

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электротехнические комплексы и материалы

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Исследование влияния эксплуатационных нагрузок на изоляцию нефтепогружных кабелей	

УДК 621.315.211-048.24:622.276.53

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Степанов Д.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электротехнические комплексы и материалы	Гарганеев А.Г.	д.т.н., профессор		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Энергетический институт

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электромеханических комплексов и материалов

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭКМ

_____ Гарганеев А.Г.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Г3В	Степанову Денису Алексеевичу

Тема работы:

Исследование электрофизических характеристик полимерной изоляции при действии температуры и пластовой жидкости	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.12.2016 №10915/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	14.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Обзор отечественной и зарубежной литературы, техническое задание на выполнение работ
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Литературный обзор 2. Методическая часть 3. Экспериментальная часть 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ассистент кафедры менеджмента Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Доцент кафедры ЭБЖ Извеков Владимир Николаевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭКМ	Леонов Андрей Петрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Степанов Денис Алексеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Г3В	Степанов Денис Алексеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭКМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости рынка; Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ (количество исполнителей - 2 человека)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	15 % доплаты и надбавки; 12-15 % дополнительная заработная плата; 30% районный коэффициент; 16% накладные расходы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам составляют 30,2 % от ФОТ на 2016 год

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Обоснование и SWOT-анализ научно-исследовательской работы
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки : (определение структуры работ, определение трудоемкости работ, разработка графика Ганта; Расчет сметы затрат: материальные затраты, оплата труда, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Диаграмма Ганта
3. Бюджет проекта
4. Оценка ресурсоэффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г3В	Степанов Денис Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Г3В	Степанову Денису Алексеевичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Электрических комплексов и материалов
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Влияние эксплуатационных нагрузок на изоляцию нефтепогружного кабеля
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	– метеопараметры; – напряженность зрения; – напряженность труда; – освещенность; – электромагнитные излучения; - шум. - движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования; - электрический ток. Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите от их действия
2. Охрана окружающей среды: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);	- анализ воздействия объекта ВКР и области его использования на ОС; - разработка решений по обеспечению экологической безопасности

– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар. – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны оператора.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗВ	Степанов Денис Алексеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 75 страницы, содержит 12 рисунков, 15 таблиц, 20 использованных источника, 1 приложения.

Структура работы: столько то глав,

Исследованы влияния высокочастотных модулированного напряжения на изоляцию макетных образцов. Оценивалось среднее время до пробоя. Установлено: действия электрических нагрузок характерных для работы блока шин значительно сокращает среднее время до пробоя изоляции. Выполнен расчет стоимости ресурсов научного исследования, норм и нормативов расходования ресурсов, ставки налогов, отчислений, а так же произведено описание рабочего места и использованных законодательных и нормативных документов по теме выпускной квалификационной работы по данной теме.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2010.

Оглавление

Введение.....	10
1. Литературный обзор.	12
1.1.1. Условия эксплуатации НПК, воздействующие нагрузки.....	12
1.1.2. Некоторые технологические аспекты производства кабелей для УЭНЦ.....	18
1.1.3. Обзор существующих конструкций НПК и применяемые материалы ...	19
1.2. Обзор основных марок НПК.....	24
1.3. Обзор методов испытаний НПК.....	27
2.1. Методическая часть.....	32
2.1.1. Методика подготовки образцов для испытаний на короностойкость...32	
2.2. Методика определения времени до пробоя изоляции кабельных изделий при воздействии электротепловых нагрузок, характерных для работы преобразователя частоты на базе широтно-импульсной модуляции.....	33
2.3. Методика выдержки образцов в пластовой жидкости.....	35
3.1 Экспериментальная часть.....	36
3.1.1. Объект исследования.....	36
3.2. Результаты определения среднего времени до пробоя изолированных макетных образцов при действии электротепловых нагрузок характерных для работы преобразователя частоты на базе широтно-импульсной модуляции.....	37
3.3 Обсуждение результатов.....	39
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
4.1. Обоснование применения и SWOT-анализ научно-исследовательской работы.....	40
4.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	44
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	44
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения научного исследования.....	46

4.2.3. Разработка графика проведения технического проекта	48
4.3. Составление сметы затрат на разработку ТП.....	51
4.3.1. Расчет материальных затрат.....	51
4.3.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	52
4.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды	54
4.3.4. Накладные расходы.....	55
4.3.5. Формирование сметы затрат технического проекта.....	55
4.4. Определение ресурсоэффективности проекта.....	56
5. Социальная ответственность.....	59
5.1. Производственная безопасность.....	60
5.1.1. Анализ опасных и вредных факторов.....	60
5.1.2. Защита человека от вредных факторов рабочего места, характеризующих процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой	62
5.1.3. Электромагнитные излучения.....	65
5.1.4. Пожароопасность.....	66
5.1.5. Освещенность.....	67
5.2 Экологическая безопасность.....	68
5.3 Чрезвычайные ситуации.....	69
5.4. Заключение по разделу	72
Заключение.....	74
Список использованных источников.....	75
Приложение А.....	77

Введение

Современная добыча нефти связана с эксплуатацией нефтескважин с жесткими условиями многофакторного эксплуатационного воздействия (температура, давление и т.д.) Анализ данных по существующим конструкциям кабелей для нефтепогружных электронасосов представляет, что существует практически пустующая ниша для кабелей с температурной эксплуатации от 120 до 200 градусов, работоспособных в скважинах с высоким содержанием газов (более 50 м³/т нефти) и высокоагрессивной многофазовой средой. На кабели с приведенными характеристиками есть устойчивый спрос нефтедобывающих организаций, все-таки из-за отсутствия таких кабелей, за место них, эксплуатируются более теплостойкие и дорогостоящие нефтепогружные кабели зарубежного производства[1].

