение точности балансировки повышает полезную мощность роторного агрегата за счет уменьшения затрат энергии на возбуждение вибрации и продлевает его срок службы, обеспечивает нормальные условия работы персонала, а также снижает виброшумовое загрязнение окружающей среды.

Данная работа посвящена балансировке машин на месте эксплуатации. Этот метод значительно сложнее технологии балансировки на балансировочных станках. Необходимость балансировки в собственных опорах обуславливается рядом причин:

- 1 появление технологических источников дисбаланса,
- 2 проявление в рабочих режимах источников дополнительного дисбаланса,
- 3 источники дисбаланса, возникающие в процессе монтажа машины.

Вышесказанное определяет необходимость совершенствования методик балансировки роторных машин в собственных опорах.

Целью научно-исследовательской работы является повышение эффективности балансировки роторных судовых машин. Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач. В настоящем разделе решается задача написания программы расчета для балансировки ротора и проведение экспериментов для оценки адекватности полученных результатов.

Для разработки программы использовано векторное построение (рис. 1), где P_A - вектор вибрации в исходном состоянии ротора; P_B - вектор вибрации после установки пробной массы (суммарное влияние на вибрацию исходного дисбаланса и внесенной массы); P_C - вектор вибрации, характеризующий вибрацию, которая возникает только от установки пробной массы.

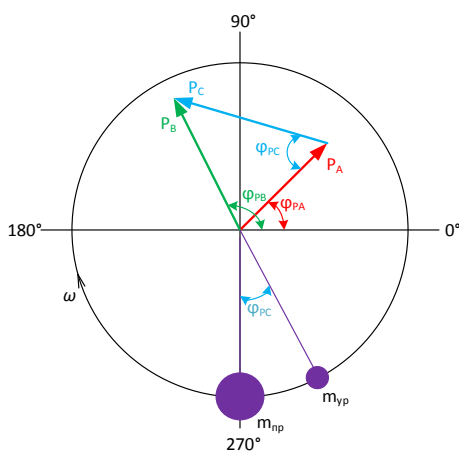


Рис. 1. Векторная диаграмма балансировки: P_A - вектор вибрации в исходном состоянии ротора; P_B - вектор вибрации после установки пробной массы (суммарное влияние на вибрацию исходного дисбаланса и внесенной массы); P_C - вектор вибрации, характеризующий вибрацию, которая возникает только от установки пробной массы.

Также для разработки программы использовалась расчетная схема, построенная на основе балансировочного стенда (рис. 2).

Схема представляет собой жесткий вал, опирающийся на две опоры (обозначены точками 1 и 2). Имеются два диска (две плоскости коррекции - левая и правая), находящиеся на расстоянии a и c от левой и правой опор соответственно. При вращении вала в результате наличия неуравновешенных масс на дисках возникают центробежные силы P_1 и P_2 (модуль вектора вибрации), которые создают реакции опор R_1 и R_2 .

Суть процесса балансировки состоит в следующем: с опор с помощью акселерометров и таходатчика получаем реакции опор (векторы R_1 и R_2 и углы φ_{R1} , φ_{R2}). Затем используя уравнения моментов из теоретической механики находим силы на дисках, возникающие от неуравновешенных масс и устраняем вызванный ими дисбаланс.

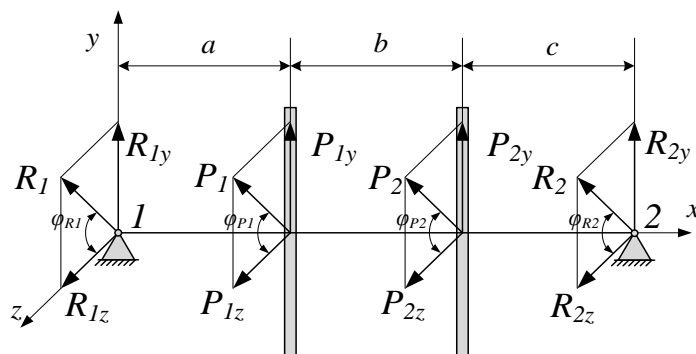


Рис. 2. Расчетная схема двухплоскостной балансировки ротора.

Первым шагом необходимо определить амплитуду и фазу вектора вибрации в исходном состоянии ротора (вектор P_A).

Для этого были составлены уравнения суммы моментов относительно дисков в плоскости z : первое уравнение составлено относительно первой плоскости коррекции, второе уравнение соответственно относительно второй плоскости коррекции.

$$-R_{1z}a + P_{2z}b + R_{2z}(b+c) = 0; \quad (1)$$

$$-R_{1z}(a+b) - P_{1z}b + R_{2z}c = 0. \quad (2)$$

Аналогично составлены уравнения моментов относительно дисков в плоскости y :

$$-R_{1y}a + P_{2y}b + R_{2y}(b+c) = 0; \quad (3)$$

$$-R_{1y}a + P_{1y}b + R_{2y}(b+c) = 0. \quad (4)$$

В результате преобразований получаем значения корректировочных масс и их положения на диске:

$$m_{1K} = m_{1П} \frac{P_{1A}}{P_{1C}}; \quad (5)$$

$$\Delta\varphi_1 = \pi - \varphi_{P1C} + \varphi_{P1A}; \quad (6)$$

$$m_{2K} = m_{2П} \frac{P_{2A}}{P_{2C}}; \quad (7)$$

$$\Delta\varphi_2 = \pi - \varphi_{P2C} + \varphi_{P2A}. \quad (8)$$

Таким образом, для динамического уравновешивания ротора необходимо два раза измерить векторы вибрации: - при исходном, неизвестном нам дисбалансе - вектор " P_A "; - при добавлении к исходному дисбалансу известного нам дисбаланса от $m_{пр}$ - вектор " P_B ". По этим данным, как описано выше, легко решается задача динамической балансировки ротора.

Было проведено несколько экспериментов. Чтобы убедиться в том, что измерительный комплекс и программа по обработке сигнала выдают корректные результаты, была произведена одноплоскостная балансировка. На диск искусственно вносили неуравновешенную мас-

су (с помощью болта, гаек и шайб), затем без остановки ротора делали 6 записей для измерения вибрации, возникающей на опорах. Далее на диски устанавливали пробные массы и также делали 6 записей. Затем полученные результаты усреднялись для определения необходимого числа записей, достаточных для корректных результатов балансировки.

Исходя из полученного построения (рис.3) видно, что при усреднении значений масс и углов смещения корректирующих масс, результаты наиболее приближены к действительности, так как визуально корректирующая масса должна располагаться примерно напротив неуравновешенной массы. Также из результатов следует, что наиболее правильное значение угла смещения уравнивающей массы получается при усреднении первых двух записей.

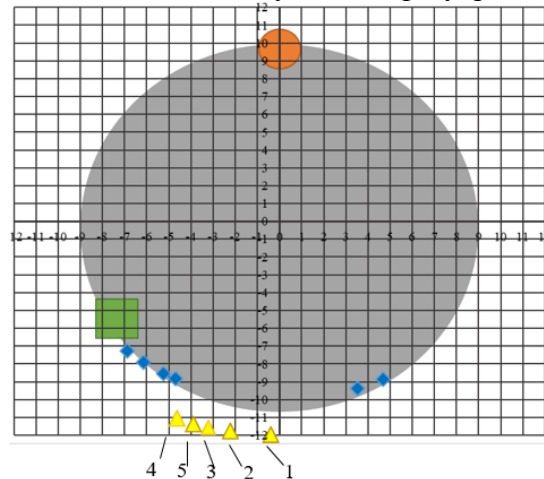


Рис. 3. Расположение масс на диске (круг – положение дисбаланса; квадрат – положение пробной массы; ромбы – положения корректирующих масс; треугольники – положения корректирующих масс с учётом усреднения результатов: 1 – усреднённые результаты 1 и 2 записи, 2 – усредненные результаты 1-3 записей, и т.д)

Эксперимент по двухплоскостной балансировке проводился аналогичным образом, с тем лишь отличием, что массы навешивались на два диска.

Между полученными значениями корректирующих масс и фаз наблюдается большой разброс, и даже после усреднения всех результатов записей видно, что они не соответствуют действительности. Причиной этого могла стать ошибка в определении амплитуды и фазы оборотной частоты (обработка сигнала).

Полученные результаты не совпадают с ожидаемыми. Было принято решение провести ряд экспериментов с целью выявления факторов, оказывающих влияние на погрешность определения фазы для вектора вибрации от неуравновешенной массы.

Такой эксперимент был проведен по следующему плану:

Проверка зависимости фазы $\varphi_{РА}$ вектора вибрации от

1. времени записи t
2. величины неуравновешенной массы m
3. угла φ_m на котором расположена неуравновешенная масса.

Обнаружено, что фаза не зависит от массы и времени записи и имеет разброс в пределах 15 градусов (рис. 4). При изменении положения неуравновешенной массы среднее значение фазы изменяется на тот же угол с небольшим отклонением.

В ходе проведения всех экспериментов было замечено, что разбросы фазы имеют случайный характер. Было решено провести еще один эксперимент: двенадцать одинаковых записей без остановки ротора.

Из графиков видно (рис.5), что фаза вектора вибрации практически не меняется кроме двух точек (четвертая и десятая запись), эти выбросы могут быть устранены обрезанием краёв записей. В целом, за исключением выбросов, разброс по фазе составляет не больше 7 градусов.

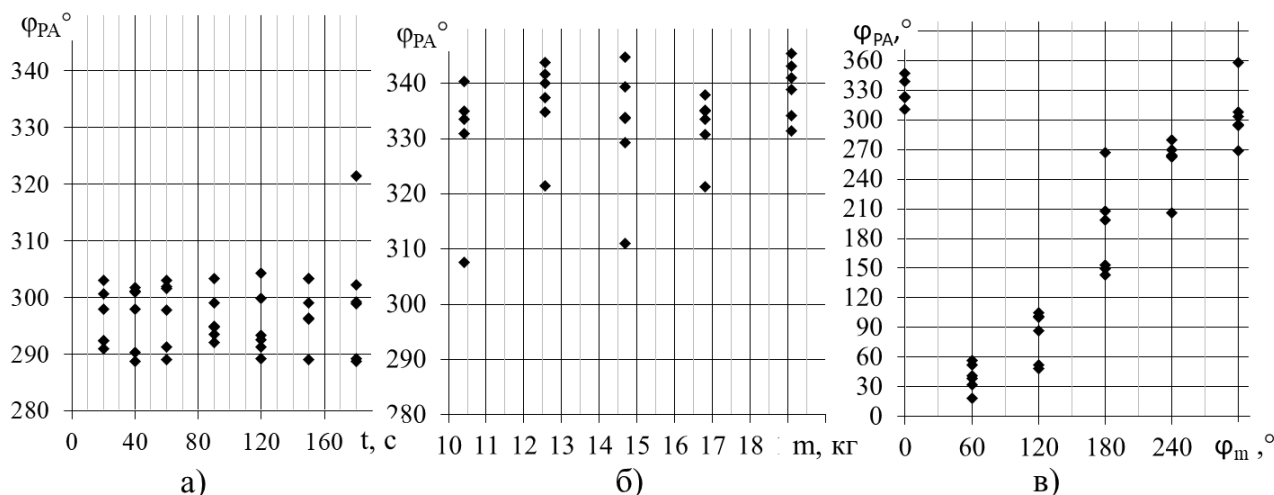


Рис. 4. Зависимость фазы вектора вибрации от: а) продолжительности записи, б) массы неуравновешенного груза, в) угла установки неуравновешенного груза.

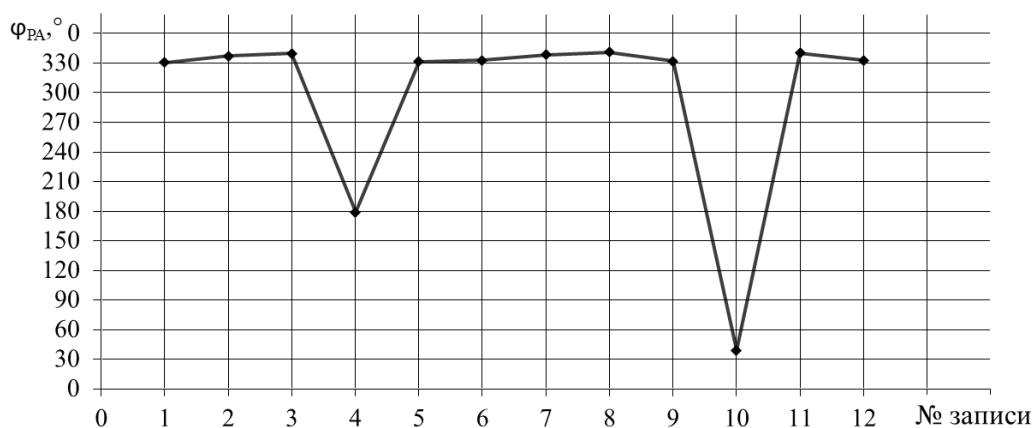


Рис. 5. Зависимость фазы вектора вибрации от номера записи.

Проанализировав результаты всей работы, можно сделать вывод, что на этапе обработки сигнала имеются проблемы с определением фазы вектора вибрации, который может быть связан с погрешностью оборудования и (или) ошибкой на этапе обработке сигнала. Есть несколько вариантов решения этой проблемы. Существуют методы устранения дисбаланса без определения угла вектора вибрации. Этот метод позволит избежать ошибок в определении фазы, но придется производить большее количество записей для нахождения дисбаланса. Другое решение – это разработка программного продукта, позволяющего корректировать неточность в определении фазы. Исправление ошибок на этапе обработки сигнала и разработка методик, позволяющих нивелировать погрешность определения фазы вектора вибрации, существенно увеличит точность балансировки. Этому будет посвящена дальнейшая работа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 19534 – 74. Балансировка вращающихся тел. Термины.
2. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. М. «Машиностроение», 1999. 344с.
3. Ковалёв В.К. Балансировка роторов: методическое пособие. Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero: 2017. 89 с.
4. Барков А.В., Шаблинский А.Г., Баркова М.А. Балансировка машин на месте эксплуатации: методические указания / Санкт-Петербург: Севзапучцентр, 2013. 80 с.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ГАЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН

*Книга Александр Андреевич, Ковалев Алексей Евгеньевич
Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель: Портнова Олеся Сергеевна*

Ключевые слова: газовые опоры, экспериментальная установка, трибологические характеристики.

Актуальность темы исследования связана с необходимостью повышения экономичности энергетического оборудования, что в последнее время приобрело особую остроту в связи с повышением стоимости и ограниченностью топливных ресурсов. Актуальность определяется направленностью работы на решение проблем, связанных с разработкой энергетических комплексов с высокоэффективными энергетическими установками и необходимостью модернизации действующих комплексов, что требует выбора объективно лучших технических решений по турбонасосам [3,4].

Турбонасосы используют в качестве главных двигателей автономных подводных и беспилотных летательных аппаратов, приводных двигателей генераторов, агрегатов насосных, компрессорных и наддува дизелей, в турбодетандерах, в качестве привода, ручного пневмоинструмента, системах катодной защиты и т.п. Одной из основных задач, которые необходимо решить при повышении частоты вращения ротора турбонасосов, является обеспечение надежности опор (подшипников). При этом традиционно используемые технические решения оказываются неэффективными. Применяемые в настоящее время подшипники качения и жидкостные подшипники качения не выдерживают возрастающих нагрузок, ресурс и надежность опор резко снижается, значительно возрастают потери на трение.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является применение подшипников с газовой смазкой. Эта технология, оставаясь относительно мало распространенной, обладает рядом преимуществ. В условиях практически полного отсутствия трения ротор, опирающийся на подшипники с газовой смазкой, получает возможность значительно увеличения частоты вращения без ущерба для своих опор. При правильном проектировании колебания, генерируемые ротором, гасятся в газовом слое и, ослабленные, передаются на корпус агрегата. Появляется возможность отказаться от жидкостных систем смазки, которые загрязняют системы агрегата и окружающую среду. Снижается пожароопасность. Свойства газов слабо изменяются под действием радиации, что позволяет использовать турбонасосы с газовыми подшипниками в атомной отрасли. Перечисленные достоинства газовой смазки делают турбонасосы действительно машинами будущего, потенциал которых только начинает раскрываться в полной величине [3,4].

Рассмотрим принцип работы упорного гибридного подшипника с газовой смазкой.

При вращении на участках клиновидных пазов 1 повышается давление газа, которое сохраняется на гладких участках 2. Кроме того, повышение давления в смазочном зазоре обеспечивается поступлением газа, сжатого от внешнего источника. Газ поступает через сквозные отверстия (питатели) 3. Давление, умноженное на площадь подшипника, создает несущую способность, благодаря которой он воспринимает осевую нагрузку. При увеличении осевой нагрузки смазочный зазор в подшипнике уменьшается, давление в нем возрастает и компенсируется возрастанием нагрузки. На гладком участке 2 давление в смазочном зазоре может превысить давление наддува (давление газа, поступающего через питатели 3), поэтому на этом участке питатели 3 не выполняются [3].

Сравнив подшипники, которые используются сейчас с подшипниками на газовой смазке мы видим, что подшипники качения и скольжения имеют ряд недостатков.

Решением может стать применение подшипников на газовой смазке. Рассмотрим основные преимущества этих подшипников.

Подшипники скольжения и качения с жидкой смазкой могут работать при относитель-

но низких температурах. При повышении температуры качество жидкой смазки ухудшается из-за снижения ее вязкости, несущая же способность опор с газовой смазкой, как правило, повышается за счёт увеличения вязкости газов.

Подшипники скольжения и качения с жидкой смазкой малопригодны для работы в сверхбыстроходных машинах. Для газовых подшипников высокая скорость выгодна, так как приводит к увеличению их несущей способности. При этом потери мощности у них на 2-3 порядка ниже, чем у подшипников с жидкой смазкой.

По сравнению с подшипниками на жидкостной смазке газовые подшипники не требуют сложных агрегатов смазки (насосов), систем возврата смазки, системы охлаждения масла, фильтров. Кроме того, обычные уплотнения здесь оказываются непригодными, громоздкими и малоэффективными.

Наряду с преимуществами у газовых подшипников имеются и недостатки. Одним из таких является проблема, что при запуске машины до образования газового слоя подшипник работает в режиме сухого трения, который является сложным, вызывает искажение геометрических характеристик и, следовательно, ведет к изменению несущей способности и жесткости смазочного слоя. Для устранения этого недостатка необходимо подобрать наиболее эффективную технологию и материалы покрытий для рабочих поверхностей, свойства которых будут определять эффективность и надежность работы турбомашин в целом. Устранение этого недостатка и будет являться целью нашей работы.