Напряженное состояние сырьевой базы нефти определяется высоким уровнем выработанности запасов (более 50%) уникальных нефтяных месторождений (Саматлорское, Мамонтовское, Федоровское и др.), определяющих суммарную добычу нефти по Российской Федерации в целом, а также преимущественным выборочным отбором наиболее рентабельных запасов нефти на средних и мелких месторождениях, недавно введенных в эксплуатацию.

Надежность нефтепогружных кабелей (НПК) для питания погружных насосов, во многом определяет бесперебойную добычу нефти. Применение станции частотного управления (СЧУ) на базе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) сопровождается повышением электрических нагрузок на изоляцию нефтепогружных кабелей, что снижает срок службы. В настоящее время в технической литературе недостаточно информации о влиянии высокочастотных электрических нагрузок формируемых блоком шин на изоляцию нефтепогружных кабелей. Исследования этой проблемы позволит дать рекомендации по обеспечению надежности данных кабельных изделий

1. Литературный обзор

1.1.1. Условия эксплуатации НПК, воздействующие нагрузки

Кабельная линия для установки электрического центробежного насоса (УЭНЦ) является элементом установки ЭЦН для производства нефти, которая постоянно связано со всеми типами оборудования, из которого установка собирается в будущем, и находится на скважине. Линия электрически подключена к станции управления, от последней до устья укладывается в воздух. Кабель подается через упаковку сальниковой набивки устьевого оборудования в пространство трубы, где она укладывается вдоль наружной поверхности трубы, выхлопных и обратных клапанов, секций насоса, модуля, с которыми он механически соединен с помощью Высота ствола скважины с использованием металлических ремней. Ремни изготовлены из стальной оцинкованной ленты и пряжек при поставке с российских предприятий. Иностранные УЭНЦ оснащены ремнями из нержавеющей стали [2]. В зоне подвеса кабельная линия электрически соединена с погружным двигателем.

Принципиальная схема скважинного оборудования для добычи нефти с использованием электрических центробежных насосов показана на рис. 1. Кабельная линия для УЭЦН расположена в пространстве между корпусом и насосно-компрессорной трубой и закреплена к последней специальным клямсом, что должно уменьшить вероятность повреждения кабельной брони во время операций по поднятию и опусканию, а так же предотвратить скручивание кабеля во время этой операции. Условия эксплуатации кабелей чрезвычайно строгие - сложный эффект высокой температуры, высокого гидростатического давления и агрессивной рабочей среды; замедленное удаление тепла из кабеля; механические эффекты; высокий газовый фактор; дифференциальное давление и температура по длине кабельной линии во время работы; температурные разрывы в случае «отказа потока» в насосно-компрессорной группе [3]. Согласно обычной схеме, источник питания

УЭНЦ осуществляется с помощью кабельных линий, состоящих из основного питающего кабеля и герметически соединенных с ним посредством соединения высокотемпературного удлинительного кабеля. Основной кабель, в свою очередь, может состоять из нескольких длин кабелей различных конструкций и термостойкости, также герметично связанных друг с другом. Основной кабель расположен по длине трубки, удлинительный кабель по длине погружного блока установки (двигатель + насос). Модернизация кабелей и разработка новых конструкций проводились в процессе усложнения условий эксплуатации, освоения новых регионов добычи нефти, углубления скважин. На первых этапах реализации УЭНЦ отечественная кабельная промышленность разработала и освоила кабели КРБК и КРБП для этих установок. Кабели имели резиновую изоляцию при рабочей температуре до 65 °С и резиновые оболочки, которые обеспечивают динамические изгибы при температурах не ниже минус 30 °С. Кабели марки КРБК и КРБП рассчитаны на номинальное рабочее напряжение 1000 В и гидростатическое давление жидкости в стволе скважины до 10 МПа.

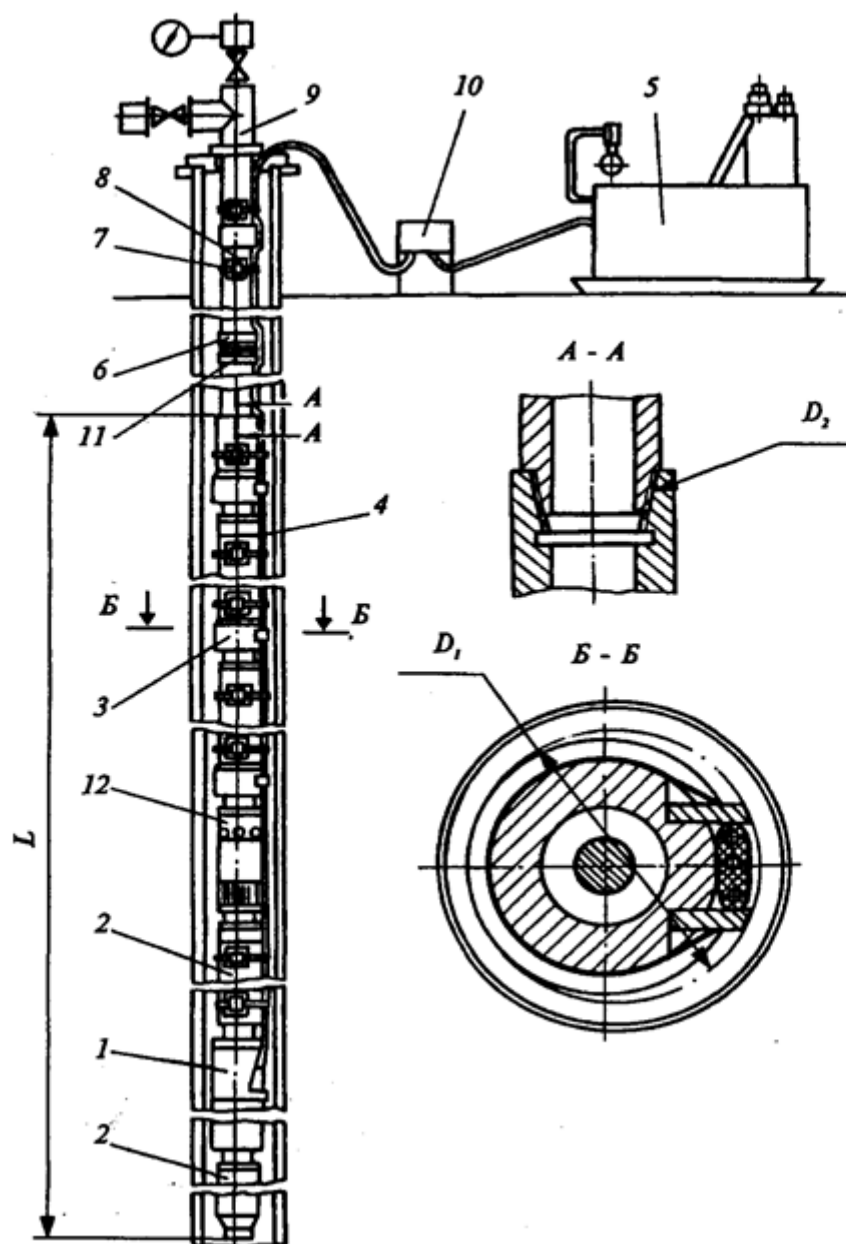


Рис. 1. Установка электроприводного центробежного насоса

1 – электродвигатель; 2 – гидрозащита; 3 – насос; 4 – кабельная линия; 5 – комплектное трансформаторное устройство; 6 – клапан спускной; 7 – пояс; 8 – труба насосно-компрессорная; 9 – оборудование устья скважины; 10 – станция управления; 11 – клапан обратный; 12 – газосепаратор; L , D_1 – длина и диаметральный габарит насосного агрегата, D_2 – диаметр резьбы НКТ деления.

По длине кабельной линии УЭЦН от ПЭД до пункта подключения кабель силовой эксплуатируется при различных условиях:

- в среде скважинной жидкости
- в газо-воздушной среде
- на воздухе.

Из эксплуатационных факторов наибольшее значение имеет рабочая температура и рабочее гидростатическое давление, а так же наличие механических нагрузок, действующих на кабель при спускоподъемных операциях и в процессе работы на скважине из-за искривлённости последней [4].

Степень механических воздействий на кабель должна определяться для каждой конкретной скважины. На рис. 2 для ясности приведены примеры конкретных профилей скважин, показывающие, насколько они значительно отличаются друг от друга. Обычно радиус кривизны скважины изменяется на большой длине. Нормальная кривизна берется с углом изгиба 7-10 градусов, и в этих случаях скважину можно считать вертикальной. В то же время имеются направленные лунки с отклонением ствола скважины от вертикали на угол до 60 градусов. В дополнение к изгибающимся скважинам, раздавливающие нагрузки, действующие на кабель, также зависят от расстояния между трубой и корпусом, т.е. Е. Наружный диаметр трубы и внутренний диаметр обсадной колонны. Наиболее распространенные внутренние диаметры обсадной колонны-122, 130, 144 и 148 мм для установок с максимальным диаметром 114, 124, 137 и 142 мм соответственно. Обсадные колонны поставляются длиной от 9.5 до 13 м и соответствуют ГОСТ 632-80. Внешние диаметры НКТ – 33, 42, 48, 60, 73, 89, 102 и 114 мм и при этом диаметры концевых муфт составляют 48, 56, 63, 78, 93, 114, 127 и 141 мм соответственно. Длина одной трубы НКТ равна 5-10 м (наиболее часто применяются НКТ длиной 8 м). Количество точек

крепления кабеля выбирается по две на одну трубу. Расстояние между точками крепления составляет 5-8 м.

При спуске установок в скважину, обычно не заметно кручение колонны насосно-компрессорных труб из-за ее недостаточной фиксации на устье скважины [2].