Исследованиями в области применения антифрикционных материалов и покрытий уже занимаются в мире такие компании как [1,2]:

- NASA - рассматривается четыре серии износостойких, высокотемпературных твердых покрытий для газовых подшипников;
- корпорация Meguit – разработали и использовали новое покрытие, в состав которого входит маловязкий аморфный углерод;
- компанией Mohawk Innovative Technology была разработана серия твердосмазывающих покрытий, предназначенных для работы при высоких скоростях скольжения, в условиях высоких температур.

Методы исследования защитных покрытий условно можно разделить на три группы [1,2]:

- лабораторные эксперименты – исследование поверхности в лабораторных условиях (испытания на адгезионную прочность, определение шероховатости поверхности);
- с помощью экспериментальной установки - эксперименты, проводятся на установке, имитирующей работу узла трения;
- натурные испытания – проводятся на реальных машинах.

Описание установки.

Экспериментальная установка была разработана для проведения физического эксперимента [6].

Данная установка (рис.1) используется для изучения трибологических характеристик осевых газовых подшипников с разнообразными антифрикционными покрытиями.

Трение, создаваемое между неподвижным подпятником и вращающейся пятой, является объектом изучения. Проводя эксперимент, измеряем момент трения при контакте подпятника и пяты на разных режимах (нагрузка и частота вращения), и изменяя параметры исследуемой пары. (покрытия и площади)

Данными параметрами являются нагрузка на опоры и относительная скорость рабочих поверхностей. Конструктивные параметры это – наружный и внутренний диаметры подпятника и характеристики антифрикционных покрытий.

Установка состоит из вертикального вала 5 с закрепленным на нем подпятником 4. Электродвигатель 1 находится внизу установки, а пята 3 закреплена на валу 2. При приращении массы 8, которая крепится к верхней части вала подпятника, осуществляется изменение нагрузки.

Когда происходит контакт пяты с подпятником, подпятник стремится повернуть вал 5 с

рычагом 6. Рычаг при повороте давит своим свободным концом на тензометрический датчик 7, который регистрирует создаваемое усилие.

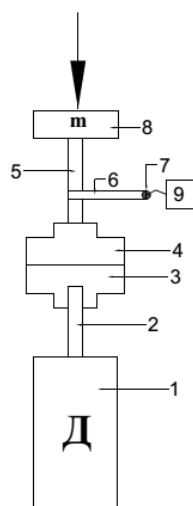


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 – эл. двигатель, 2 – вал двигателя, 3 – пята, 4 – подпятник, 5 – направляющий вал, 6 – рычаг, 7 – тензометрический датчик, 8 – груз, 9 – анализатор.

Описание измерительного комплекса [5]

Тензометрический датчик – датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнал.

Тензорезистивный датчик обычно представляет собой специальную упругую конструкцию с закреплённым на ней тензорезистором и другими вспомогательными деталями. После калибровки, по изменению сопротивления тензорезистора можно вычислить степень деформации, которая будет пропорциональна силе, приложенной к конструкции.

Датчик частоты вращения – датчик, преобразующий перемещение оптического диска в электрические сигналы.

Это устройство представляет собой оптический диск с прорезями и лазерный датчик. При вращении оптического диска происходит прерывание лазерного сигнала и это фиксируется измерительной аппаратурой.

Сигналы изменения напряжения уходят на плату, там происходит усиление сигнала и далее этот сигналы поступают в АЦП, в котором эл сигналы преобразуется в цифровые. С АЦП сигналы поступают на ПК и обрабатываются с помощью программы LGraph. Массив данных с LGraph обрабатывается в Matlab.

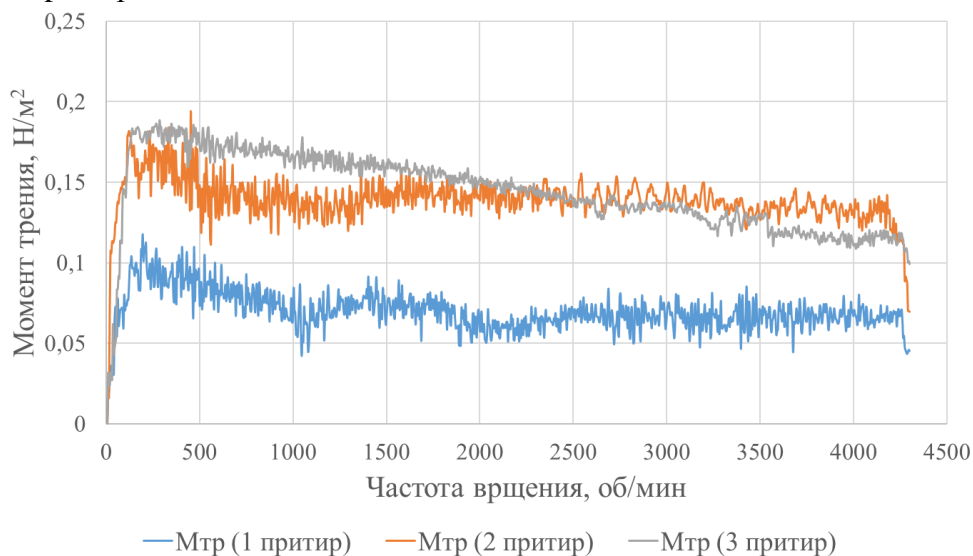


Рис. 2. График изменения момента трения от частоты вращения.

Получаемые характеристики

В результате исследования мы получаем динамику изменения момента трения от частоты вращения при различных нагрузках, площадях контакта и вида покрытий.

Подготовка и наладка

Для проведения эксперимента образцы были изготовлены из антифрикционного графита АГ-1500. Каждый образец имеет рабочую поверхность определенной площади. После изготовления образцов производилась притирка рабочей поверхности на поверочном столе и определялось пятно контакта. Далее выполнялась притирка рабочей поверхности каждого образца на экспериментальном стенде для получения наибольшего прилегания.

На рисунке 2 показан график изменения момента трения от частоты вращения при изменении пятна контакта. При увеличении пятна контакта происходит увеличение момента трения.

Выводы

В работе были рассмотрены наиболее перспективные технологии нанесения и материалы покрытий рабочих поверхностей подшипников с газовой смазкой.

Рассмотрен метод исследования защитных покрытий и материалов на основе существующей экспериментальной установки.

Выполнены начальные этапы исследования выбранных материалов (антифрикционный графит АГ-1500 и сталь Ст40Х с покрытием на основе твердого хрома).

Рассмотрена динамика изменения момента трения от частоты вращения в период притирки рабочих поверхностей. Установлена зависимость изменения полученных данных от этапа притирки рабочих поверхностей и связь между визуальным изменением рабочей поверхности и полученным графиком момента трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. Minaev, R.Chizhikov, O.Portnova Multifunctional Coatings for Gas-Lubricated Bearings Used in Marine Equipment. Procedia Engineering, Volume 206, 2017, Pages 746–751.
2. О.С. Портнова, М.В. Грибиниченко, Р.Г. Чижиков, А.В. Куренский. Апробация технологий нанесения защитных покрытий для газовых опор с помощью экспериментальной установки. Вестник инженерной школы ДВФУ. 2018. № 1(34) – С. 30-37.
3. Куренский А. В., Грибиниченко М. В. Осевые гибридные лепестковые подшипники с газовой смазкой для судовых турбомашин // Судостроение. - 2011. - № 5. - С. 27–29.
4. Самсонов А. И. Подшипники с газовой смазкой для турбомашин: монография / А. И. Самсонов. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. – 292с.
5. Авторское свидетельство о регистрации программы ЭВМ 2017612445 РФ. Расчет зависимости момента трения от частоты вращения упорного газодинамического подшипника в условиях сухого трения / Грибиниченко М. В., Коваль С. Я., Кучеренко И. Ю., Минаев А. Н., Портнова О. С., Чижиков Р. Г. Правообладатель: Федерально государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ). Заявка №2016664827; заявл. 30.10.2016; регистр. 21.02.2017. – 1 с.
6. Патент РФ № 177417, 21.2.2018. Устройство для измерения момента трения / Грибиниченко М. В., Коваль С. Я., Кучеренко И. Ю., Минаев А. Н., Портнова О. С., Чижиков Р. Г. Патентообладатель: Федерально государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ). Заявка №2017124406; заявл. 11.07.2017; регистр. 21.02.2018; действ. 11.07.2027. – 2 с.

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ГАЗОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ПРИ РАБОТЕ НА РЕЖИМАХ СУХОГО ТРЕНИЯ

Круглов Никита Сергеевич, Плаксин Роман Александрович
Инженерная школа; кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель: Портнова Олеся Сергеевна

Ключевые слова: подшипники с газовой смазкой; антифрикционное покрытие, газовая смазка; сухое трение; ПЭО-покрытия.

Современное машиностроение и перспективы его развития тесно связаны с ростом скорости роторов, так как это приводит к увеличению производительности машин, уменьшает массу и габариты. Но при этом растет виброактивность машин. Для того, чтобы снизить виброактивность машин, а также повысить их надежность и эффективность – применяются подшипники с газовой смазкой. Существенным недостатком которых является так называемое «сухое трение». Поэтому актуален вопрос в тщательном исследовании этого процесса и разработке специальных антифрикционных покрытий для поверхностей узла трения, характеристики которых повысят эффективность и надежность работы роторных машин, тем самым увеличив ареал применения опор на газовой смазке.

Подшипники на газовой смазке. Преимущества и недостатки.

Подшипниками с газовой смазкой называют подшипники скольжения, где в качестве смазки используются газы. Газы, подобно другим видам смазок, обладают некоторыми только им присущими достоинствами и недостатками, которые вытекают из основных различий в свойствах газов и жидкостей:

- газы имеют малую вязкость. С повышением температуры вязкость жидкостей резко падает, а вязкость газов несколько увеличивается. Вязкость газов в пределах диапазона давлений работы подшипников не зависит от давления.
- газы химически стабильны в значительно более широком интервале температур, чем жидкости.
- газ - сжимаемая среда, поэтому при движении в зазоре подшипника его плотность существенно зависит от изменения давления, скорости и проходного сечения.
- газ - некавитирующая среда. В отличие от жидкостной смазки при смазке газами отсутствуют разрывы в смазочной пленке.

Наиболее важным преимуществом газовой смазки в противоположность тем, которые проявляются лишь в определенных обстоятельствах, является использование малой вязкости газов по сравнению с вязкостью жидкостей. Малая вязкость газов позволяет осуществить высокие скорости вращения при незначительных потерях на трение, а следовательно, и малом повышении температуры смазки и опор. Следствием малых потерь на трение является возможность получения малого износа и большой долговечности работы таких опор, повышенной экономичности и точности машины или прибора при их применении.

Кроме достоинств подшипников с газовой смазкой, связанных с перечисленными свойствами газов, их применение может обеспечить дополнительные преимущества по отношению к подшипникам с жидкостной смазкой: герметичность системы, снижение загрязнения, устранение необходимости уплотнений валов, устранение громоздкого оборудования для хранения, подогрева и охлаждения, нагнетания и откачки жидкостных смазок, упрощение и удешевление конструкции подшипника, снижение вибрации и шума. Если учесть, что при этом сокращаются габариты и вес всего механизма, упрощается эксплуатация.

Однако использование подшипников на газовой смазкой также не идеально. Существенным недостатком таких устройств является так называемое «сухое трение», данный фактор является определяющим при принятии решения об использовании данных подшипников и сильно снижают диапазон их использования. Под понятием «сухое трение» мы понимаем износ рабочих поверхностей, являющийся следствием трения, без смазки. Данное явление происходит при запусках или остановках турбомашин, а также не исключена воз-

возможность случайного касания поверхностей роторного узла непосредственно во время работы.

Поэтому актуален вопрос в тщательном исследовании этого процесса и разработке специальных антифрикционных покрытий для поверхностей узла трения, характеристики которых повысят эффективность и надежность работы роторных машин, тем самым увеличив ареал применения опор на газовой смазке.

Антифрикционные материалы.

Работы по созданию защитных покрытий рабочих поверхностей подшипников с газовой смазкой от «сухого трения» разнообразны. В частности, над этим вопросом трудятся специалисты национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA, США), ученые Северо-Восточного университета (г. Бостон), так же работы в этом направлении проводит компания Mohawk Innovative Technology. Открыты доступны некоторые труды по созданию антифрикционных покрытий Аргоннской Национальной Лаборатории и Ренсселерского политехнического института. Так же есть сведения, что даже специалисты научно-исследовательской лаборатории армии США заняты решением этого вопроса.

В частности, в открытом доступе опубликованы результаты исследований зарубежного покрытия PS304, которое нанесено на вал или движущуюся поверхность, которая работает в контакте с фольгой, а та в свою очередь, также покрыта слоем защиты, предотвращающей износ.

PS304 - плазменное композитное покрытие, представляющее собой соединения хрома и никеля с окисью хрома, в которую включены смазывающие дополнительные компоненты, такие как серебро с фтористым барьером или фтористым кальцием. Это покрытие предназначено для рабочего температурного диапазона до 650 °С.

Так же существуют отечественные аналоги этому покрытию. К ним относятся метод создания композиционных покрытий посредством плазменного электролитического оксидирования разработанный в ИХ ДВО РАН. В качестве материала основы используются вентильные металлы (титан, алюминий). Обработка поверхности металла методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) подразумевает под собой результат действий плазменных микроразрядов, в результате которых формируется слой покрытия, который представляет собой окисленные формы элементов металла основы и составляющих электролита.

И метод лазерной наплавки, разработанный в Центре лазерных технологий Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН. Материалом основы служат углеродистые стали.

Данные методы обработки трущихся поверхностей позволяют существенно снизить коэффициент трения антифрикционных покрытий, и позволят подшипнику работать в широком температурном диапазоне.

Имитационный стенд для исследований свойств антифрикционных покрытий.

Методики для исследований защитных покрытий подшипников с газовой смазкой условно можно представить в виде трех групп.

В первую группу входят испытания, проводимые в лабораторных условиях, с помощью специальных установок или модулей, с помощью которых измеряют какую-то конкретную характеристику. К примеру, испытания на адгезионную прочность, исследования шероховатости поверхности, исследование коэффициента трения.

Вторая группа исследований — это эксперименты с помощью специальных имитационных стендов, позволяющих максимально передать реальные условия работы и нагрузки. Благодаря таким исследованиям можно понять более менее реальную картину процесса трения, так как используются практически реальные пары трения, при рабочих частотах вращения роторов, с прикладываемой нагрузкой, максимально приближенной к эксплуатационной.

Энерготехнологии в морской технике

И наконец третья группа — это испытания реального объекта. Благодаря этим испытаниям подводятся итоги, принимаются решения, выявляются упущения, допущенные при испытаниях экспериментальной модели. Это завершающий этап исследований.

В данной работе для рассмотрения процесса сухого трения и получения его характеристик, а так же определения необходимых свойств защитных покрытий выбран метод эксперимента с помощью имитационного стенда.

Было принято решение разработать стенд, который будет способен создавать условия для эксплуатации осевого подшипника на газовой смазке, максимально приближенного к реальным.

Далее была разработана концепция работы стенда и его состав. На основе этих данных были спроектированы чертежи элементов стенда, некоторые из них представлены на рисунке 1.

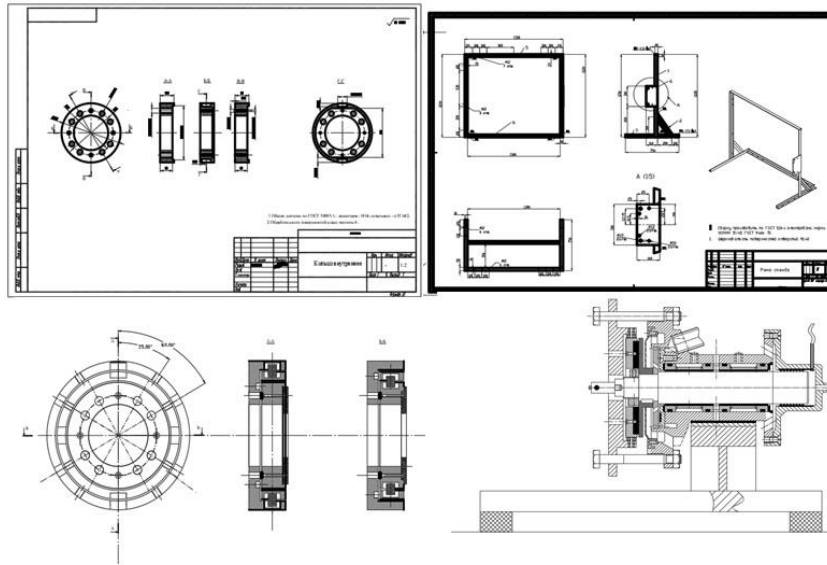


Рис.1. Чертежи элементов испытательного стенда.

Далее были разработаны и посторены с помощью программного продукта SolidWorks твердотельные модели всех элементов, некоторые из них представлены на рисунке 2.

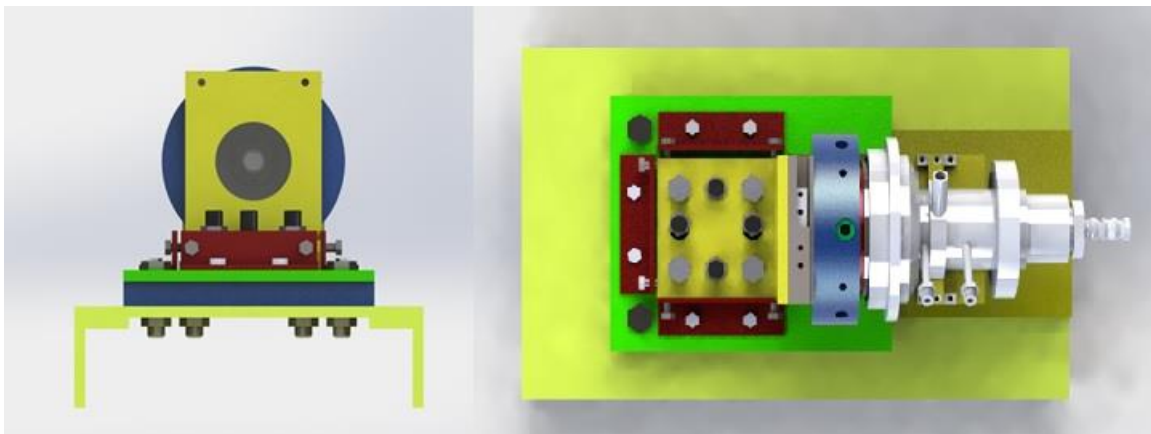


Рис.2. Твердотельная модель ключевого элемента имитационного стенда.