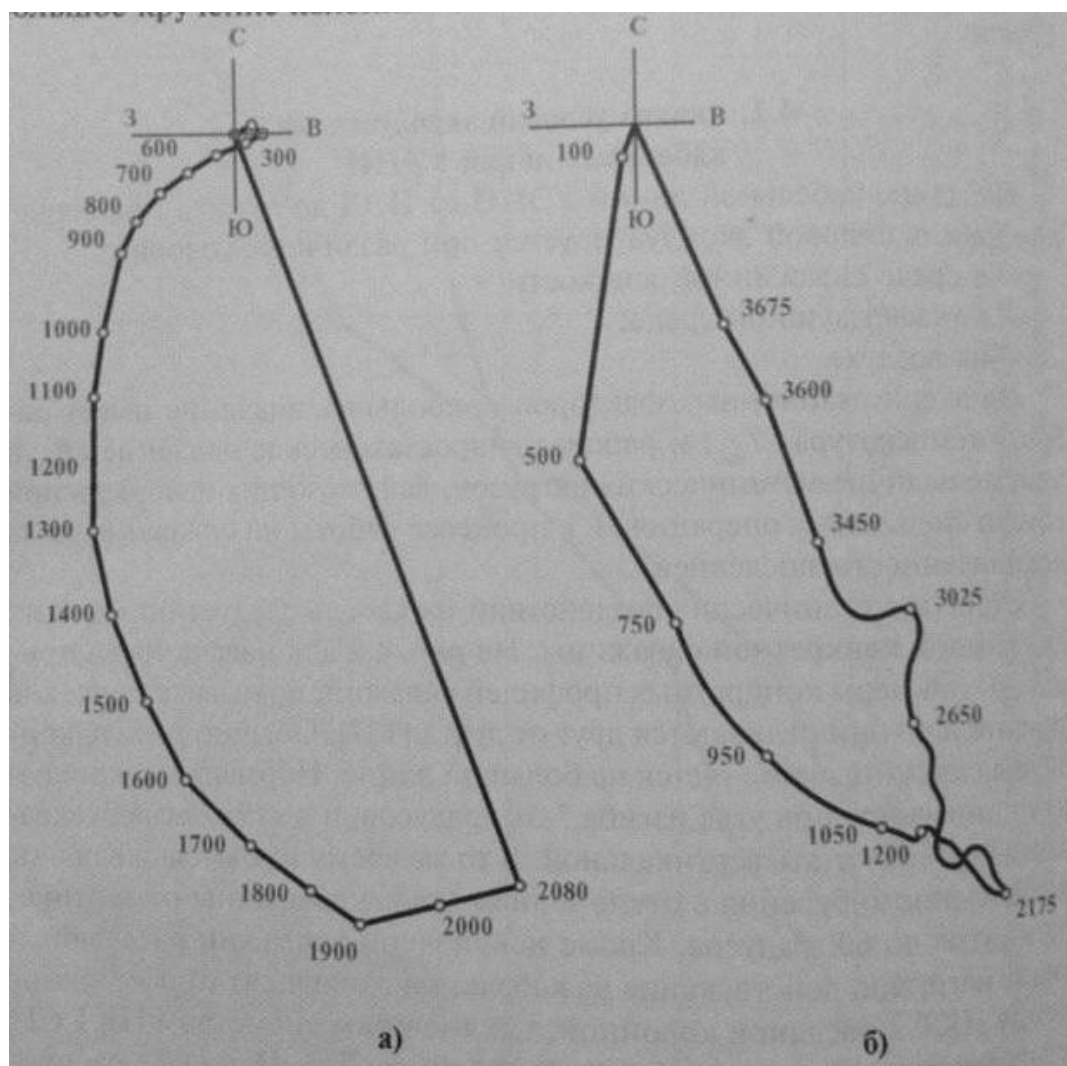


Рис 2. Пример профилей скважин:

а) Кавказская геофизическая контора, район Грачевский; б) Узгеофизтрест, г.Наманай.

Этот кручение приводит к соответствующему скручиванию основного кабеля вокруг трубки по его диаметру. Шаг скручивания иногда достигает 20 м, а количество кручений на 1 км линии составляет 30-50. Это механическое

действие наиболее опасно для плоских кабелей. Механические воздействия в виде срезов возникают, когда кабельная броня контактирует с обсадными трубами, особенно в изогнутых скважинах. Величина и количество повреждений этого типа зависят от качества соединения обсадной колонны между собой и подготовки скважины, когда стены обрабатываются шаблоном, а также от глубины спуска кабельной линии [5].

Рабочая температура в работе кабеля в УЭНЦ зависит от глубины установки, температуры, пласта, температурного коэффициента скважины, производительности скважины и времени работы. Как правило, экспериментально определяется рабочая температура на разных уровнях по высоте скважины. В общем, температурный коэффициент скважины отличается от геотермического градиента из-за прогрева среды от масла, поднятого через трубу, и работы насоса, а также УЭНЦ.

Фактическая рабочая температура во время работы кабеля сильно варьируется в зависимости от местоположения скважины. Максимальная рабочая температура наблюдается в скважинах Ставропольского края, Грузии и некоторых районах, достигающих 130 °С. В районах Западной Сибири максимальная рабочая температура составляет 70-90 °С и т. д. [3].

Гидростатическое давление в глубоких скважинах практически полностью зависит от плотности жидкости. В некоторых эксплуатационных скважинах давление составляет 150 МПа, а в ультра-глубоких скважинах - 200 -250 МПа.