В состав сборки, показанной на рисунке 2, входит воздушная турбина с нагрузочным устройством, ротор которой лежит на газовых подшипниках; тензометр для измерения момента трения; регулировочный уголок, кардан. Тензометр закреплен с помощью специальных кронштейнов на регулировочном уголке, механизм фиксации которого позволяет регулировать и центровать положение исследуемого образца, закрепленного на внутреннем кольце кардана.

Далее была выполнена сборка стенда в SolidWorks(рис.3).

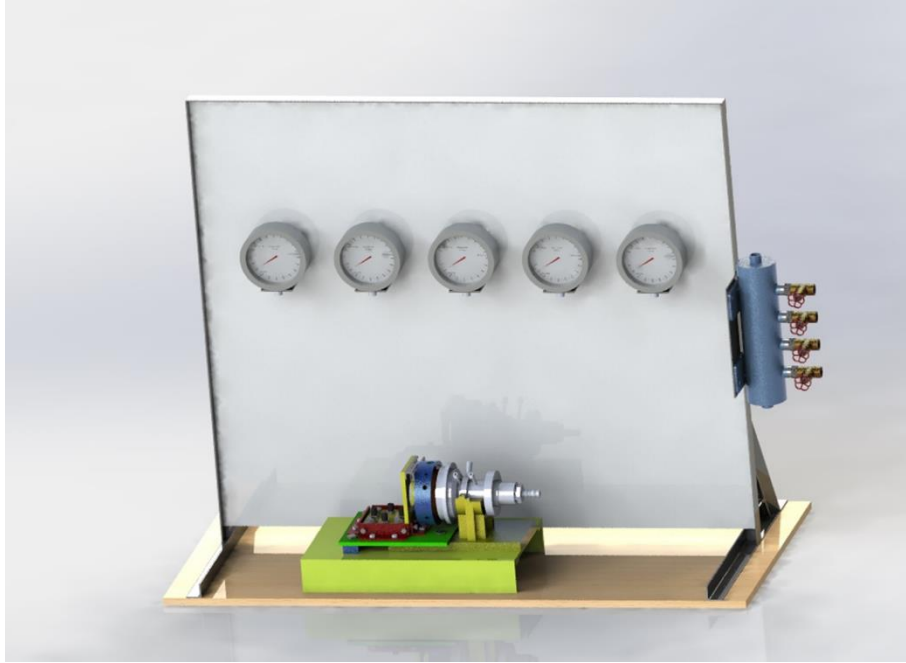


Рис.3. Сборка стенда.

После чего на основе сборки и визуального представления реального вида стенда в чертежи были внесены поправки, после чего чертежи были переданы специалистам для изготовления элементов стенда. На сегодняшний день прогресс сборки конструкции стенда оценивается мной в 75% без учета наладки и калибровки.

Реальный вид стенда на сегодняшний день показан на рисунке 4.

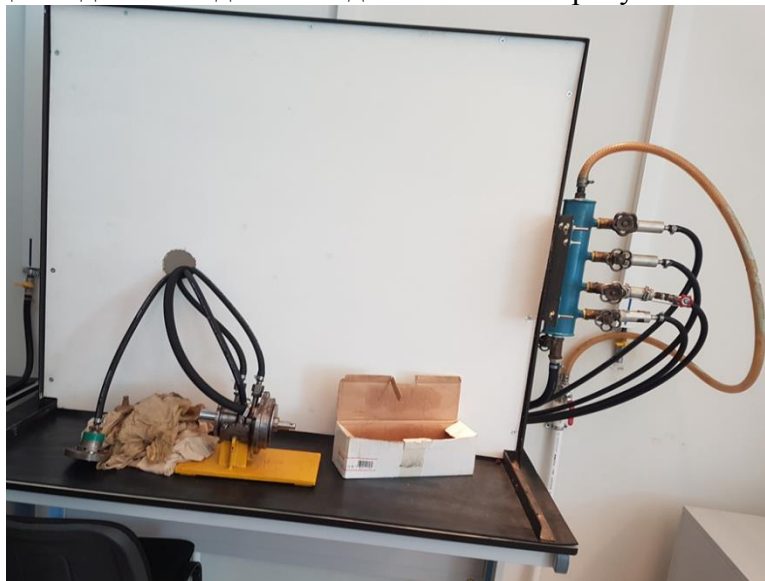


Рис.4. Действительный вид стенда на сегодняшний день.

Заключение.

Следует отметить, что и зарубежные, и отечественные антифрикционные покрытия не обеспечивают длительной работы подшипника в режиме сухого трения, которое возникает при пуске и остановке турбомашин.

Поэтому современные турбогенераторы с подшипниками на газовой смазке рассчитаны на длительную работу с минимальным количеством пусковых и остановочных режимов. В то же время множество турбомашин предусматривают эксплуатацию с частыми остановками и пусками при условии работы подшипников с газовой смазкой в высокотемпературной среде. Поэтому проблема снижения коэффициента трения антифрикционных покрытий, способных

работать в широком температурном диапазоне, остается нерешенной. В связи с этим стоит продолжать исследования свойств газовых подшипников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самсонов А.И. Подшипники с газовой смазкой для турбомашин: – Владивосток: Издательство ДВГТУ, 2008. – 281 с.
2. Дроздович В.Н Газодинамические подшипники. Издательство «Машиностроение» 1976. – 209 с.
3. Gnedenkov A.S., Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Minaev A.N., Mashtalyar D.V. Formation of composite coatings using fluoropolymer materials // International Journal of Offshore and Polar Engineering. ISOPE. – 2015.
4. Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Mashtalyar D.V., Tsvetnikov A.K., Minaev A.N. Effect of Conditions of Treatment with Ultrafine Polytetrafluoroethylene on Properties of Composite Coatings // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 2010, Vol. 46, No. 7, pp. 823–827.
5. Андреев А.В., Коротаев А.Д., Литовченко И.Ю., Тюменцев А.Н., Борисов Д.П. Микроструктура и трибологические свойства нанокompозитных покрытий на основе аморфного углерода. Физическая мезомеханика. Том 18, выпуск №1, 2015 – С. 73-83.

ЛИТИЕВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ В МОРСКОЙ ТЕХНИКЕ

Неумоин Антон Иванович

*Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель: Опра Д.П., канд. хим. наук, руководитель группы
химических источников тока Института химии ДВО РАН*

Ключевые слова: литиевые аккумуляторы, батареи, конструкция и типоразмер, применение литиевых аккумуляторов, подводные аппараты.

Литий-ионные аккумуляторы это на сегодняшний день наиболее удобная технология накопления и преобразования электрической энергии, опередившая по удельным показателям прочие типы аккумуляторов. Их удельная энергия в два-восемь раз превышает энергозапас свинцово-кислотных систем, они характеризуются продолжительным сроком службы и низким саморазрядом. В области портативной электротехники, а также в сегменте возобновляемых источников энергии, литий-ионные аккумуляторы уже вытеснили другие типы электрохимических систем. При этом спрос на продукты литий-ионной технологии неустанно растёт. Недавно данные системы стали достаточно успешно использоваться в гибридном и электроавтотранспорте. А в последнее время литий-ионные аккумуляторы нашли применение в области морской техники.

О литиевых аккумуляторах.

Популярность литиевых электрохимических систем накопления и преобразования электрической энергии обусловлена высокими энергетическими характеристиками, а также доступностью и экологичностью применяемых материалов. Современные серийные экземпляры таких аккумуляторов характеризуются высокой удельной (280–160 Вт·ч/кг) и объёмной энергией (от 280 до 400 Вт·ч/л). Литиевые аккумуляторы отличаются малыми токами саморазряда, а следовательно, хорошей сохраняемостью.

Функционирование литиевых аккумуляторов возможно только при строгом соблюдении условий процесса заряда. Обычно, такие аккумуляторы заряжают в двухступенчатом режиме [1]. А именно, сначала заряд осуществляют при постоянной токовой нагрузке (гальваностатический режим) до достижения определенного значения напряжения, а затем проводят при этом постоянном значении напряжения (потенциостатический режим) пока зарядный ток не снизится практически до нулевого значения. Величину нагрузки на первой ступени устанавливают в пределах от $0,2C$ до $1C$ (чаще всего, $0,7C$). При этом, такой режим обеспечивает заряд аккумулятора почти на 80%. Пороговое напряжение составляет 4,1–4,2 В. Практически все современные литиевые аккумуляторы и батареи из 2-4 таких аккумуляторов снабжены встроенными контроллерами, осуществляющими управление режимом заряда и предохраняющими систему от перезаряда (равно как и от переразряда), короткого замыкания, перегрева и т.п.

Конструкционные особенности литиевых аккумуляторов.

Типоразмер и форм-фактор аккумулятора в существенной степени определяет составы активных масс электродов, вид электролита, способ изготовления и технологию сборки. Например, выбор связующего для катодной массы определяется не только ее составом и составом электролита, но и конструкцией аккумулятора [2]. Так, в дисковых аккумуляторах катодную массу запрессовывают в корпус без связующего, а в источниках тока с гибкими электродами в виде лент или пластин связующее необходимо, так как именно оно обеспечивает гибкость электродов. Поэтому, в последнем случае выбор связующего и определение доли его содержания в активной массе – очень важный вопрос. По эксплуатационному регламенту литиевые аккумуляторы делятся на: готовые к разряду в состоянии поставки или после проведения регламентных операций, например, зарядки аккумулятора; резервные аккумуляторы, которые для приведения в рабочее состояние требуют «активации» (расплавление электролита и т.п.).

В настоящее время в качестве электролитов литиевых аккумуляторов используют смеси солей лития (LiAsF_6 , LiPF_6 , LiClO_4 , LiBF_4) и линейных или циклических карбонатов, как например, пропиленкарбонат (ПК), этиленкарбонат (ЭК), диметилкарбонат (ДМК), этилметилкарбонат (ЭМК) [1]. Так, в коммерческих аккумуляторах фирмы Sony используется смесь ПК, ДМК и ЭМК с LiPF_6 . Используемые электролиты должны обладать достаточно высокой проводимостью по литию для минимизации омических потерь и поддержания необходимой скорости транспорта ионов лития между электродами [2]. По конструкции электродов литиевые аккумуляторы делятся на:

- 1) Источники тока с катодом в виде стрежня, полого цилиндра или в виде пакета толстых шайб или таблеток;
- 2) Рулонного типа. Для этих аккумуляторов электроды изготавливают в виде тонких лент, которые наматывают вместе со слоем сепарации на стержень в виде спирального рулона, а затем помещают в цилиндрический корпус. Реже один из электродов сначала помещают в чехол из сепарационного материала, затем на него накладывают другой электрод и полученный пакет сворачивают в рулон. Такие аккумуляторы могут быть цилиндрическими, прямоугольными и овальными;
- 3) Пуговичные или дисковые аккумуляторы, в которых катод закладывается в корпус в виде тонкого диска, либо катодная масса запрессовывается в корпус.
- 4) Аккумуляторы и батареи, в корпус которых закладывается пакет из тонких дисков анодов, сепарации и катодов или пакеты дисковых элементов, расположенных перпендикулярно оси цилиндрических или боковых стенок призматических источников тока;
- 5) Призматические аккумуляторы, в которых пакеты собираются из прямоугольных пластин анодов, катодов и сепарации, расположенных параллельно одной из боковых стенок корпуса, либо в виде сложенных зигзагообразно пакетов из лент анода, сепаратора и катода.
- 6) Аккумуляторы с корпусом специальной формы (возможно сложная геометрическая форма), в которых электроды повторяют форму корпуса.
- 7) Резервные источники питания, которые можно разделить на: а) с ёмкостью или резервуаром для электролита или окислителя; б) без ёмкости для электролита или окислителя внутри источника тока, например, водоактивируемые; в) тепловые резервные с пакетом дисковых элементов и пиротехнических таблеток (нагревателей) [2].

Отличие анодов литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов состоит в том, что в них нет электродов из металлического лития или его сплавов. Литий внедрен в материал анодной массы, т.е. образует соединение внедрения [3]. Наиболее распространенным материалом отрицательного электрода для литиевых аккумуляторов является углеродное сырье, а именно, графитизированный углерод или графит. Такой материал, интеркалированный литием, формирует соединение LiC_6 . Исследуются и более сложные соединения, такие как $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$. Положительные электроды литиевых аккумуляторов представляют собой матрицы для интеркалирования и деинтеркалирования ионов лития. К наиболее распространенным катодным материалам относятся такие соединения как LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiNiO_2 и LiFePO_4 .

Применение литиевых аккумуляторов в энергосистеме автономного обитаемого подводного аппарата.

Громоздкие устройства на основе свинцово-кислотных аккумуляторов, требующие постоянного обслуживания и внимания, перестали отвечать современным требованиям. Современные технологии предлагают более практичные решения, как по длительности автономной работы, так и по габаритам.

Одним из наиболее приоритетных направлений развития подводной робототехники является создание автономных обитаемых подводных аппаратов (АНПА) для обследования, например, подводных трубопроводов или рельефа морского дна. Такие устройства относятся к микро- и миниаппаратам, что обуславливает наличие ограничений по массе и габаритам. В этом ключе энергосистема АНПА представляет собой узел особой ответственности, так как занимает значительную часть его объёма и существенно увеличивает массу [3]. Удельная ёмкость аккумуляторной батареи определяет такие важнейшие параметры АНПА, как авто-

номность, предельная для преодоления толща воды, набор, тип и число устанавливаемых датчиков и другой полезной нагрузки.

Большой скачок в области производительности энергосистем АНПА связан с открытием технологии перезаряжаемых литий-ионных аккумуляторных батарей. Батареи такого типа характеризуются высоким САС (срок активного существования), что позволяет непрерывно эксплуатировать АНПА среднего и малого классов в течение суток. Помимо того, к их преимуществам относятся низкий уровень саморазряда и невысокие затраты на обслуживание. Стоит отметить, что литий-ионные батареи первого поколения были недостаточно безопасны, вследствие использования в них анода из металлического лития [3]. В настоящее время данная проблема успешно решена посредством применения графита в качестве материала анода. В современных АНПА получили распространение литий-ионные батареи на основе D-образных ячеек.

В последнее время в АНПА нашли применение литий-полимерные аккумуляторные батареи, представляющие собой развитие литий-ионной технологии и отличающиеся от последней конструктивно. А именно, жидкий электролит помещен в блоки из полимерной резины, из которых как из «кирпичиков» набирается аккумуляторная батарея заданных параметров. Сохраняя все преимущества своего предшественника, литий-полимерные системы более устойчивы к повышенному давлению, что делает их пригодными для применения на глубоководных АНПА [3]. К достоинствам литий-полимерных аккумуляторов следует также отнести возможность изготовления гибких форм и широкий диапазон рабочих температур (от -20 до 40 °С).

Среди недостатков перезаряжаемых литиевых батарей можно выделить высокую стоимость и пожароопасность при перезаряде или перегреве. Для борьбы с последним каждый аккумулятор снабжается специальной электронной системой управления, которая обеспечивает заряд батарей по специальному алгоритму. Кроме того, сепарационный материал в литиевых аккумуляторах современной конструкции представляет собой полимер с определённой температурой плавления, при достижении которой внутри системы, происходит его плавление и закупоривание отверстий для транспорта ионов лития, а следовательно прекращение работы источника тока [3]. Например, полиэтиленовый сепаратор начинает плавиться уже при 130 °С.

Таким образом, на сегодняшний день рациональным техническим решением в области проектирования энергоузла АНПА является применение аккумуляторных батарей литий-полимерной конструкции. Устойчивые к высокому давлению аккумуляторные батареи такого типа исключают потенциальные повреждения защитных баков. Плотность упаковки таких источников питания значительно выше, чем у батарей других типов, что позволит снизить общий вес, упростить обслуживание, хранение и транспортировку упаковок и доставок. Высокий удельный энергозапас аккумуляторов такого типа обеспечивает построение энергосистемы меньших габаритов и массы, а следовательно, увеличивает полезную нагрузку на борту АНПА и время автономной работы.

Воздухонезависимая энергетика подводных объектов на базе литий-ионных аккумуляторных батарей.

Применение воздухонезависимых энергетических установок (ВНЭУ) в области подводного кораблестроения приводит к усложнению электроэнергетического комплекса в целом и сопровождается ухудшением надежности как собственно энергоустановки, так и всего корабля. В этой связи в мире продолжается поиск и разработка аккумуляторных батарей, перспективных для обеспечения подводных режимов эксплуатации, с характеристиками, значительно превышающими свинцово-кислотные аналоги.

Из вышесказанного следует, что решением для ВНЭУ является применение литий-полимерных аккумуляторов, в которых отсутствует свободный электролит, что позволяет эксплуатировать батарею в любом пространственном положении. Помимо того, герметичные конструкции литий-полимерных аккумуляторных батарей позволяют размещать энергоустановку подводного аппарата на принципиально новом уровне и с учетом реальных возможно-

стей, а именно, рассредоточенного размещения на подводных аппаратах в любом пространственном положении и забортной установки всей батареи или её части.

Недавно сотрудниками компании Thyssen Krupp Marine Systems (TKMS) была разработана новая концепция, позволившая создать крупногабаритный модуль из литий-полимерных аккумуляторов для использования на подводных аппаратах [4]. В кооперации с германскими коллегами из фирмы GAIA Akkumulatorenwerke был сконструирован литий-полимерный аккумулятор номинальной ёмкостью 485 А·ч, на базе которого была создана аккумуляторная батарея для использования на подводных аппаратах.

После испытаний на стенде фирмы TKMS, шесть таких батарей были установлены на катамаран Planet Solar. Суммарная удельная энергия установленных батарей составила 1,1 МВт·ч, что сопоставимо с ёмкостью аккумуляторной энергоустановки на неатомных подводных аппаратах [4]. Батареи показали надёжную и безопасную работу в различных условиях.

Подводная лодка на литий-ионных батареях.

На 2020 год в Японии запланировано введение в строй первой в мире неатомной подводной лодки (одиннадцатой в серии типа Soryu) с литий-полимерными аккумуляторными батареями. По словам бывшего командующего подводными силами японского флота Масао Кобаяси, «это позволит отказаться от применения на подводных лодках не только традиционных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, но и воздухонезависимых двигателей Стирлинга». «Литиево-ионные батареи дают лодкам продолжительность подводного хода, сопоставимую с продолжительностью при использовании ВНЭУ на малых скоростях, но при этом за счет высокой ёмкости обеспечивают весьма высокую продолжительность подводного хода и на больших скоростях, что особенно важно при выходе в атаку или при уклонении от противника. В отличие от ВНЭУ, литиево-ионные батареи можно постоянно подзаряжать».

М. Кобаяси также отметил, что обратной стороной этого является высокая стоимость батарей. По его прогнозу, стоимость одиннадцатой подлодки составит около \$ 566 млн., в то время как на десятую подводную лодку было потрачено только \$ 454 млн. Такая разница в более чем в \$ 100 млн. как раз и приходится на новые батареи.