Рабочая среда, в которой эксплуатируются кабельные линии УЭНЦ, - это нефть, вода и газ. Нефтяная среда содержит определенное количество резервуара или связанной воды и связанного с ним или природного газа. Нефть представляет собой смесь углеводородов метана, нафтенового и ароматического ряда, часто из метановых углеводородов. Для большинства

нефти содержание углерода колеблется от 83% до 87%, а водорода - 12-14%. Иногда в зависимости от количества азота, серы и кислорода.

1.1.2. Некоторые технологические аспекты производства кабелей для УЭНЦ

Особенностью некоторых типов полимерных материалов, используемых в кабелях УЭНЦ (особенно полиэтиленах и фторполимерах), является появление усадки изоляционного покрытия после нанесения. Усадка является одним из факторов, ограничивающих максимальную скорость производства. Если температурные режимы обработки и охлаждения не соблюдаются, а также когда ограничения скорости нарушены, в покрытии появляются «замороженные» внутренние напряжения, которые приводят к последующему появлению усадки покрытия, результаты которого показаны на рис. 3.

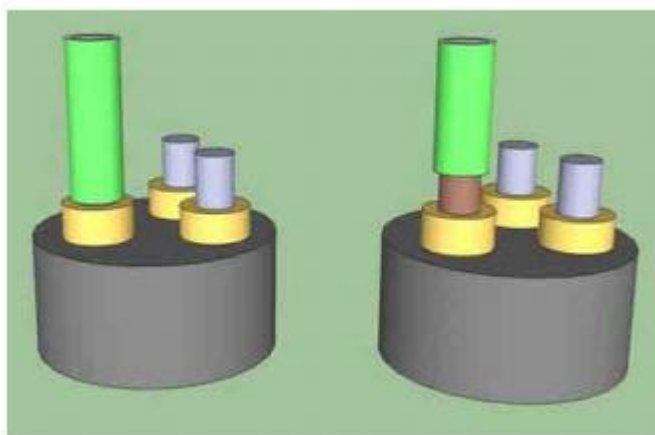


Рис. 3. Схематичное изображение муфты кабельного ввода

слева – усадка отсутствует; справа – наличие усадки изоляции

При применении брони к изолированным проводникам важно наблюдать силы натяжения стальных лент. Чрезмерная сила при нанесении может привести к деформации венозного покрытия. В свою очередь, недостаточная сила приведет к смещению жил по отношению друг к другу и

к увеличению общих размеров кабеля, что неприемлемо в условиях ограниченного пространства для размещения кабелей (рис. 4).

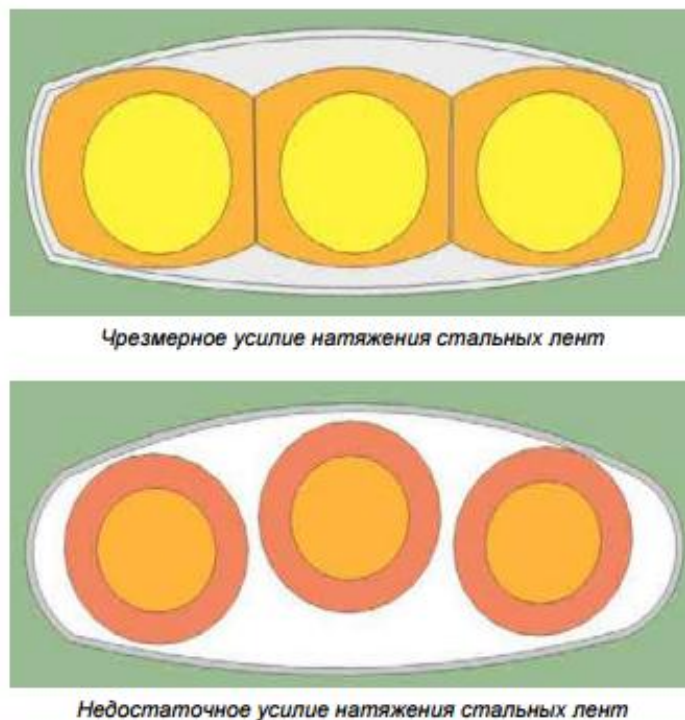


Рис. 4. Возможное расположение изолированных токопроводящих жил в кабеле при наложении бронеленты

1.1.3 Обзор существующих конструкций НПК и применяемые материалы

Кабельная продукция - это совокупность кабельных изделий. Кабели и провода являются важными и ответственными элементами наибольшего числа трудных научно-технических систем, которые применяют для поиска бурения скважин, геофизической разведки, добычи нефти и газа. Типовая конструкция кабеля для УЭЦН (Рис. 5) состоящая из токопроводящей жилы, двух слоев изоляции, подушки под броню и самой брони из стальных лент.