Согласно японским источникам информации, «есть три требования для полноценного использования литиевых батарей на подводной лодке. Эти батареи требуют мощных дизель-генераторов для подзарядки, увеличенных устройств РДП (работы дизеля под водой) для увеличения объемов подачи воздуха и отвода выхлопных газов, а также изменений в электрических цепях, в первую очередь применения автоматических предохранителей».

Кроме того экспертами отмечается, что литий-полимерные аккумуляторы весят меньше, чем свинцово-кислотные, в связи с чем проект подводной лодки типа Soryu был переработан для сохранения балластировки и остойчивости судна.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-33-00345).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Наноматериалы в современных химических источниках тока: метод. разработка к программам повышения квалификации. / сост. А.М. Скундин, О.А. Брылев. Москва: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011. 45 с.
2. М.Ю. Сербинковский. Литиевые источники тока: конструкции, электроды, материалы, способы изготовления и устройства для изготовления электродов. Ростов-на-Дону: ЮРГТУ (НПИ), 2001. 101 с.
3. Д.В. Кирьянов, Е.С. Гебель. Обоснование технологии проектирования энергосистемы автономного необитаемого подводного аппарата // Сборник материалов VI международной научно-технической интернет-конференции молодых ученых. Омск: ОмГТУ, 2016. 252 с.
4. Ю.Н. Арсеньев, Р.А. Иванов, Ю.В. Копытов. Воздухонезависимая энергетика подводных объектов на базе литий-ионных аккумуляторных батарей // Труды Крыловского государственного научного центра, 2018. Т. 385. С. 107–114.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ ТУРБОХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Никитин Александр Александрович

*Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель Самсонов Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор*

Ключевые слова: воздушная турбохолодильная установка.

Аннотация. В статье описан принцип работы воздушной турбохолодильной установки. Составлена математическая модель установки, выведен холодильный коэффициент и его зависимость от параметров.

Введение.

Холодильные установки предназначены для искусственного снижения и поддержания температуры ниже температуры окружающей среды. Холодильные установки - представляют собой устройства, в которых циркулирует хладагент, меняя свое агрегатное состояние с жидкого на газообразное и обратно. В основном это фреон, этот хладагент неплохо себя зарекомендовал с точки зрения надежности и эффективности. Но кризис фреона и его вредное воздействие на окружающую среду дало толчок в развитии исследований в области холодильной техники. В воздушных холодильных установках в качестве рабочего тела циркулирует хладагент - воздух.

Преимущества и недостатки ВТХУ.

Преимущества:

- высокая экологическая чистота;
- простота и безопасность в эксплуатации;
- доступность хладагента.

Недостатки:

- низкая термодинамическая эффективность;
- сложная конструкция (наличие турбодетандера).

Принципиальная схема ВТХУ.

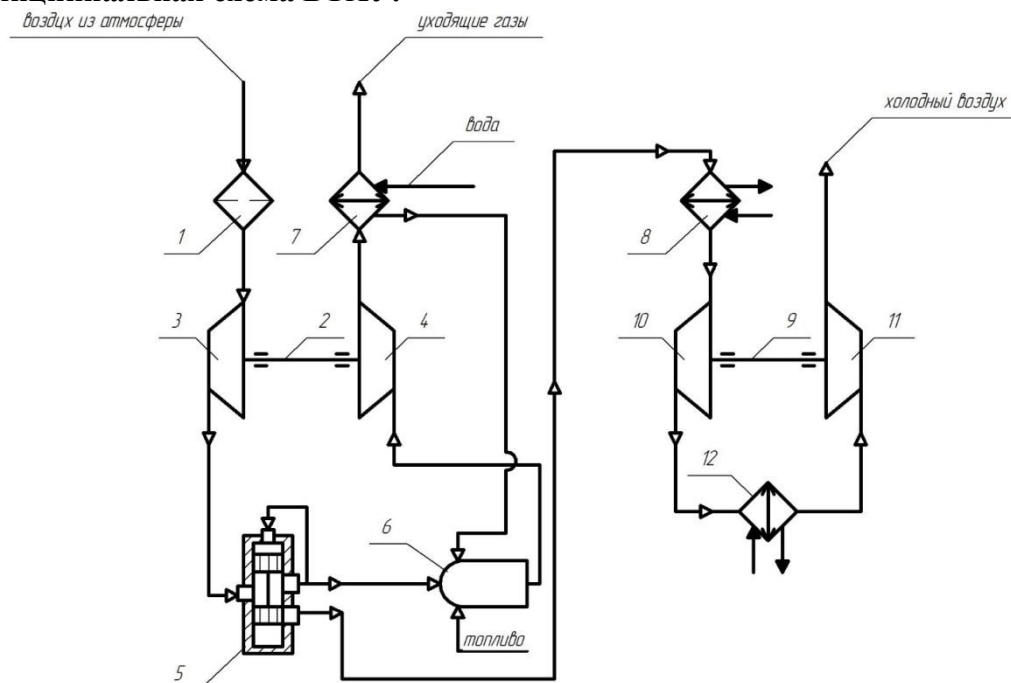


Рис. 1. Воздушно турбохолодильная установка с утилизацией тепла:

1-воздушный фильтр; 2-турбокомпрессор; 3-компрессор; 4-турбина;
5-пневморегулятор; 6-камера сгорания; 7-регенератор; 8-воздухоохладитель;
9-турбодетандер; 10-компрессор детандера; 11-турбодетандер; 12-воздухоохладитель.

Принцип работы.

Компрессор 3 через воздушный фильтр 1 засасывает атмосферный воздух и сжимает его. Далее сжатый воздух поступает в пневморегулятор 5 и разделяется на две части.

Одна его часть поступает в камеру сгорания 6, где используется в качестве первичного воздуха для сгорания топлива. После камеры сгорания уходящие газы проходя через турбину 4 поступают в регенератор 7, где подогревают воду, переводя ее в пар. После чего пар поступает в камеру сгорания для ее охлаждения, далее пар и уходящие газы поступают в турбину. В связи с этим, турбина меньше потребляет сжатого воздуха, и мы можем больше его направить для получения холода.

Другая часть поступает через первый воздухоохладитель 8 в компрессор детандер 9. В нем происходит дальнейшее повышение давления воздуха. Затем сжатый воздух через второй воздухоохладитель 12 поступает в турбодетандер 11, где происходит расширение воздуха с производством работы и, вследствие чего, снижение его температуры. После турбодетандера воздух подается к потребителю холода.

Математическая модель.

Для установки была создана математическая модель.

В начале математической модели принимаются исходные данные. После чего для нашей установки были определены параметры перед компрессором.

Плотность воздуха перед компрессором:

$$\rho_{0к} = \frac{P_{0к}}{R_B \cdot T_{атм}},$$

где $P_{0к}$ – давление воздуха на входе в компрессор, R_B – газовая постоянная для воздуха, $T_{атм}$ – температура воздуха на входе в компрессор.

Объемный расход воздуха перед компрессором:

$$L_{0к} = \frac{G_k}{\rho_{0к}},$$

где G_k – расход воздуха, $\rho_{0к}$ – плотность воздуха перед компрессором.

Затем осуществляется тепловой расчет компрессора.

Температура воздуха после компрессора:

$$T_k = T_{0к} \left[1 + \frac{\left(\frac{P_k}{P_{0к}} \right)^{\frac{k_B-1}{k_B}} - 1}{\eta_{ак}} \right],$$

где $T_{0к}$ - температура воздуха на входе в компрессор, $P_{0к}$ – давление воздуха на входе в компрессор, P_k - давление воздуха на выходе из компрессора, k_B – показатель адиабаты для воздуха, $\eta_{ак}$ - адиабатный КПД компрессора.

Адиабатная работа компрессора:

$$A_k = \left(\frac{k_B}{k_B-1} \right) \cdot R_B \cdot T_{0к} \cdot \left[\left(\frac{P_k}{P_{0к}} \right)^{\frac{k_B-1}{k_B}} - 1 \right],$$

где R_B – газовая постоянная для воздуха, $T_{0к}$ - температура воздуха на входе в компрессор, $P_{0к}$ – давление воздуха на входе в компрессор, P_k - давление воздуха на выходе из компрессора, k_B – показатель адиабаты для воздуха.

После чего рассчитываем адиабатную мощность компрессора:

$$N_k = \frac{A_k \cdot G_k}{\eta_{ак}},$$

где A_k – адиабатная работа компрессора, G_k – расход воздуха, $\eta_{ак}$ – адиабатный КПД компрессора.

Расчет камеры сгорания осуществляется на примере расчета топок котлов. Методика используемая при расчете горения, была взята за основу, расчет топок котлов.

После расчета камеры сгорания, составляем уравнение теплового баланса для нее, перед тем как осуществляется тепловой расчет турбины.

Уравнение теплового баланса:

$$G_{в1} \cdot (C_{рв.вх} \cdot T_k) + B(Q_H \eta_t) - G_{пр.сг} i_{1г} = G_{воды} (i_{вод.вых} - i_{вод.вх})$$

Энерготехнологии в морской технике

где η_t – КПД камеры сгорания, B – расход топлива; Q_H – теплота сгорания топлива, G_{B1} – расход первичного воздуха, $C_{pв.вх}$ – средняя удельная теплоемкость воздуха при температуре после камеры сгорания, T_K – температура воздуха после компрессора, $G_{пр.сг}$ – расход продуктов сгорания; $i_{1г}$ – энтальпия продуктов сгорания, $G_{воды}$ – расход воды, $i_{вод.вых}$ – энтальпия воды на выходе из камеры сгорания, $i_{вод.вх}$ – энтальпия воды на входе в регенератор.

Работа адиабатного расширения в турбине:

$$A_{ТК} = \left(\frac{k_{см}}{k_{см} - 1} \right) \cdot R_{см} \cdot T_{г} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_{зт}}{P_{пт}} \right)^{\frac{k_{см}-1}{k_{см}}} \right],$$

где $P_{зт}$ – давление газов после турбиной, $P_{пт}$ – давление газов перед турбиной, $R_{см}$ – газовая постоянная для парогазовой смеси, $k_{см}$ – показатель адиабаты расширения парогазовой смеси, $T_{г}$ – температура смеси за камерой сгорания.

Температура газов за турбиной турбокомпрессора:

$$T_{зт} = T_{г} \cdot \left[1 + \frac{\left[\left(\frac{P_{зт}}{P_{пт}} \right)^{\frac{k_{см}-1}{k_{см}}} - 1 \right] \cdot \eta_{ет}}{\eta_{мт}} \right],$$

где $P_{зт}$ – давление газов после турбиной, $P_{пт}$ – давление газов перед турбиной, $k_{см}$ – показатель адиабаты расширения парогазовой смеси, $T_{г}$ – температура газов за камерой сгорания, $\eta_{ет}$ – эффективный КПД турбины, $\eta_{мт}$ – механический КПД турбокомпрессора.

Мощность турбины находим:

$$N_{т} = G_{г} \cdot A_{ТК} \cdot \eta_{ет}$$

где $G_{г}$ – суммарный расход смеси уходящих газов, $A_{ТК}$ – Работа адиабатного расширения в турбине, $\eta_{ет}$ – эффективный КПД турбины.

После расчета турбины осуществляется расчет турбодетандера.

В данном случае используется метод итераций для определения давления перед турбодетандером:

$$P_{пт} = \frac{P_{зт}}{\left(1 - \frac{\left[\left(\frac{P_{пт}}{P_{окд}} \right)^{\frac{k_{в}-1}{k_{в}}} - 1 \right] \cdot \frac{T_{окд}}{T_{г1}}}{\eta_{акд} \cdot \eta_{етд}} \right)^{\frac{k_{в}}{k_{в}-1}}},$$

где $P_{зт}$ – давление за турбодетандером, $P_{пт}$ – давление перед турбодетандером, $P_{окд}$ – давление воздуха после первого воздухоохладителя, $\eta_{етд}$ – эффективный КПД турбодетандера, $\eta_{акд}$ – адиабатный КПД компрессора детандера, $k_{в}$ – показатель адиабаты для воздуха; $T_{в1}$ – температура воздуха перед турбодетандером, $T_{окд}$ – температура воздуха после воздухоохладителя.

Работа адиабатного расширения 1 кг воздуха в турбодетандере:

$$L_{тд} = \left(\frac{k_{в}}{k_{в}-1} \right) \cdot T_{в1} \cdot R_{г} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_{зт}}{P_{пт}} \right)^{\frac{k_{в}-1}{k_{в}}} \right],$$

где $k_{в}$ – показатель адиабаты для воздуха, $P_{зт}$ – давление за турбодетандером, $P_{пт}$ – давление перед турбодетандером, $T_{в1}$ – температура воздуха перед турбодетандером, $R_{в}$ – газовая постоянная для воздуха.

Мощность турбодетандера определяется:

$$N_{тд} = G_{втд} \cdot L_{тд} \cdot \eta_{етд}$$

Энерготехнологии в морской технике

где $G_{\text{вТд}}$ – расход воздуха используемого для заморозки, $L_{\text{Тд}}$ – работа адиабатного расширения 1кг воздуха в турбодетандере, $\eta_{\text{етд}}$ – эффективный КПД турбодетандера.

Расчет компрессора детандера

Температура воздуха после компрессора детандера:

$$T_{\text{кд}} = T_{0\text{кд}} \left[1 + \frac{\left[\left(\frac{P_{\text{пт}}}{P_{\text{к}}} \right)^{\frac{k_{\text{в}}-1}{k_{\text{в}}}} - 1 \right]}{\eta_{\text{акд}}} \right]$$

где $P_{\text{пт}}$ – давление перед турбодетандером, $k_{\text{в}}$ – показатель адиабаты для воздуха, $\eta_{\text{акд}}$ – адиабатный КПД компрессора детандера, $T_{0\text{кд}}$ – температура воздуха перед компрессором детандера, $P_{\text{к}}$ – давление воздуха после первого воздухоохладителя.

Адиабатная работа компрессора детандера:

$$A_{\text{кд}} = \left(\frac{k_{\text{в}}}{k_{\text{в}}-1} \right) \cdot T_{0\text{кд}} \cdot R_{\text{г}} \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{пт}}}{P_{\text{к}}} \right)^{\frac{k_{\text{в}}-1}{k_{\text{в}}}} - 1 \right],$$

где $T_{0\text{кд}}$ – температура воздуха перед компрессором детандером, $P_{\text{пт}}$ – давление перед турбодетандером, $P_{\text{к}}$ – давление воздуха на выходе из компрессора турбокомпрессора, $k_{\text{в}}$ – показатель адиабаты для воздуха, $R_{\text{в}}$ – газовая постоянная для воздуха.

Потребляемая мощность компрессора детандера:

$$N_{\text{кд}} = \frac{A_{\text{кд}} \cdot G_{\text{вТд}}}{\eta_{\text{акд}}},$$

где $A_{\text{кд}}$ – адиабатная работа компрессора детандера, $G_{\text{вТд}}$ – расход воздуха, используемый для заморозки, $\eta_{\text{акд}}$ – адиабатный КПД компрессора детандера.

В стандартных расчетах холодильных машин, температуру обычно определяют по формулам политропных процессов для чего необходимо знать показатели политропы этих процессов, которые, как правило, неизвестны. Поэтому используются формулы по которым рассчитывают температуру и давление через КПД машин. Значение КПД для серийных машин обычно известны.

Температура газов за турбодетандером определяется по формуле:

$$T_{\text{зт}} = T_{\text{в1}} \cdot \left(1 + \frac{\left(\frac{P_{\text{зт}}}{P_{\text{пт}}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1}{\eta_{\text{мт}}} \right),$$

где $P_{\text{зт}}$ – давление за турбодетандером, $P_{\text{пт}}$ – давление перед турбодетандером, $T_{\text{в1}}$ – температура воздуха перед турбодетандером, $T_{\text{зт}}$ – температура воздуха за турбодетандером, $\eta_{\text{ет}}$ – эффективный КПД турбодетандера, $\eta_{\text{мт}}$ – механический КПД турбодетандера, k – коэффициент адиабаты воздуха.

Вывод.

В процессе составления математической модели было выявлено, что холодильный коэффициент зависит от нескольких параметров.

Холодильный коэффициент ВТХУ

$$E = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$$

где q_2 – холодопроизводительность установки, q_1 – затраченная теплота.

Заключение.

Зная параметры от которых зависит холодильный коэффициент можно модернизировать холодильную установку и тем самым повысить ее производительность.

Исследование воздушной турбохолодильной установки представляет теоретический и практический интерес, потому что холодильные машины применяются во многих отраслях например: медицина, пищевая промышленность, транспортных средствах и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надараиа К.В. Композиционные покрытия на титановых и магниевых сплавах, формируемые с использованием ПЭО и фторорганических дисперсий, - Владивосток. Дальневосточный Федеральный университет 2017, - 163 с.
2. РД 5 Р.95066-90. Термическое оксидирование (антифрикционное и защитное) деталей из сплавов типа ПТ-3В. Типовой технологический процесс (посл. изм. № 1 от 29.12.1998).
3. Надараиа К.В., Машталяр Д.В., Егоркин В.С., Вялый И.Е., Имшинецкий И.М., Синябрюхов С.Л., Гнеденков С.В. Формирование композиционных покрытий на поверхности сплава алюминия, - Институт Химии ДВО РАН, Дальневосточный Федеральный университет.

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УНИВЕРСАЛЬНЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

Рави Вигнеш

Инженерная школа; кафедра кораблестроения и океанотехники

Научный руководитель: Китаев Максим Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: универсальные сухогрузные суда, ледовый класс, главные размерения, проектные характеристики.

Универсальные сухогрузные суда являются наиболее распространенным типом судов гражданского флота и используются для перевозки разнообразных грузов, что и определяет их универсальность. Наличие ледового класса позволяет таким судам работать в ледовых условиях, в том числе в Арктике. Так, сухогрузные суда типа "Амгуема" предназначались для доставки народнохозяйственных грузов в районы Арктики, обеспечения работы дрейфующих станций, пунктов на островах Северного Ледовитого океана и в Антарктиде, во льдах они двигались за ледоколом в составе каравана или самостоятельно, суда типа "Повенец", "Пионер" и "Андижан" обеспечивали перевозку разнообразных грузов в Арктику, порты Магадан и Петропавловск-Камчатский, порты Вьетнама, Кампучии, Индии, Японии и т.д. [1].

Однако за последнее время суда существующего гражданского флота, находящегося в эксплуатации постарели как морально, так и физически, а новые практически не строились.