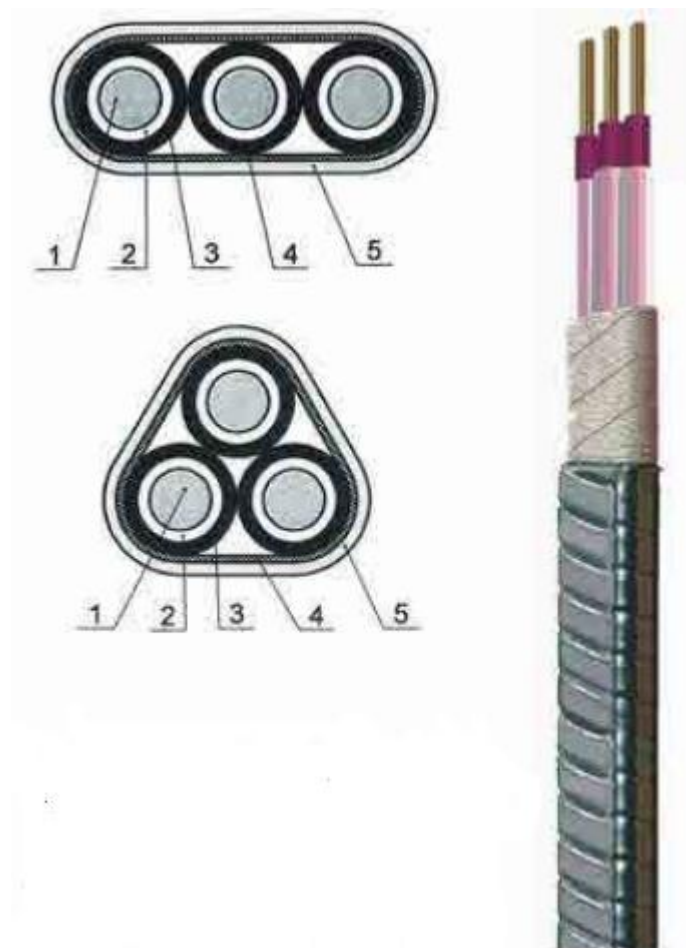


Рис. 5. Типовая конструкция кабеля для УЭЦН

1 – токопроводящая жила (сечения 6; 8; 10; 13,3; 16; 24,15; 25; 35; 50 мм²); 2 – первый слой изоляции (толщина 0,5-1,5 мм); 3 – второй слой изоляции или оболочки (толщина 0,5-1,5 мм); 4 – подушка под броню (нетканые материалы); 5 – броня из стальных лент (толщина лент 0,3-0,5мм; и ширина 10-20 мм)

По конструкции, нефтепогружные кабели разделяются на четыре основные составляющие:

- Токопроводящая жила изготавливаются первого и второго класса гибкости это однопроволочные при $S_n < 16 \text{ мм}^2$, многопроволочные при $S_n > 16 \text{ мм}^2$.

- Изоляция так же может быть двухслойной и полимерной, а иногда и трехслойной. На изоляцию накладывают бандажи, которые усиливают покрытие, это характерно для резиновой изоляции. Поверх изоляции наматывается лента с 50% перекрытием из прорезиненной ткани.

- Оболочка накладывается по изоляции в кабелях с пластмассовой изоляцией. Изготавливается из того же материал, как и изоляция стойкая к воздействию пластовой жидкости.

- Броню накладывают под подушку для защиты оболочки от повреждений при установке брони. Подушка изготавливается из лент нетканого полотна. Ленты укладываются с 40%-ным перекрытием. Броня состоит из стальных оцинкованных лент или из лент коррозионностойкой стали

Кабель марки КРБК был изготовлен в общей оболочке шланга, кабель КРБК - в общей оболочке и с отдельными ошлангованными жилками. Основные недостатки кабелей марок КРБК и КРБП можно объяснить их низкой газостойкостью и фактической невозможностью их ремонта после подъема блока из скважины. С увеличением глубины нефтяных скважин условия эксплуатации стали более жесткими - повышение температуры и давления. Кроме того, добыча нефти с большей глубины требовала увеличения мощности погружных установок и, как следствие, увеличения напряжения питания до 2300 вольт и выше. Также одним из новых требований, выдвинутых нефтяниками в то время, было обеспечение производства круглых и плоских кабелей только с отдельными приваренными жилками. Это требование было продиктовано внедрением новых технологий сращивания и кабельного фрезерования, применяемых ведущими зарубежными фирмами. Кроме того, кабель потребовался для ремонтпригодности[7]. Для этих условий эксплуатации были разработаны кабели с изоляцией из полиэтилена высокой плотности марок КРБК и КРБП. Эти кабели рассчитаны на номинальное рабочее напряжение 3300 вольт, температура окружающей среды (скважинная жидкость) до 90 °С с коэффициентом газа 500 м³ / м³, гидростатическим давлением до 25 МПа и динамическими изгибами при температуре не менее минус 40 °С (в статическом режиме до -60 °С). Дальнейшее увеличение глубины скважин

потребовало создания более жаропрочных кабелей для нижних секций (вставок) кабельных линий. Более того, у иностранных фирм REDA, Centrilift, BIW и т. Д. Уже были такие кабели с изоляцией из этиленпропиленового каучука для рабочих температур от 130 до 200 °C[8].

Токопроводящая часть кабеля изготавливается из меди. Каждая жила состоит из нескольких тонких жил общим сечением до 35 квадратных миллиметров на жилу. Между жилами нефтепогружного кабеля должна находиться продольная герметизация, но в некоторых случаях допускается вид кабеля без предварительной герметизации (кабели от 25 до 50 квадратных миллиметров), но только в определенных видах скрутки. Верхняя броня может быть изготовлена из нержавеющей стали, стали с мельхиоровым покрытием или из оцинкованной стали.