В связи этим проблема обновления флота стоит очень остро. Актуальность рассматриваемой проблемы подчеркивается необходимостью освоения ресурсов крайнего Севера и развития транспортной инфраструктуры Северного морского пути (СМП). Последнему направлению уделяют все больше внимания, т.к. в связи с развитием ледокольного флота (строительством ледокола Лидер) перспектива использования СМП транспортными судами с коммерчески эффективной скоростью становится все более реальной. Введение в строй атомного ледокола «Лидер» позволит круглогодично осуществлять рейсы по Северному морскому пути независимо от погодных условий и ледовой обстановки с экономичной скоростью для транспортных судов. Так, при толщине льда в два – два с половиной метра Лидер способен двигаться со скоростью 12 - 14 узлов. Для сравнения: атомоходы, находящиеся сейчас в строю, преодолевают лед такой толщины со скоростью 2 - 4 узла [2]. Кроме того, развитию этого направления способствует изменение климата, что позволяет использовать этот морской путь более длительный период времени.

Цель настоящей работы - анализ проектных характеристик универсальных сухогрузных судов (УСС) ледового плавания и получение аналитических зависимостей для определения главных размерений и проектных характеристик судов рассматриваемого типа.

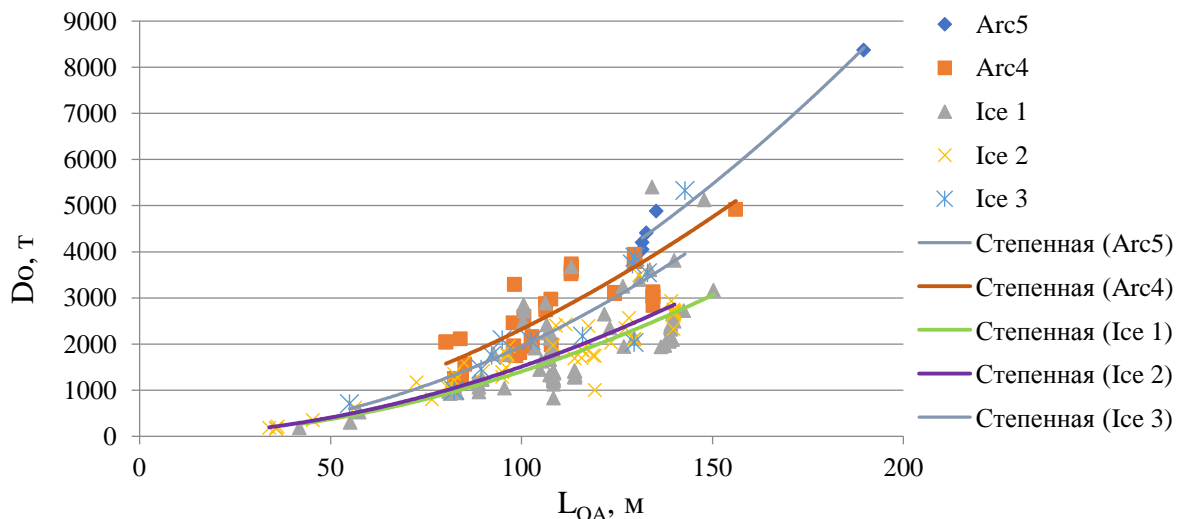


Рис. 1. Зависимость водоизмещения порожнем от наибольшей длины УСС.

Энерготехнологии в морской технике

Анализ выполнен для 200 УСС, построенных под надзором Российского морского регистра судоходства и следующих ледовых классов: Arc5, Arc4, Ice3, Ice2, Ice1. В данном случае ледовый класс является определяющим параметром, показывающим способность судна работать в море в различных ледовых условиях и влияющий на соотношения главных размерений и основных проектных характеристик судов рассматриваемого типа. Исходная информация для анализа проектных характеристик универсальных сухогрузных судов ледового плавания заимствована из регистрационной книги судов [3].

На рис. 1 показана зависимость водоизмещения судна порожнем (D_0) от наибольшей длины (L_{OA}) для УСС разных ледовых классов.

В результате анализа проектных характеристик существующих УСС ледового плавания получены следующие зависимости для определения водоизмещения порожнем:

$$\text{Arc5: } D_0 = 0.538LOA^{1.8414};$$

$$\text{Arc4: } D_0 = 0.6803LOA^{1.7667};$$

$$\text{Ice3: } D_0 = 0.2141LOA^{1.9801};$$

$$\text{Ice2: } D_0 = 0.2491LOA^{1.8914};$$

$$\text{Ice1: } D_0 = 0.204LOA^{1.9192}.$$

На рис. 2 показаны диапазоны изменения скорости хода (V_S) УСС ледового плавания в зависимости от дедвейта (DW). Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о том, что основной диапазон проектных скоростей хода УСС имеющих ледовый класс на чистой воде находится в интервале от 10 до 16 узлов и не зависит от DW и ледового класса судна.

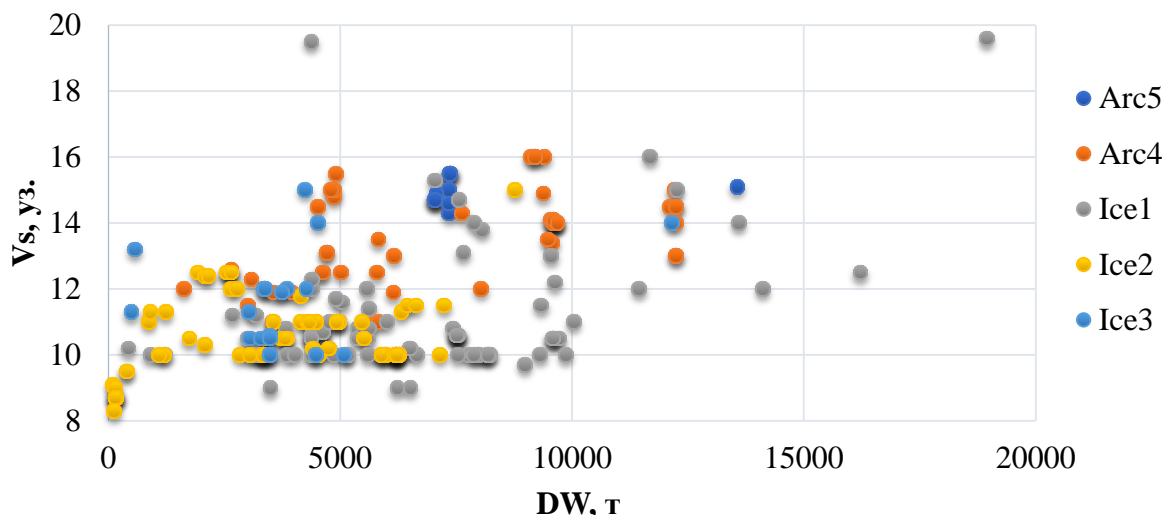


Рис. 2. Изменение скоростей хода УСС ледового плавания в зависимости от дедвейта.

В результате анализа проектных характеристик получены зависимости, позволяющие определить полное водоизмещение УСС в функции от дедвейта и ледового класса:

$$\text{Arc5: } D = 1.2917 * DW + 2322.2;$$

$$\text{Arc4: } D = 1.3296 * DW + 487.21;$$

$$\text{Ice3: } D = 1.2713 * DW + 753.73;$$

$$\text{Ice2: } D = 1.3612 * DW + 370.48;$$

$$\text{Ice1: } D = 1.356 * DW + 225.57.$$

Для определения главных размерений УСС на начальных стадиях проектирования можно использовать зависимости, представленные ниже.

- Длина между перпендикулярами ($L_{пп}$):

$$\text{Arc4: } L_{пп} = 1.3296 * DW + 487.21;$$

$$\text{Arc5: } L_{пп} = 0.0037 * DW + 97.505;$$

$$\text{Ice1: } L_{пп} = 0.006 * DW + 79.022;$$

$$\text{Ice2: } L_{пп} = 0.0133 * DW + 47.801;$$

$$\text{Ice3:}L_{\text{пп}} = 0.0006 * DW + 12.427.$$

- Проектная осадка (Т):

$$\text{Arc4:}B = 0.3077 * L_{\text{пп}} - 18.035;$$

$$\text{Arc5:}B = 0.0851 * L_{\text{пп}} + 8.3491;$$

$$\text{Ice1:}B = 0.0753 * L_{\text{пп}} + 7.5318;$$

$$\text{Ice2:}B = 0.0847 * L_{\text{пп}} + 5.6686;$$

$$\text{Ice3:}B = 0.0804 * L_{\text{пп}} + 7.0633.$$

- Проектная ширина (В)

$$\text{Arc4:}T = 0.5527 * B - 3.8248$$

$$\text{Arc5:}T = 0.5711 * B - 2.7047$$

$$\text{Ice1:}T = 0.272 * B + 0.2562$$

$$\text{Ice2:}T = 0.2537 * B + 0.6153$$

$$\text{Ice3:}T = 0.3767 * B - 0.6927$$

Заключение.

В результате проделанной работы получены аналитические зависимости, позволяющие на начальных стадиях проектирования УСС ледовых классов определять главные размерения и основные проектные характеристики.

В качестве перспективы дальнейшего исследования планируется исследование ходовых качеств и энерговооруженности УСС ледовых классов с целью разработки комплексной математической модели проектирования УСС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луценко, В. Т. Конструктивно-технологическое обеспечение надежности элементов подводной части морских судов. Ч. 3. Закономерности распределения эксплуатационных повреждений и затраты на поддержание надежности элементов движительно-рулевых комплексов / В.Т. Луценко -Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. 126 с.
2. Маргарита Свириз Арктическая кооперация / Свириз Маргарита // Журнал объединенной судостроительной корпорации. ОСК. №2 (27) 2016. - с. 8 - 9.
3. Регистровая книга судов РМРС. URL:
<https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel?ln=ru>

ВИБРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА СУДОВЫХ ВАЛОПРОВОДОВ
КАТАМАРАНА «МОСКВА»

Саяпин Егор Романович, Стуканов Иван Андреевич, Ищенко Алексей Викторович

Инженерная школа; кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Грибиниченко Матвей Валерьевич канд. техн. наук., доцент

Ключевые слова: вибрация, вибродиагностика, крутильные колебания, торсиографирование, спектр, временной сигнал.

Катамаран «Москва» проекта CD342 спроектирован - Incat Crowther Pty Ltd (Australia). [1] Который создавался для перевозки до 270 пассажиров в прибрежной зоне морей. По конструкции судно состоит из двух симметричных корпусов, соединенных между собой с помощью моста и размещенной на нем двухъярусной надстройки. [2] Такая конфигурация судна позволяет добиться максимальной скорости на взволнованной поверхности. В надстройке размещаются пассажиры и технические зоны экипажа для обслуживания пассажиров. Рулевая рубка находится в передней части надстройки верхнего яруса и оборудована панорамным остеклением. В ней предусмотрен пост управления судном и главными двигателями, пост навигации и связи, предусмотрен вывод панелей индикации системы трюмных помп и противопожарной сигнализаций. Конструктивный материал корпуса, надстройки, рубки и мачты — алюминивно-магниевого сплава. [3] В качестве энергоустановки выступают два дизельных ДВС марки MTU 10V2000 M72 мощностью по 900 кВт каждый.

В процессе эксплуатации при работе на частотах вращения близких к номинальным, был замечен рост вибрации в корме судна. Департаментом промышленности и транспорта Приморского края был сделан запрос на кафедру Кораблестроения и океанотехники для проведения анализа и выявления причин возникновения данной вибрации. Специалистами кафедры был произведен сравнительный анализ гребных винтов катамарана «Москва» и выявлены нарушения их геометрии. Причиной вибрации, ощущаемой в кормовой оконечности, может быть неравномерность шага лопастей. Кафедрой Судовой энергетики и автоматики было принято решение о проведении замеров вибрации с последующим построением спектра для выявления частоты возмущающей силы.

Ходовые испытания проводились в акватории Амурского залива на спокойной воде, с целью снижения воздействия качки на результаты измерений. Программа испытаний включала в себя замеры на следующих режимах работы судовых двигателей (на левом и правом борту):

- плавный разгон и торможение;
- работа на постоянной частоте вращения;
- реверс, плавный разгон и торможение.

Измерение на переменных режимах проводилось с целью выявления резонансов и определения общих параметров вибрации (максимальных и среднеквадратичных значений виброускорения на различных режимах).

Измерение на постоянных режимах проводилось с целью проведения спектрального анализа полученного вибросигнала и выявления дефектов пропульсивных комплексов обоих бортов.

Данные фиксировались при помощи трех акселерометров, установленных на дейдвудной трубе, флоре (возле дейдвудной трубы) и на корпусе редуктора; тахометра и торсионного виброметра – тип 2523 с системой анализа 3560. Затем записи обрабатывались в АЦП для более удобного их использования в дальнейшем.

Проводился спектральный анализ вибросигнала акселерометра №1 (рис.1), установленного на дейдвудной трубе, как наиболее близкого к исследуемому источнику вибрации (валопроводу).

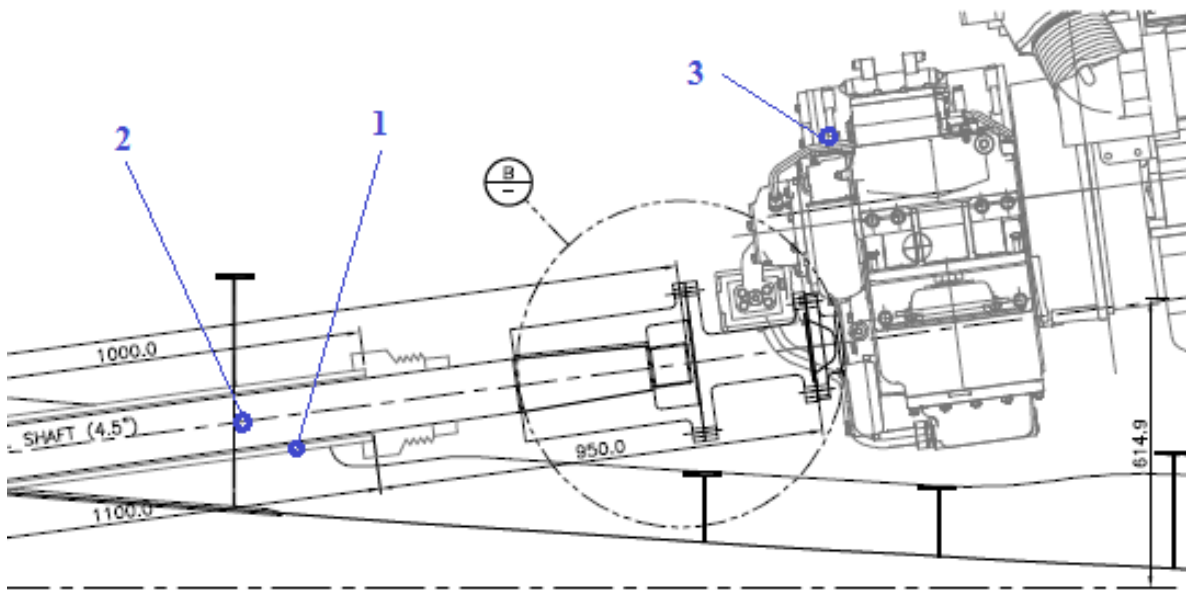
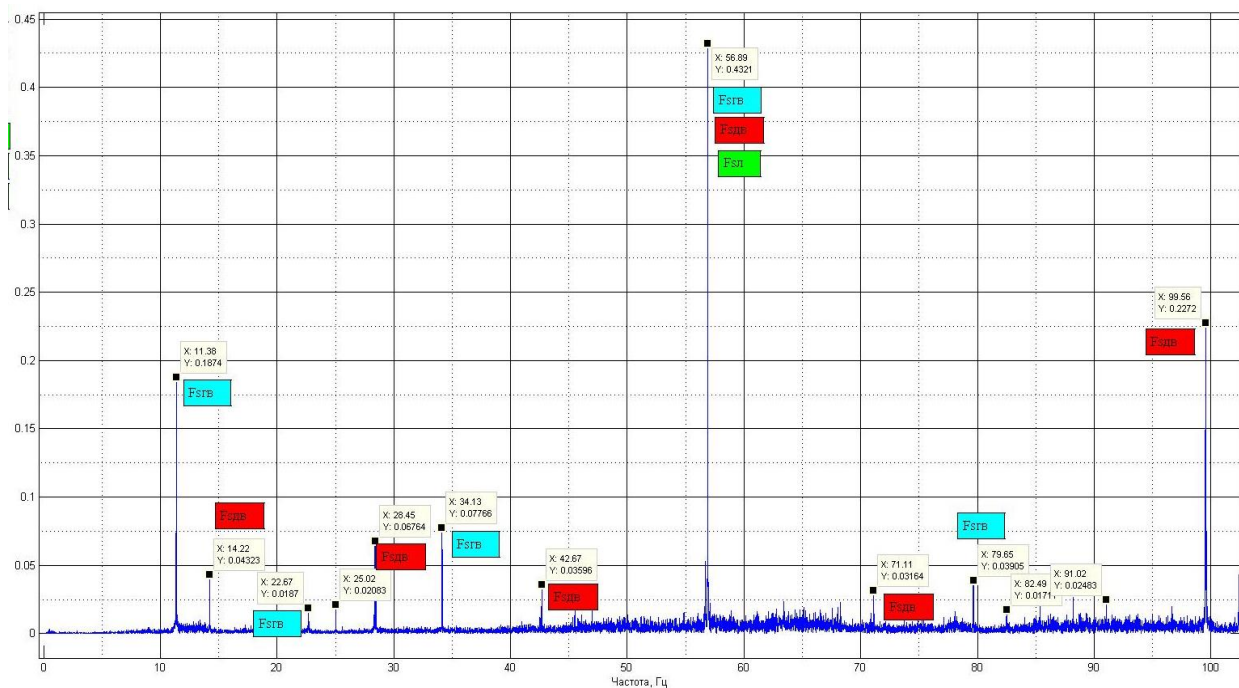


Рис.1. Схема расстановки акселерометров: 1 – дейдвудная труба; 2 – флор; 3 – корпус редуктора.

При отсутствии информации о первоначальном (нормальном) состоянии исследуемых комплексов анализ проводился путем сравнения показателей вибрации пропульсивных комплексов левого и правого борта.

После рассмотрения спектров колебаний (рис.2-3) валов был обнаружен скачок вибрации, на линии вала правого борта, в районе частоты вращения 400 об/мин и, на линии вала левого борта, в районе частоты вращения 680 об/мин, а также превышение допустимой нормы среднеквадратичного значения амплитуды колебаний (рис.4) на обоих валах, наиболее высокие значения вибрации наблюдаются на левой линии вала. Вероятной причиной повышенной вибрации являются дефекты гребных винтов, при этом более развиты эти дефекты на левой линии вала. При проведении эксперимента проводились измерения крутильных колебаний вала установки – торсиографирование.