Из-за своей толщины и жесткости, обусловленной металлической броней кабель имеет ограничение на радиус изгиба, что осложняет хранение и должно учитываться при монтаже погружаемых установок. Ранее нефтепогружные кабели выпускались со свинцовой оболочкой, которые теперь используются только в качестве «последней мили», где температура, вибрация и другие воздействия максимальны. Их использование для основных линий необоснованно ввиду большой стоимости самого кабеля. Большие токи и высокие напряжения, в соединении с агрессивной средой, высокой температурой и механическими воздействиями создают потребность в износостойком оборудовании, для питания которого необходимо применять нефтепогружные кабели. Несмотря на достаточно высокую цену без этих кабелей не обойтись в случае глубокого бурения скважин[9]. Создание многослойной оболочки, способной выдержать все нагрузки во время буровых работ сложно не только в реализации, но и в проектировании, что заставляет внимательно подбирать тип кабеля для погружаемых установок, во избежание понижения их рентабельности.

КИЭСБП-230 – С изоляцией из полиимидофторопластовой пленки, специальной композиции на основе этилен-пропиленового каучука и свинцовых оболочек жил. До недавнего времени вышеупомянутые кабели, а также другие кабельные изделия для масляных погружных насосов (например, кабели с радиационно-модифицированной изоляцией) почти полностью соответствовали потребностям нефтяных компаний. В последние годы введены в эксплуатацию новые месторождения (например, Рогожническое месторождение, Сургутнефтегаз). Операционная среда в таких областях характеризуется повышенной агрессивностью. Для обеспечения более мощных электрических насосов на этих скважинах необходимо было создать кабели, способные работать в таких условиях и имеющие рабочее напряжение 4 и 5 кВ. Среди широкого спектра силовых кабелей для подачи нефтепогружных насосов, предлагаемых кабельными заводами в России и за рубежом, существует несколько типов кабельных продуктов, которые могут использоваться в условиях повышенной агрессивности рабочей среды. К таким кабелям относятся кабели с изоляцией из блок-сополимера пропилена с этиленом с долговременной допустимой температурой нагрева сердечников до 120 °С (с использованием изолированных проводников из пленок, устойчивых к агрессивным средам в качестве повязки). Однако из-за недостаточной теплостойкости для глубоких скважин эти кабели в основном используются в качестве основной части кабельной линии (в верхних секциях)[10]. Как удлинители кабелей, так и тепловые вставки на нижних участках главной линии:

- Кабели с изоляцией из специальной композиции на основе этилен-пропиленового каучука с свинцовыми проводами с долговременной допустимой температурой нагрева проводников 200 и 230 °С (удлинители кабеля). Кабели такого типа характеризуются хорошими эксплуатационными характеристиками, но недостатками являются высокая масса благодаря использованию свинцовых оболочек из изолированных сердечников;

- Кабели с изоляцией из фторсополимеров с долговременной допустимой температурой нагрева проводников до 230 °С (удлинители кабелей). Наряду с хорошими эксплуатационными свойствами кабели имеют свои недостатки, что можно объяснить высокой стоимостью, а также недостаточной изощренностью технологии производства, которая не обеспечивает стабильного качества. Таким образом, среди материалов для работы в агрессивной среде ствола скважины можно выделить блок-сополимер этилена с пропиленом (с использованием защиты пленки), этилен-пропиленовый каучук (с использованием защиты свинцовых оболочек) и фторсополимеры[10].

1.2. Обзор основных марок НПК

Существует несколько самых распространённых видов нефтепогружных кабелей:

- **КПБП**

Плоский нефтепогружной кабель для насоса, используется в качестве удлинителя, т.е. подключается непосредственно к электродвигателю нефтенасоса. Допустимо использовать в среде с содержанием нефти, газа, сероводорода (концентрация не более 0,01 г/л), воды.



Рис 6. Иллюстрация кабеля марки КПБП

Максимальное рабочее напряжение 3,3 кВ

Гидростатическое давление не более 25 Мпа

Температурный диапазон эксплуатации: -60С до + 90 °С

Монтаж в температуре не ниже - 35 °С

Изгибы в температуре не менее - 40 °С

Газовый фактор - не более 500 м3/м3

Не допускается скручивание вокруг своей оси на угол более 10 градусов

Срок службы - 5 лет

Кабель соответствует ГОСТ Р 51777-2001

- **КППБП-120**

Плоский нефтепогружной кабель с изоляцией из полипропилена.

Применяют как основной кабель для нефтенасоса, так и как удлинитель.



Рис 7. Иллюстрация кабеля марки КППБП-120

Стой к изгибам.

Гидростатическое давление не более 25 МПа

Газовый фактор - не более 500 м3/м3

Операции по спуску-подъему производить при температуре не холоднее - 30 °С.

Максимальная температура нагрева жил + 120 °С.

Кабель соответствует ГОСТ Р 51777-2001

- **КЭСБП-200 (230)**



Рис 8. Иллюстрация кабеля марки КЭСБП-200

Высокотемпературный нефтепогружной кабель с изоляцией из этиленпропиленовой резины. Может использоваться как в качестве основного кабеля для питания насосов, так и в качестве удлинителя. Предназначен для эксплуатации в сложных условиях: наличие кислот, паров, щелочей, солей.