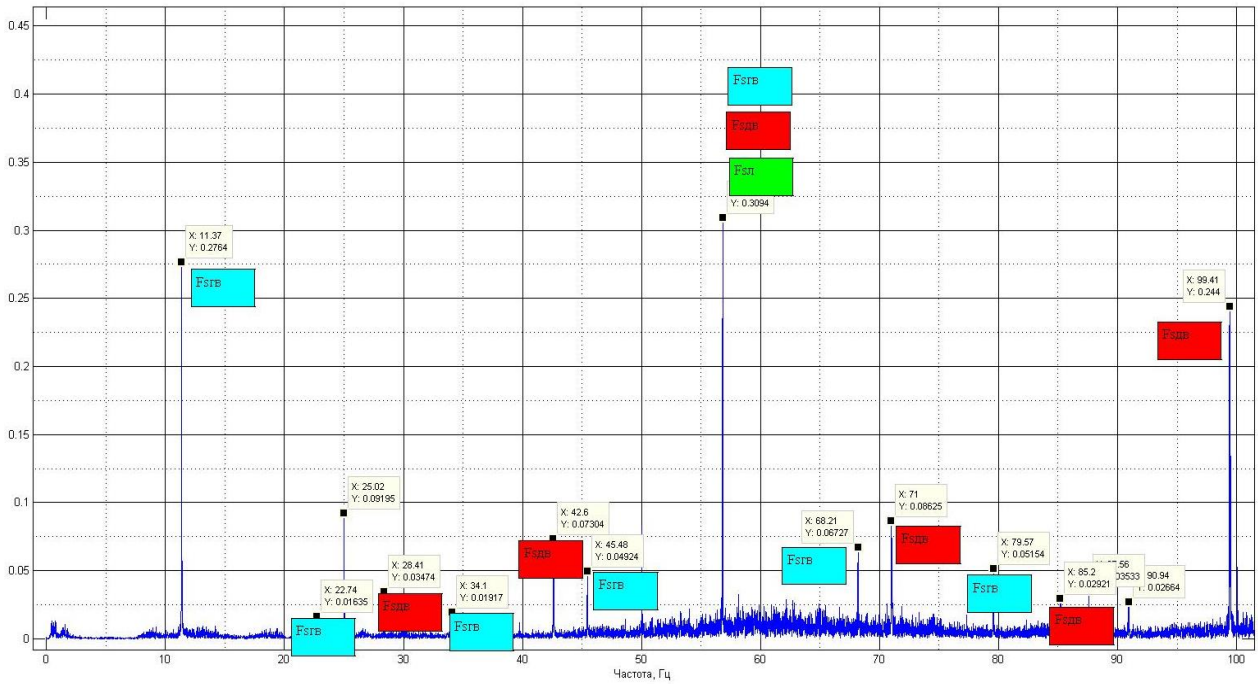


Рис. 3. Правый борт. Спектр частот 0-100 Гц

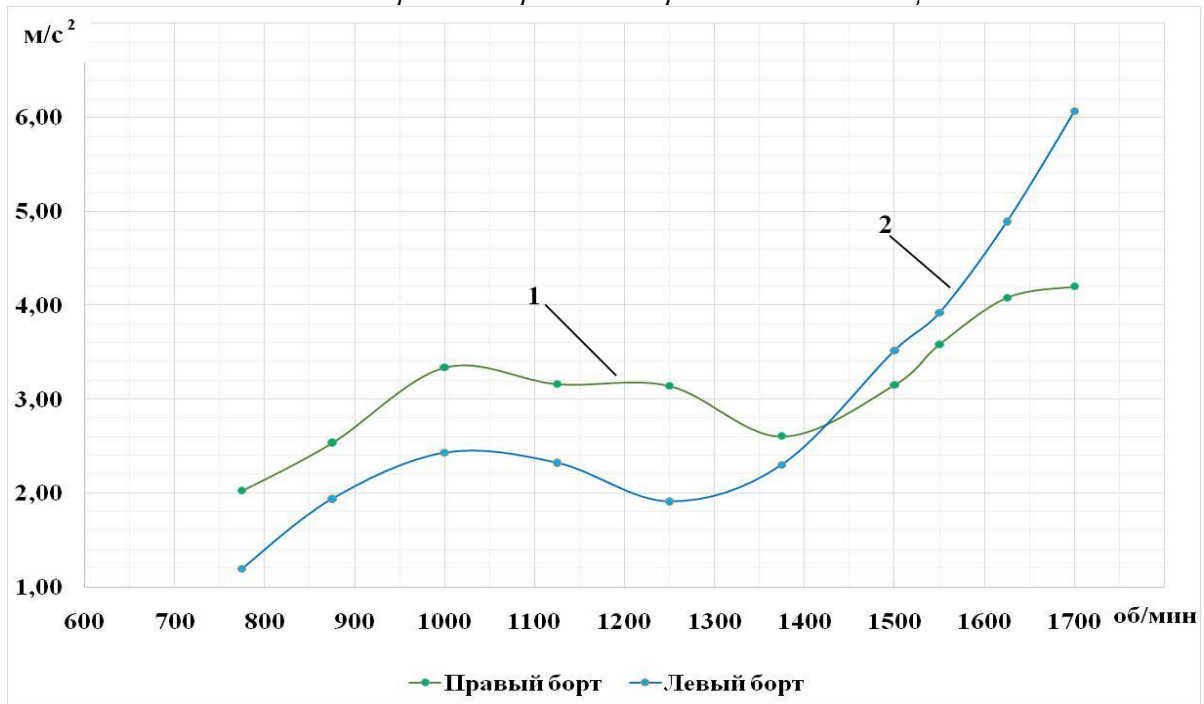


Рис. 4. Зависимость среднеквадратичного значения вибрации датчика №1 (дейдвудная труба) от частоты вращения главного двигателя:
1 – правый борт; 2 – левый борт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. https://www.alibaba.com/product-detail/High-speed-passenger-catamaran-ferry-CD342_134802498.html
2. <http://fleetphoto.ru/projects/2724/>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%B4%D0%B0_%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_CD342

**СМАЧИВАЕМОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ СОЧЕТАНИЕМ
ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ И РАСПЫЛЕНИЯ
ФТОРПОЛИМЕРА**

Сучков Сергей Николаевич

*Школа естественных наук; кафедра теоретической и ядерной физики
Научный руководитель: Надараиа Константинэ Вахтангович, канд. хим. наук,
научный сотрудник Института химии ДВО РАН*

Ключевые слова: магний, плазменное электролитическое оксидирование, ультрадисперсный политетрафторэтилен, композиционное покрытие, трибология, адгезия, смачиваемость.

Аннотация: В работе представлен способ получения композиционного покрытия путем сочетания плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) и дальнейшего нанесения фторполимера. Сформированные покрытия показали антифрикционные свойства и высокие прочностные характеристики, снижая износ более чем в 27 раз в сравнении с исходным ПЭО-слоем. Установлено, что полимерсодержащие слои обладают близкими к супергидрофобности свойствами – значения контактного угла достигают 152° , гистерезис контактного угла равен 11° .

Введение.

Магний и магниевые сплавы за счёт своих физико-химических свойств, таких как, например, небольшая плотность и высокая удельная прочность, являются перспективными в различных областях промышленности. К таким отраслям относятся машиностроение, приборостроение, авиационная и автомобильная промышленности, медицина, а также производство космической техники [5].

Однако со всеми преимуществами магния присутствует и существенный недостаток, не позволяющий использовать данный металл во всех этих сферах – термодинамическая активность [4], вследствие чего магний легко поддаётся коррозионным разрушениям в агрессивных средах. Также прочностные характеристики магния не являются его сильной стороной, сплавы магния относятся к материалам с пониженной износостойкостью, вследствие чего магниевые сплавы не используют в узлах трения и в контакте со средой, имеющей абразивные компоненты. Поэтому применение магниевых сплавов ограничено в некоторых механизмах и машинах. В связи с этим применяют различные способы модификации поверхности магния, чтобы увеличить его трибологические и антикоррозионные свойства. Один из способов модификации поверхности – плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО). Суть метода – в формировании оксидной плёнки на вентильных металлах в электролите под действием высокой напряжённости электрического поля (до 1-10 МВ/см). На границе раздела металл/электролит возникают микроплазменные разряды, по каналам которых осуществляется транспорт вещества электролита к подложке металла и их взаимодействие. Температура в областях контактов разрядов с подложкой может достигать 10 000 К, после чего происходит резкое охлаждение зоны пробоя вплоть до температуры электролита. Метод ПЭО существенно влияет на износо- и коррозионную стойкость материала, повышая данные параметры в несколько раз. В результате на металлах формируется развитая морфологическая структура. С одной стороны, такие дефекты, как сквозные поры и микротрещины позволяют агрессивной среде проникать к материалу подложки и тем самым разрушить металл. С другой стороны, наличие такой морфологии позволяет заполнять поры необходимыми веществами, образуя на поверхности композиционное покрытие (КП), которое, в зависимости от выбора вещества, может существенно влиять на свойства поверхности самого металла/сплава. Например, в качестве такого вещества можно использовать политетрафторэтилен (ПТФЭ). Он обладает целым спектром важных свойств. Среди них: инертность к протеканию тока, антифрикционные свойства, низкая поверхностная энергия. А также КП на базе ПЭО-

слоя с использованием ПТФЭ значительно повышает защитные характеристики покрытия в сравнении с базовым ПЭО-покрытием.

Одним из возможных методов нанесения ПТФЭ на поверхность является метод окуна-ния материала в суспензию ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ), однако, не-редки случаи, когда ввиду большой площади поверхности или необходимости малого расхо-да вещества невозможно окунать в суспензию деталь. Поэтому был разработан метод, позво-ляющий наносить ПТФЭ на материал методом распыления его частиц на поверхность. В данной работе представлены трибологические и адгезионные свойства, а также смачивае-мость поверхности КП, полученных сочетанием ПЭО и распыления частиц ПТФЭ.

Материалы и методики экспериментов.

Магниевого сплава МА8 с целью стандартизации поверхности подвергали механической обработке шлифовальной бумагой с уменьшением зернистости до 3 мкм. Затем образцы промывались дистиллированной водой и обезжиривали спиртом. Для создания КП применя-ли ультрадисперсный политетрафторэтилен (УПТФЭ) торговой марки «Форум®», получен-ный методом термоградиентного синтеза фторопласта марки Ф-4 [1]. УПТФЭ представляет собой порошок, в котором размер частиц варьирует от 0,2 до 1,5 мкм (средний размер – 0,35 мкм). В данной работе использовали 15% суспензию порошка УПТФЭ в изопропиловом спирте.

Для формирования базового ПЭО-слоя использовался силикатно–фторидный электро-лит, содержащий 5 г/л фторида натрия (NaF) и 10 г/л силиката натрия (Na_4SiO_4). Образцы, на которые в дальнейшем наносили полимерсодержащее покрытие с применением суспензии УПТФЭ, обрабатывались в два этапа в биполярном режиме, в котором анодные импульсы периодически чередуются с катодными. На первом этапе в анодной части напряжение повы-шали с 20 до 240 В со скоростью 1,05 В/с, напряжение в катодной части было зафиксировано на значении –40 В. На втором этапе напряжение изменялось в анодной части с 240 до 200 В, в катодной – с –40 до –10 В. Длительность первого этапа – 200 с, второго – 600 с. При прове-дении процесса нанесения ПЭО-покрытия использовались среднеквадратичные значения то-ка и напряжения [2].

Формирование КП производилось методом распыления частиц УПТФЭ при помощи распылителя ($p = 0,3$ МПа, $v = 123$ м/с). Расстояние от сопла до образца составило порядка 20 см. После обработки образцы высушивались на воздухе при комнатной температуре, за-тем подвергались термической обработке в муфельной печи 15 минут при 315 °С, с после-дующим охлаждением вместе с печью. Термическая обработка производится для того, чтобы полимер расплавился и внедрился в пористую часть покрытия. С целью исследования влияния кратности нанесения УПТФЭ на свойства поверхности фторполимер наносили один (КП-1х), два (КП-2х) и три (КП-3х) раза [2].

Трибологические испытания проводили на установке TRB-S-DE (CSM Instruments, Швейцария). На данном приборе проводили измерения износа, коэффициента трения, време-ни истирания и количества оборотов. Испытания проводили при комнатной температуре при скорости скольжения 50 мм/с. Трибологическое поведение покрытий исследовали в режиме сухого трения при нагрузке 10 Н. В качестве контртела использовали корундовый шар ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$). Профиль трека износа покрытий устанавливали с применением профилометра Surtronic 25 (Taylor Hobson Ltd, Великобритания). Таким образом, была получена скорость износа по уравнению:

$$P = \frac{\Delta V_{\text{образца}}}{NF}, (1)$$

где P – значение скорости износа ($\text{мм}^3/(\text{Н}\cdot\text{м})$), $\Delta V_{\text{образца}}$ – потеря объема образца при ис-пытании (мм^3), N – длина пробега (мм) и F – приложенная нагрузка (Н).

Анализ адгезионных свойств покрытий проводился с помощью установки Revetest Scratch Tester (CSM Instruments, Швейцария). Исследование адгезии царапанием проводи-лось путем измерения критической нагрузки, при которой наблюдалось разрушение покры-тия. Индентор представлял собой конический алмазный наконечник (типа Роквелла) с углом при вершине 120° и радиусом закругления 200 мкм. Путь перемещения индентора вдоль по-

верхности образца составлял 5 мм, максимальная приложенная нагрузка – 20 Н. В процессе испытаний физические параметры регистрировались согласно приложенной нагрузке и длине царапины.

Исследования смачиваемости покрытий проводились методом сидячей капли на приборе DSA100 (Küss, Германия). Суть метода заключается в измерении оптического контактного угла (КУ) между базовой линией капли и касательной к границе капли. Он используется для оценки смачивающих свойств локализованной области твёрдой поверхности. В качестве тестовой жидкости использовали дистиллированную воду. Для учета гравитационных искажений контура капли под ее собственным весом в данной работе при расчете КУ применялся метод Юнга–Лапласа.

Результаты и их обсуждение.

Проанализировав результаты эксперимента можно сделать следующий вывод: фторполимер существенно влияет на износостойкость покрытия и ход процесса истирания. Базовое ПЭО-покрытие истирается примерно за 2200 оборотов. При этом коэффициент трения возрастает, что является следствием равномерного истирания ПЭО-слоя в ходе эксперимента. Процесс истирания образцов с полимерсодержащим КП проходит в 2 этапа: равномерное истирание внешней полимерной плёнки КП ($\mu = 0,1-0,25$), и истирание КП до металла, при котором коэффициент трения μ возрастает до $0,6-0,7$. Длительность первого этапа непосредственно зависит от кратности нанесения ПТФЭ. КП-3х выдерживает порядка 130 тысяч оборотов, КП-2х – около 70 тысяч и КП-1х – до 40 тысяч оборотов (рис. 1).

Износостойкость образца определяется в основном длительностью первого этапа, так как второй этап незначительно изменяется в зависимости от кратности обработки (~5-7 тысяч оборотов). Чем больше кратность нанесения полимера на материал, тем большая площадь им покрывается, и тем лучше он распределяется по поверхности ПЭО-слоя. Низкие значения коэффициента трения позволяют говорить об антифрикционных свойствах сформированных нами покрытий. Внедрение в состав покрытий полимерного материала существенно снижает износ покрытий минимум в 1,8 раза. Для КП-3х этот показатель снижается более чем в 27 раз в сравнении с базовым ПЭО-слоем (табл. 1).

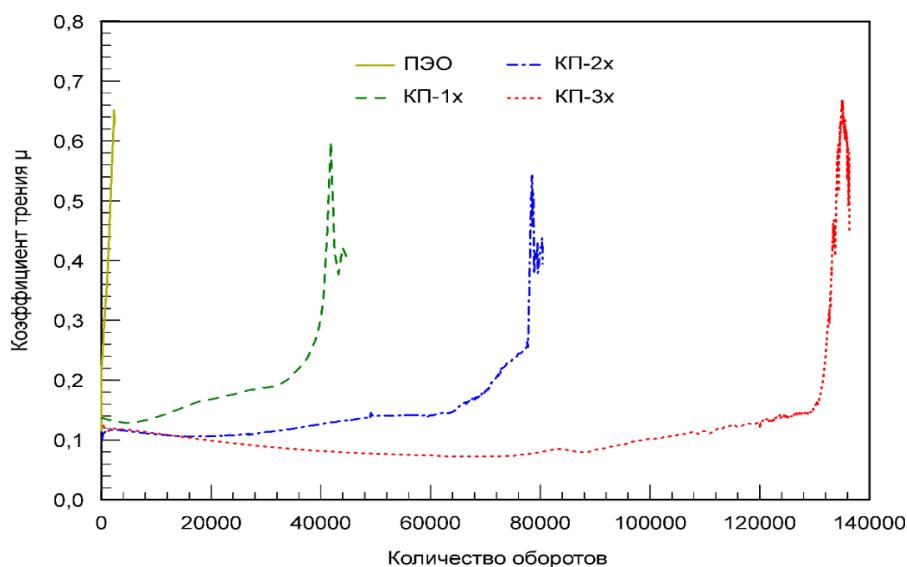


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от количества оборотов для образцов с разными видами покрытий.

Анализ адгезионных свойств разных видов покрытий позволяет судить о положительном влиянии полимера в составе КП на их прочностные свойства. Существенное увеличение значений нагрузки L_{C2} , при которой происходит отслаивание участков покрытия, является следствием увеличения сплошности и равномерности композиционного покрытия, полученного путем трехкратного нанесения полимера, в сравнении с другими полимерсодержащими слоями. Значение этой величины для КП более чем на 30% выше чем для ПЭО-покрытия

(табл. 1), что является следствием присутствия на поверхности КП фторполимера, имеющего низкий коэффициент трения и выступающего в качестве сухой смазки.

Таблица 1. Износ и адгезионные свойства, а также смачиваемость образцов с различными видами поверхностной обработки.

Вид покрытия	Износ, $\text{мм}^3/(\text{Н}\cdot\text{м})$	L_{C2} , Н	Контактный угол, °
Без покрытия	$3,8 \cdot 10^{-3}$	–	38 ± 1
ПЭО-покрытие	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \pm 0,2$	49 ± 2
КП-1х	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \pm 0,3$	148 ± 1
КП-2х	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \pm 0,2$	152 ± 2
КП-3х	$6,1 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \pm 0,4$	138 ± 4

Оценка смачиваемости покрытий показывает, что у полимерсодержащих КП проявляются гидрофобные свойства. КУ для образца с ПЭО-покрытием не достигает 52° , тогда как для КП-1х КУ вырастает в 3 раза – до 148° .

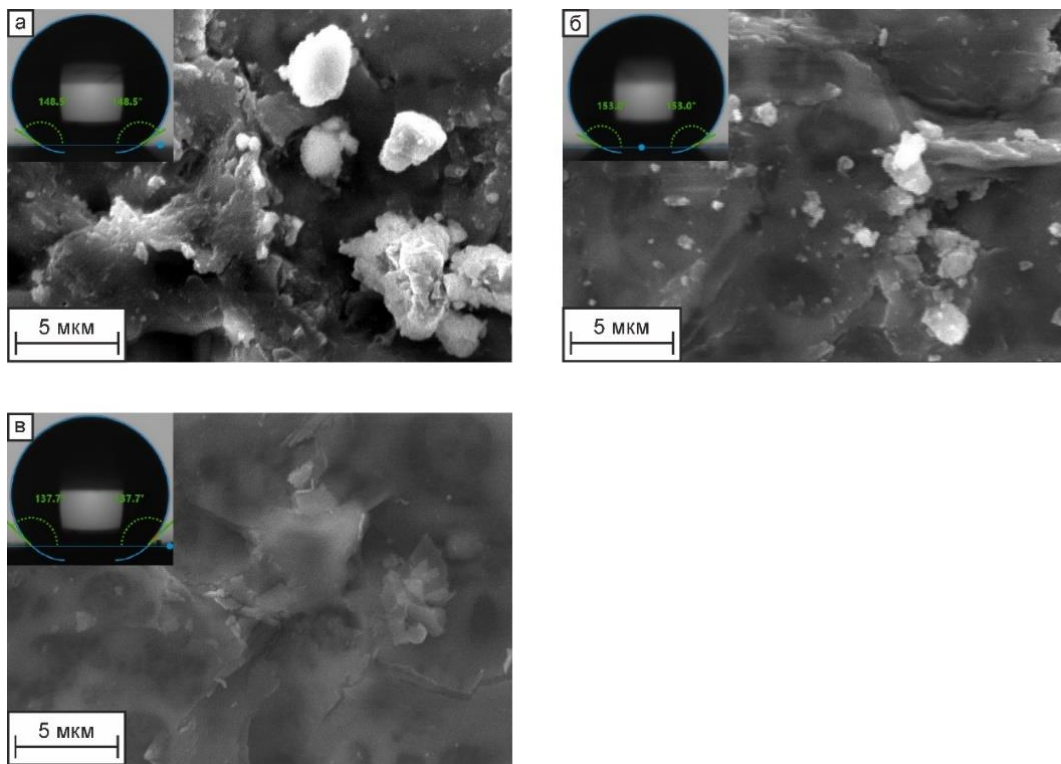


Рис. 2. Зависимость контактного угла от морфологии поверхности образцов с разными видами покрытий.

При 2х распылении это значение достигает 152° . Так происходит потому, что у этих покрытий наблюдается развитая морфология поверхности, на которой присутствует шероховатость различных уровней (рис. 2а, б). После увеличения кратности распыления УПТФЭ до 3х и последующей термической обработки поверхность покрытия становится менее развитой и сплошной, что приводит к снижению КУ на до $137-138^\circ$ (рис. 2в).

Супергидрофобные покрытия имеют величину КУ выше 150° и гистерезис контактного угла (ГКУ) не выше 10° [3]. В нашем случае КП-2х имеет КУ, равный 152° , но ГКУ для данного образца – не менее 11° , что не позволяет говорить о супергидрофобности сформированного КП. Вероятнее всего, формируемая на поверхности полимерсодержащего слоя морфологическая структура близка к иерархической, но не является ей в полной мере.

Заключение.

Сформированные методом плазменного электролитического оксидирования с последующим распылением суспензии ультрадисперсного политетрафторэтилена композиционные покрытия на магниевом сплаве МА8 проявили высокие прочностные характеристики.

Энерготехнологии в морской технике

Они обладают низким коэффициентом трения, за счёт чего износ снижается более чем в 27 раз в сравнении с ПЭО-слоем. Также композиционные покрытия обладают близкими к супергидрофобным свойствами: контактный угол равен 152° , а его гистерезис – 11° .

Технология формирования таких композиционных покрытий может найти применение в различных областях промышленности, например в авиа- и автомобилестроении, в разработке космической техники и даже медицине (имплантационной хирургии).

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Института химии ДВО РАН, тема № 265-2018-0001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Characteristics of the Structure and Properties of Low-Temperature Fractions Recovered from the Powder Ultradispersed Polytetrafluoroethylene by Sublimation / L. N. Ignatieva; O. M. Gorbenko; V. G. Kuryavyi; N. N. Savchenko; A. D. Pavlov; D. V. Mashtalyar; V. M. Bouznic // J. Fluor. Chem. – 2013. – Vol. 156 – P. 246–252.
2. Composite Fluoropolymer Coatings on the MA8 Magnesium Alloy Surface / S. V. Gnedenkov; S. L. Sinebryukhov; D. V. Mashtalyar; K. V. Nadaraia; A. S. Gnedenkov; V. M. Bouznic // Corros. Sci. – 2016. – Vol. 111. – P. 175–185.
3. Mohamed, A. M. A. Corrosion Behavior of Superhydrophobic Surfaces: A Review / A. M. A. Mohamed; A. M. Abdullah; N. A. Younan // Arab. J. Chem. – 2015. – Vol. 8. – P. 749–765.
4. Fundamentals and Advances in Magnesium Alloy Corrosion / M. Esmaily; J. E. Svensson; S. Fajardo; N. Birbilis; G. S. Frankel; S. Virtanen; R. Arrabal; S. Thomas; L. G. Johansson // Prog. Mater. Sci. – 2017 – Vol. 89. – P. 92–193.
5. Gray, J. E. Protective Coatings on Magnesium and Its Alloys — a Critical Review. / J. E. Gray; B. Luan // J. Alloys Compd. – 2002. – Vol. 336. – P. 88–113.

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ
НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ЗАВОДЕ «ЗВЕЗДА»**

Филонина Валерия Станиславовна

Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Маишталяр Дмитрий Валерьевич, канд. техн. наук,

зав. лабораторией Института химии ДВО РАН

Ключевые слова: титан, термическое оксидирование, плазменное электролитическое оксидирование, композиционные покрытия.

Аннотация. Описан способ восстановления защитных свойств покрытий методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) на деталях из титановых сплавов, бывших ранее в эксплуатации. Представлены данные о формировании ПЭО-покрытий в условиях производства на ДВЗ «Звезда». В результате исследования показано, что метод ПЭО позволяет в полной мере восстанавливать поврежденный защитный слой на титановых изделиях. С целью повышения защитных свойств на сформированное ПЭО-покрытие был нанесён ультрадисперсный политетрафторэтилен из суспензии. Получено равномерное, прочное покрытие, на всех деталях по мере нанесения композиционного покрытия наблюдается прирост толщин.

Введение. Сочетание различных конструкционных свойств титана обуславливает его незаменимость в гражданском и военном судостроении. Однако из-за высокой вероятности коррозии металла/сплава, контактирующего с титаном или его сплавом в случае образования гальванопары, и налипания в узлах трения, применение данного металла в различных узлах и конструкциях судна существенно затрудняется. В настоящее время с целью защиты поверхности титана от ряда негативных факторов воздействия, на производстве успешно применяется термическое оксидирование (ТО). [2] Данный метод, не смотря на широкое распространение, имеет ряд недостатков, наиболее существенными из которых являются высокая вероятность брака и невозможность повторного оксидирования и восстановления деталей, бывших в эксплуатации. [1] При этом, замена деталей представляется нецелесообразной ввиду высокой стоимости и сложности обработки титана. Исходя из вышесказанного, рассматривается возможность восстановления поверхности с ТО-покрытием, чья целостность была нарушена в процессе использования, при помощи метода плазменного электролитического оксидирования (ПЭО).

Материалы и методики. Исследования были проведены на базовой кафедре Института Химии ДВО РАН. Для проведения исследований Дальневосточным заводом "Звезда" были предоставлены образцы различной геометрической формы и размеров из сплавов титана 3М, 19, ВТ1-0. На поверхности каждого образца имелось покрытие, полученное методом термического оксидирования (рис.1, а). С целью моделирования износа поверхностного слоя до металла в процессе эксплуатации на покрытие, сформированное методом ТО, наносился дефект (рис. 1,а). [1]

Формирование покрытий осуществлялось в составном режиме, включающем две последовательные потенциодинамические стадии. Время процесса оксидирования составляло 11 мин. 40 сек. Длительность первой стадии составляет 2 мин, а напряжение повышается до 350 В. Напряжение на второй стадии снижается до 300 В, а длительность составляет 9 мин 40 сек. На сформированные ПЭО-покрытия с целью формирования композиционного слоя был нанесен полимер методом погружения в суспензию ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ) с последующей термической обработкой. Перед нанесением композиционного покрытия образцы были промыты дистиллированной водой и высушены в сушильном шкафу. Полимер наносился трехкратно (КП-3х). Наиболее однородный слой был получен при плавном погружении, выдержке в растворе не более 10–15 с и быстром извлечении. После нанесения образцы предварительно высушивали на воздухе в течение 20 мин при 25 °С. Да-

Энерготехнологии в морской технике

лее образцы подвергались термической обработке при температуре 315 °С в течение 15 мин. [3] Толщина защитного слоя сформированных покрытий измерялась вихретоковым толщиномером ВТ-201 (ООО «Контроль. Измерение. Диагностика», Россия).

Обсуждение результатов. В результате ПЭО-процесса на поверхности образца было получено равномерное покрытие (рис. 1, б), без видимых нарушений целостности морфологии. Отметим, что целостность покрытия в месте предварительно нанесенного дефекта была восстановлена, что свидетельствует о возможности применения метода ПЭО с целью восстановления покрытий. Прирост толщин по сравнению с ТОО-покрытием для технически чистого титана марки ВТ1-0 у различных деталей составляет 17-44 %, у сплавов марки ЗМ - 20-36 %, для сплавов марки 19 - 24-39 %. Приведённые данные свидетельствуют о повышении защитных свойств деталей после нанесения композиционного покрытия.

Вывод. Из всего вышесказанного следует, что, в целях оптимизации производства, восстановление изношенных деталей из титана с покрытием методом термического оксидирования является возможным и ТОО-покрытие не изменяет свойств ПЭО-покрытия и не является препятствием для его формирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда. Грант № 14-33-00009.

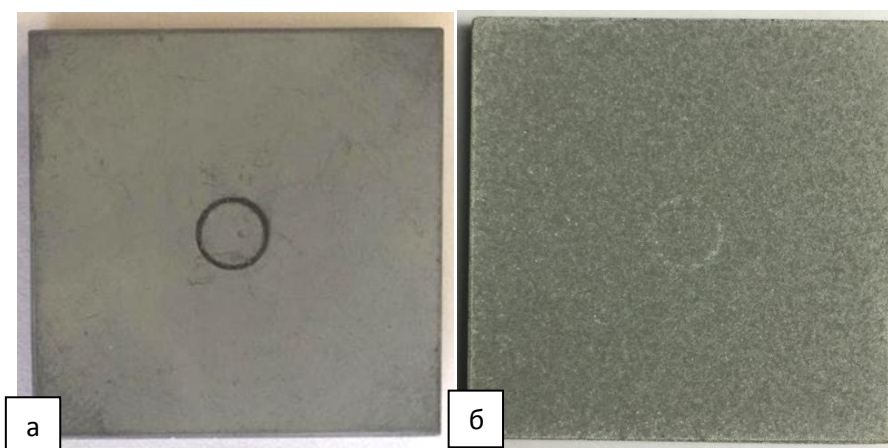


Рис. 1. Изображения поверхности материала с покрытием, сформированным методом термического оксидирования и искусственно нанесённым дефектом (а) и с покрытием, восстановленным методом плазменного электролитического оксидирования (б).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Надараиа К.В. Композиционные покрытия на титановых и магниевых сплавах, формируемые с использованием ПЭО и фторорганических дисперсий, - Владивосток. Дальневосточный Федеральный университет 2017, - 163 с.
2. РД 5 Р.95066-90. Термическое оксидирование (антифрикционное и защитное) деталей из сплавов типа ПТ-3В. Типовой технологический процесс (посл. изм. № 1 от 29.12.1998).
3. 3. Надараиа К.В., Машталаяр Д.В., Егоркин В.С., Вялый И.Е., Имшинецкий И.М., Синябрюхов С.Л., Гнеденков С.В. Формирование композиционных покрытий на поверхности сплава алюминия, - Институт Химии ДВО РАН, Дальневосточный Федеральный университет.

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАССАЖИРСКИХ КАТАМАРАНОВ

Ха Ван Зуи

Инженерная школа; кафедра кораблестроения и океанотехники

Научный руководитель: Китаев Максим Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Ключевые слова: пассажирские катамараны, главные размерения, характеристики.

Введение.

В настоящее время Вьетнамский пассажирский флот в большей своей части является устаревшим, а более новые суда - это суда, приобретенные на вторичном рынке. При этом большая часть судов, построенных во Вьетнаме, построена из дерева, а стальные и композитные суда имеются в ограниченном количестве и в основном проектируются и строятся на зарубежных специализированных верфях.

Учитывая туристическую привлекательность Вьетнама и наличие множества островов, жители которых активно используют морской транспорт, постройка на верфях Вьетнама современных скоростных пассажирских судов катамаранного типа, учитывающих региональные особенности рассматриваемого региона является актуальной задачей. Кроме того, развитие национального судостроения будет способствовать экономическому росту страны в целом. Поэтому развитию судостроительной отрасли Вьетнама уделяется большое внимание.

Преимущества и недостатки катамаранов

Пассажирский катамаран - это судно состоящее из двух корпусов, соединенных между собой соединительным мостом. ввиду ряда преимуществ катамараны являются хорошей альтернативой однокорпусным судам [2]. Согласно мировой статистике среди пассажирских скоростных судов катамараны давно составляют большую часть флота - около 60% [1, 3].

Основными преимуществами и недостатками катамаранов, в сравнении с однокорпусными судами являются:

Стоимость. Стоимость катамаранов выше чем однокорпусных судов ввиду дублирования систем и оборудования, а также наличия двух корпусов. Соответственно выше и расходы на содержание судна (двойные работы по очистке и покраске корпуса, обслуживанию двигателя и систем, более высокие сборы за пользование причалом). Для однокорпусных судов ниже судоподъемные и буксировочные расходы.

Стоянка у причала. Однокорпусные суда занимают меньше места у причала.

Надежность. Почти все системы катамарана дублируются. Например, это позволяет использовать судно, если один двигатель неисправен.

Безопасность. Большой запас плавучести катамарана обеспечивает безопасность плавания, однако асимметрия при аварии заставляет учитывать возможные все случаи затопления отсеков.

Остойчивость. В силу конструктивных особенностей катамараны обладают хорошей остойчивостью, они практически не кренятся и их не качает на якорной стоянке. Тогда как качка однокорпусного судна при порывах ветра может представлять опасность для пассажиров, не говоря уже о морской болезни.

Комфорт. Большая площадь палубы позволяет пассажирам комфортно разместиться в салоне и свободно перемещаться по судну

Маневренность. Наличие двух двигателей обеспечивают катамарану чрезвычайную маневренность.

Ходкость. катамараны при ограниченной длине судна гарантируют высокую скорость и мореходность [3].

Небольшая осадка. Катамараны имеют меньшую осадку, что позволяет им заходить в акватории, недоступные однокорпусным судам и отдавать якорь гораздо ближе к берегу.

С целью установления зависимостей главных размерений от основных проектных характеристик пассажирских катамаранов, а также для выявления тенденций, характерных для

Энерготехнологии в морской технике

данного типа судов, на основе обработки статистических данных реальных судов получены регрессионные зависимости, представленные на рис. 1-3.

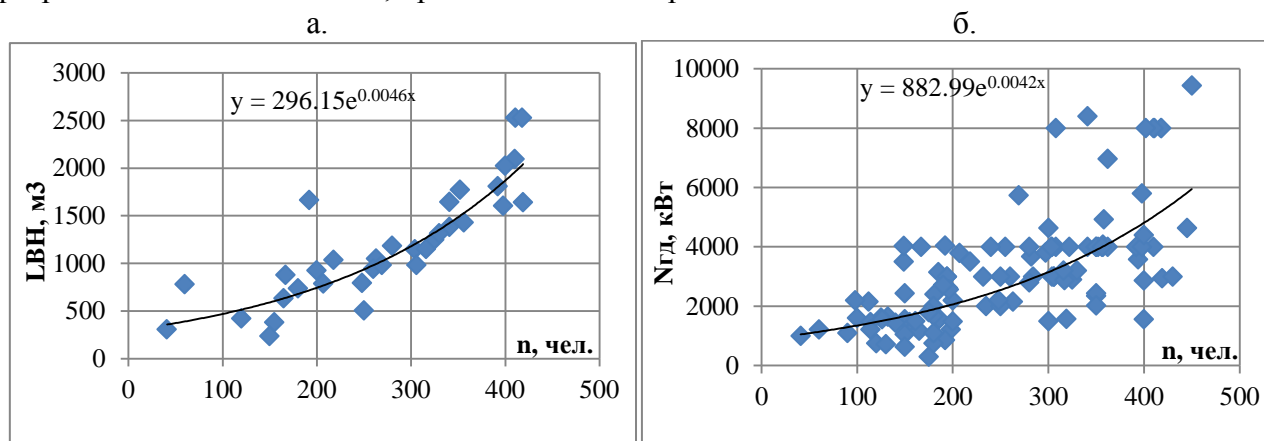


Рис. 1. Зависимость LBH (а) и мощности двигателя от количества пассажиров (б).

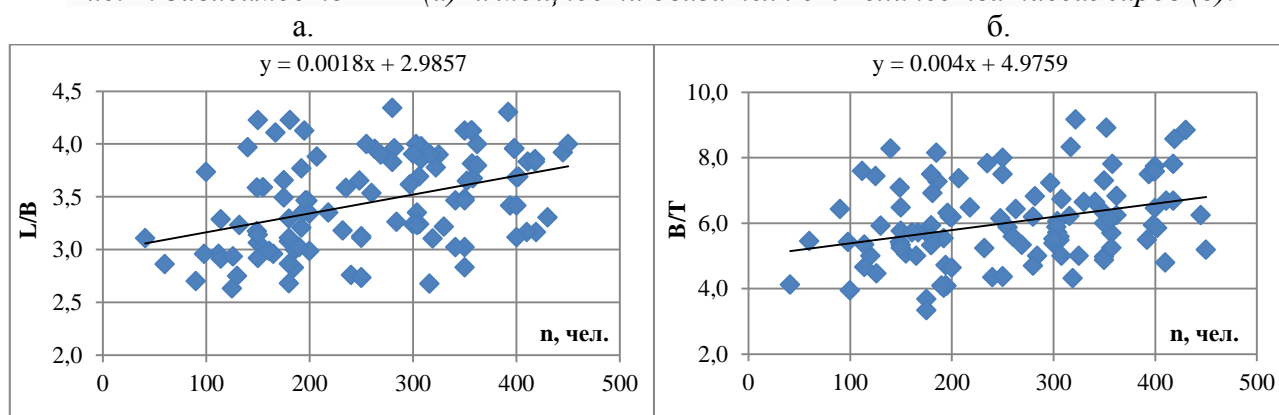


Рис. 2. Зависимость L/B и V/T катамаранов от количества пассажиров.

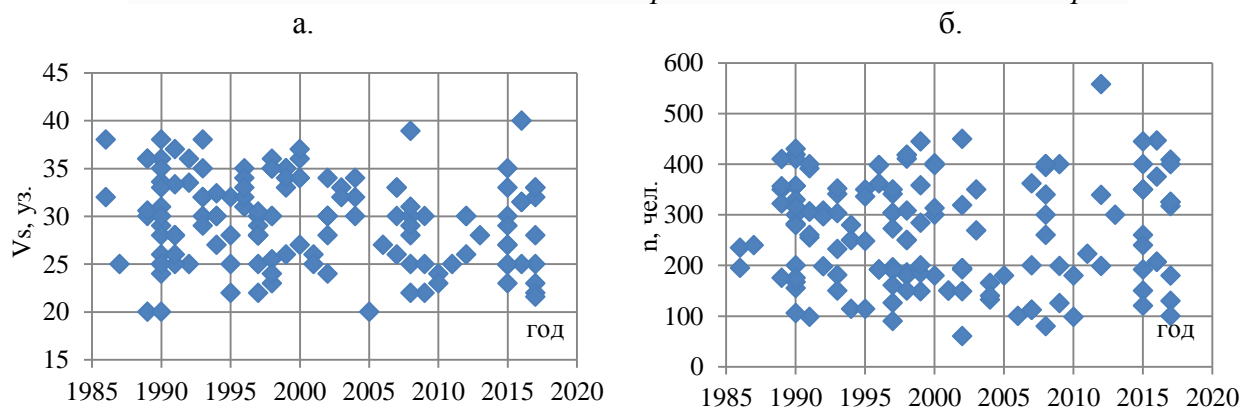


Рис. 3. Изменение скорости (а) и пассажировместимости (б) катамаранов.

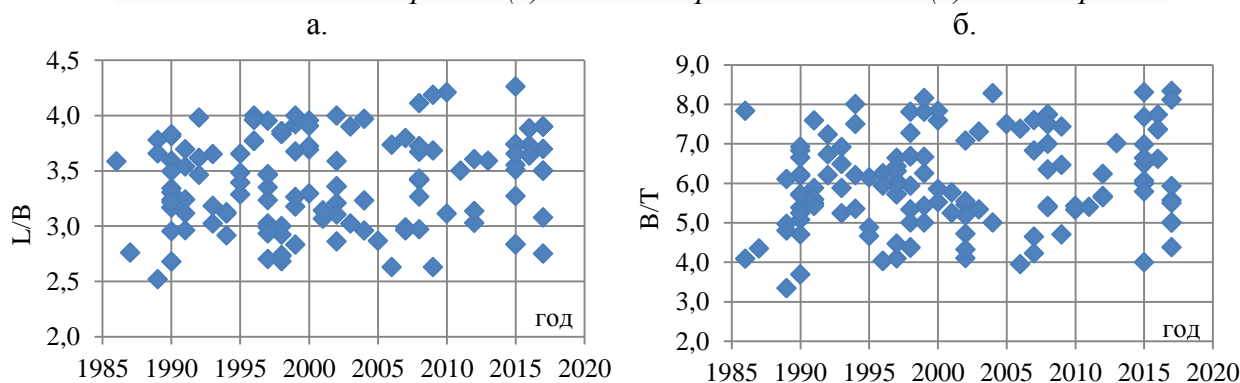


Рис. 4. Изменение отношений главных размерений катамаранов. длины к ширине (а) и ширины к осадке (б).

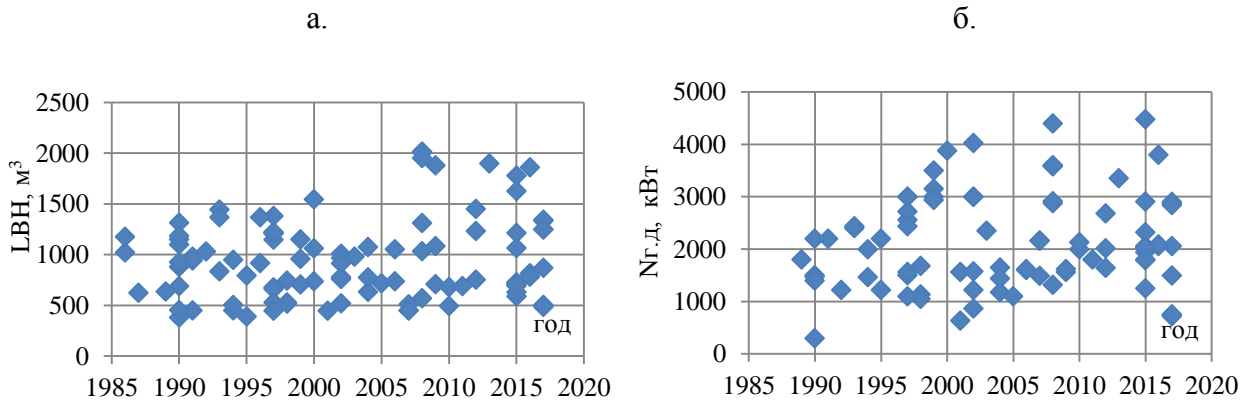


Рис. 5. Изменение кубического модуля (а) и мощности ЭУ катамаранов (б).

Из анализа графических зависимостей, представленных на рис. 4-8, можно сделать следующие выводы:

- основные проектные характеристики и главные размерения пассажирских катамаранов зависят от пассажировместимости;
- скорость существующих пассажирских катамаранов лежит в диапазоне $20 \div 40$ уз., среднее значение 30 уз.;
- наиболее характерный диапазон пассажировместимости $80 \div 450$ чел.;
- диапазоны изменения безразмерных отношений L/V и V/T находятся в пределах $2,5 \div 4,25$ и $3,3 \div 8,3$ соответственно;
- вместимость, а следовательно и кубический модуль катамаранов увеличивается с течением времени, что видно на новых проектах судов (с 2008 г. постройки);
- мощность энергетической установки пассажирских катамаранов, а следовательно энерговооруженность и скорость движения растут с течением времени.

Таким образом, просматривается общая тенденция к увеличению размеров, энерговооруженности и скоростей движения пассажирских катамаранов. При этом основное внимание уделяется комфорту пассажиров, обеспечиваемому за счет увеличения объемов внутренних помещений, приходящихся на одного пассажира, т.к. характер изменения пассажировместимости существующих судов в зависимости от года постройки равномерный, просматриваются нижняя и верхняя границы.

Выводы.

Вьетнам является страной, привлекательной для туристов, в результате этого пассажиропотоки растут ежегодно, что делает проблему обеспечения морских пассажирских перевозок актуальной. В настоящее время для обеспечения морских пассажирских перевозок используют пассажирские суда, паромы, круизные суда и катамараны. В большинстве своем суда, находящиеся в эксплуатации являются возрастными, часто это суда приобретенные на вторичном рынке, переоборудованные из промысловых судов и только в отдельных случаях построены под заказ. Из чего следует, что проблема обновления пассажирского флота Вьетнама является актуальной.

Применительно к туристическим перевозкам, осуществляемым в Социалистической Республике Вьетнам катамараны являются одним из лучших решений, т.к. обладают рядом конструктивных и эксплуатационных преимуществ в сравнении с судами других типов.

Применительно к пассажирским и туристическим перевозкам, осуществляемым в социалистической Республике Вьетнам катамараны являются одним из лучших решений, т.к. обладают рядом преимуществ в сравнении с однокорпусными судами.

Зависимости отношений L/V , V/T и рыночной стоимости катамаранов от количества пассажиров линейные, кубического модуля и мощности нелинейные, чего и следовало ожидать. Просматривается очевидная тенденция к увеличению количества пассажиров и скорости катамаранов.

Учитывая возрастающую популярность пассажирских катамаранов у туристов, посещающих СРВ, и политику государства направленную на совершенствование и развитие

Энерготехнологии в морской технике

национального судостроения, то задача, связанная с разработкой методики проектного обоснования характеристик и главных размерений пассажирских катамаранов с учетом региональных особенностей рассматриваемого региона, является своевременной и актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Альберт Назаров. Особенности проектирования катамаранов.//Техника, катера и яхты- 4(256) 2015.-№ стр. 53-57.
2. Катамаран в сравнении с однокорпусным судном или почему следует плавать на катамаране.//Журнал catamaran charter croatia.- Режим доступа: <http://www.catamaran-charter-croatia.com/ru/catamaran-over-monohull.asp>
3. Дубровский, В.А. Многокорпусные суда/ В.А. Дубровский.– Л: «Судостроение», 1978. – 304 с.
4. Nigel Gee. Future Design Trends in High Speed Vessels.// High-speed vessels future development conference. p. 31.

Трибологические характеристики ПЭО покрытий деталей СЭУ

Чижиков Роман Геннадьевич

Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики

Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор

Ключевые слова: Алюминий, плазменное электролитическое оксидирование, композиционные покрытия, трибология.

Аннотация: Описан план эксперимента по определению трибологических параметров ПЭО-покрытия на деталях судовых энергетических установок из алюминиевых сплавов. Рассмотрены основные факторы технологии ПЭО. Приведена модель эмпирической зависимости скорости износа покрытия от основных параметров технологического процесса нанесения покрытия. Определены диапазоны и шаги изменения параметров эксперимента.

Введение.

Метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) для нанесения покрытия на поверхность деталей, изготовленных из вентильных металлов и сплавов, известен с 60-х гг прошлого века.

При помощи данного метода возможно получение керамоподобных покрытий на поверхностях деталей из вентильных металлов и их сплавов. Данные покрытия проявляют противозносные свойства.

Определяющими при проведении процесса ПЭО являются параметры напряжения или тока (взаимозависимы), длительности импульса оксидирования, энергии или количества электричества (взаимозависимы).

Учитывая сложившуюся практику, а также ранее проведенные исследования, в частности [1, 2, 4], в качестве основных параметров были выбраны напряжение оксидирования и длительность импульса оксидирования, при постоянной энергии процесса оксидирования.

Матрица размерностей, составленная для скорости изнашивания в зависимости от напряжения, длительности импульса и энергии процесса (принятой константой, но являющейся одним из независимых параметров эксперимента), дает следующее выражение:

$$I = AU^{-2}t_n^3E, \text{ где} \tag{1}$$

I - износ, мм/об;

A - коэффициент пропорциональности;

U - напряжение процесса ПЭО, В;

t_n - длительность импульса оксидирования, мкс;

E - энергия процесса, МДж.

Выбор граничных условий

Процесс ПЭО возможен на металлах вентильной группы и сплавах на их основе, в том числе - на алюминии, магнии, титане, цирконии, иттрии. В судовой энергетике наибольшее распространение получили сплавы алюминия, в том числе АМг-3. Магниевые сплавы, в частности Ма-8, значительно более чувствительны к коррозионным воздействиям в условиях морского климата при подобных конструктивных характеристиках. Одним из немногих преимуществ магния является его значительно меньший вес, что, тем не менее, не является определяющим при проектировании судовых механизмов. Сплавы титана значительно дороже алюминиевых, кроме того, титан в сочетании с конструкционными сталями, а также латунью образует гальванические пары, провоцирующие коррозию стали и латуни, в том числе и дистанционную. Для предотвращения данного феномена детали из титановых сплавов в морской технике обычно защищают с помощью ряда методов, в том числе и ПЭО.

Для одного из наиболее применяемых конструкционных материалов - алюминиевого сплава АМг-3 характерное напряжение оксидирования составляет от 380 В и выше - [3, 4]. При напряжении выше 550 В процесс ПЭО изменяется - в связи со значительным ростом энергии одного импульса сильно повышается температура разряда, кроме того, возможен

переход от образования покрытия к термодеструкции материала детали вследствие образования устойчивой зоны горения макроскопической дуги, что наглядно показано в [3].

Длительность импульса оксидирования определяется возможностями применяемой для нанесения аппаратуры. В настоящее время наибольшее распространение получили агрегаты на основе тиристорного управляемого выпрямителя, меньшее - установки с конденсаторными делителями, а также управляемые транзисторные преобразователи.

Для тиристорных и конденсаторных установок длительность импульса не является независимым технологическим фактором из-за схмотехнических и конструктивных особенностей.

Наиболее новым является тип установок с транзисторным выходным каскадом, могущим формировать прямоугольные импульсы напряжения на оксидируемой детали. Например, установка ИПВ-1000, применяемая в ИХ ДВО РАН для нанесения ПЭО покрытия, обладает следующими характеристиками:

Напряжение оксидирования от 0 до ± 1000 В;

Ток оксидирования от 0 до ± 150 А;

Длительность импульса от 2 мкс до 10 мс;

Импульсная мощность до 150 кВт;

Средняя мощность 7,5 кВт;

Энергия импульса до 11 Дж.

Длительность импульса оксидирования снизу ограничена параметрами установки (минимальная длительность импульса оксидирования 2 мкс, дискретность 1 мкс), сверху - физическими возможностями установки, в частности, максимальной энергией импульса.

Для напряжения 380 В и тока 75 А t_{imax} составляет 55 мкс (значение тока определено эмпирически в ходе предварительных экспериментов для пары материал - электролит). Для более высокого напряжения максимальная длительность может оказаться выше, но для соблюдения подобия процессов оксидирования (и сохранения неизменными максимального количества параметров), длительность импульса ограничим сверху данным значением.

Материал образца - АМг-3.

Электролит - Т-SiBF.

Характерное напряжение от 400 до 550 В.

Длительность импульса от 2 до 50 мкс.

Энергия процесса от 0,2 МДж.

Техпроцесс состоит из двух фаз: подъем напряжения с постоянной скоростью от 30 В до рабочего напряжения со скоростью 2,5 В/с, подъем напряжения на 36 В со скоростью 0,02 В/с. Процесс заканчивается при накоплении заданной энергии в 0,5 Дж. Коэффициент заполнения постоянный, равен 0,05. Данный коэффициент выбран эмпирическим путем исходя из возможностей оборудования, в частности, охладителя электролитической ванны, а также для исключения перегрева и вскипания электролита.

Шаг изменения параметров эксперимента

В постановке физических экспериментов получили распространение два типа шкал - линейная и логарифмическая. Линейная шкала применяется в тех случаях, если диапазон изменения величины не намного (в разы) превосходит шаг изменения, за исключением подробных шкал, включающих десятки или сотни точек измерения. Логарифмическую шкалу удобно использовать при большом соотношении диапазона изменения параметра к шагу изменения, как показано в [2].

Для характерного напряжения применяют линейную шкалу с выбранной дискретностью, соответствующей удвоенной типичной нестабильности выходных параметров установки. Нестабильность параметров установки при выбранном режиме работы не превышает 15 В, поэтому шаг напряжения может составлять от 30 В. Для диапазона в 150 В можно выбрать четыре опорных точки - значения в 400, 450, 500 и 550 В, а также два - три промежуточных значения для проверки зависимости.

Длительность импульса изменяется по логарифмической шкале: значения 2, 10 и 50 мкс - относительный шаг 5 раз. Имея в виду, что зависимость искомого параметра от длительности импульса может иметь оптимум, возможно введение от одной до трех дополнительных точек.

Для выполнения эксперимента выбран полный факторный план, описанный в [2], с факторами, изложенными выше.

Скорость износа определяется в зависимости от количества запусков, параметры которых, в свою очередь, определяют количество оборотов, приходящихся на один запуск. Для определения скорости износа в зависимости от количества запусков возможны три варианта - измерение износа при разных количествах пусков на одном и том же образце (с необходимостью неоднократного съема и установки в машину трения), либо измерение износа на разных образцах, выполненных по одной технологии, но с разным количеством пусков, либо работа на одном образце до определенного момента, например, момента времени резкого повышения коэффициента трения. Первый вариант требует подготовки меньшего количества образцов, но потенциально опасен увеличением ошибок измерения из-за изменения позиции контртела, ранее извлеченного из машины трения. Второй вариант требует большего количества образцов, но продуцирует меньше ошибок, связанных с извлечением, перемещением и установкой образцов. Третий вариант позволяет сократить как количество образцов, так и количество извлечения образцов.

Предельное количество запусков определяется экспериментально на стадии предварительных экспериментов по близкому к стопроцентному износу покрытия, его частичному отрыву от субстрата, либо образованию задиrow, обнажающих субстрат. Предельным назначается 75 % от найденного количества запусков. Шаг изменения количества пусков - 33 % от предельного количества, таким образом, измерение износа проводятся на 33, 67 и 100 % предельного количества пусков.

В случае принятия полного факторного плана с учетом проведения трехкратных измерений в каждой точке необходимо выполнить $3 \cdot 3 \cdot 4 = 36$ экспериментов по первому и третьему вариантам измерения износа от количества пусков, или $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 = 108$ экспериментов по второму варианту.

При выполнении предварительных экспериментов были получены следующие результаты:

Износ поверхности образца №1 без покрытия составил 25 мкм за 120 тыс. оборотов, скорость износа $200 \cdot 10^{-6}$ мкм/об., 0,32 мкм/пуск.

Износ поверхности образца №8 с покрытием толщиной 27 мкм при напряжении 450 В и времени импульса 50 мкс составил 10 мкм за 60 тыс. оборотов, скорость износа $160 \cdot 10^{-6}$ мкм/об., 0,25 мкм/пуск.

Износ поверхности образца №9 с покрытием толщиной 60 мкм при напряжении 500 В и времени импульса 50 мкс составил 8 мкм за 120 тыс. оборотов, скорость износа $67 \cdot 10^{-6}$ мкм/об., 0,10 мкм/пуск.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Крит Б., Морозова Н., Рыжиков И., Савва В., Сомов О., Суминов И., Эпельфельд А. Наноструктурированные керамополимерные покрытия для торцевых уплотнений. Наноиндустрия. 2014 г. с. 56-65.
2. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: "Мир". 1972.
3. Парфенов Е. В., Невьянцева Р. Р., Горбатков С. А., Ерохин А. Л. Электролитно-плазменная обработка: моделирование, диагностика, управление. 2014 г.
4. Egorkin V.S., Gnedenkov S.V., Sinebryukhov S.L., Vyaliy I.E., Gnedenkov A.S., Chizhikov R.G. Increasing thickness and protective properties of PEO-coatings on aluminum alloy. Surface and coating technology. N334. 2018. p 29-42.