Максимальное рабочее напряжение - 3,3 кВ

Максимальная рабочая температура жил +200 (230) °С

Газовый фактор - не более 500 м3/м3

Гидростатическое давление в пределах 25-30 МПа

Большой вес (примерно 1,5 кг/м)

1.3. Обзор методов испытаний НПК

Основные виды испытаний НПК регламентируются ГОСТ 51777-2001. Чтобы проверить, соответствуют ли кабели указанным требованиям, назначаются следующие типы контрольных испытаний:

-Приемосдаточные

-Периодические

-Типовые

Приемосдаточные испытания

Кабели представлены для приема партиями. Для партии берут количество кабелей одинаковой марки, одновременно представленных для доставки, объемом от 1 до 50 единиц (барабанов).

Проверка строительных и конструкционных размеров. Проверка сопротивления изоляции. Проверка напряжения для определения тока утечки изоляции. Проверка полноты, маркировки и упаковки[1].

Периодические испытания

Проверка электрического сопротивления проводника. Испытание на изгиб. Испытание на раздавливание. Тест на утечку. Испытание на сопротивление низкотемпературному воздуху в статическом состоянии. Испытание на сопротивление изменениям температуры.

Испытание на устойчивость к изгибу при низкой температуре[1].

Типовые испытания

Испытания проводятся в соответствии с программой, утвержденной в процессе установки. Основываясь на результатах испытаний, составленных протоколом и актами, они принимают решение о возможности и целесообразности внесения изменений в техническую документацию.

Надежность не проверяется. Параметр обеспечивается используемыми материалами, технологией проектирования и производства.

Проверка стойкости к механическим воздействиям

Испытание на изгиб проводят путем изгиба образца проводов длиной не менее 3 м под углом 360° вокруг цилиндра с диаметром, равным 15-кратному максимальному диаметру кабеля. Для плоского кабеля, для диаметра, принимается значение, которое численно равно отношению максимального внешнего периметра к числу π . В этом случае не должно быть отверстий бронированных замков на круглом кабеле или образования зазоров между краями обмоток брони и зазоров, превышающих 1 мм между обмотками брони на плоском кабеле[14].

Испытание на дробление проводится на образцах кабелей длиной не менее 1 м, уложенных между двумя пластинами номинальным размером 140 х 140 мм, установленными в гидравлическом прессе или другом устройстве, которое сжимает образцы со скоростью 0,001-0,005 М / С.

Чтобы определить момент закрытия между жилами и / или между жилами и доспехами, используется контрольное оборудование.

В момент закрытия сила дробления фиксируется на манометре или другом приборе с пределом измерения до 25 МПа, класс точности 1. Сила дробления определяется как среднее арифметическое результатов трех испытаний для каждого. Пример схемы подключения[11].

Испытание на герметичность изолированных проводников кабеля осуществляется на образце кабеля длиной $(5 \pm 0,1)$ м. Для этого один из концов кабеля - первая удаленная броня длиной не менее 0,3 м, а изолированные проводники поочередно соединены с масляной линией. Испытание проводят при трансформаторном масле с давлением $(0,1 \pm$

0,012) по ГОСТ 982 или ГОСТ 10121. Давление контролируется манометром или другим прибором с пределом измерения 0,16 МПа, класс точности 2,5.

Каждую жилу выдерживают под давлением в течение $(2,5 + 0,1)$ ч. При этом на торцах жил кабеля, противоположных торцам, к которым присоединяют маслопровод, не должно быть следов масла.

Требования стойкости к механическим воздействиям

Кабели должны быть стойкими к изгибам при навивании на цилиндр диаметром, равным 15-кратному максимальному диаметру кабеля.

Кабели должны выдерживать раздавливающую нагрузку не менее:

98 кН (10 тс) – для кабелей с основными жилами сечением 6 и 8 мм²

158 кН (16 тс) – для кабелей с основными жилами остальных сечений.

Изолированные сердечники кабелей должны быть уплотнены в продольном направлении со скоростью 0,02 МПа на 1 м длины [1].

Требования к сопротивлению внешним факторам

Кабели в статическом состоянии должны быть устойчивы к температуре воздуха до 60 °С

Кабели должны быть устойчивы к воздействию изменений температуры от минус 60 °С до долгосрочной допустимой температуры сердечников.

Кабели должны выдерживать изгибы вокруг роликов с диаметром, равным 15 раз максимальному диаметру кабеля, с температурой воздуха не менее

- минус 30 °С – для кабелей с изоляцией и оболочками и композиций полипропилена, сополимеров и блоксополимеров пропилен

- минус 35 °С – для кабелей с изоляцией и оболочками из полиэтилена высокой плотности

- минус 40 °С – для кабелей с изоляцией и оболочками из термоэластопластов, фторопластов и резин на основе этиленпропиленового каучука, оболочками из резин на основе нитрильного каучука, свинца и его сплавов

Кабели должны выдерживать изгибы вокруг роликов диаметром, равным 15-кратному максимальному диаметру кабеля, при смене температур от 90 °С до отрицательных температур

Требования надежности

Средний срок службы кабелей не менее пяти лет

[ГОСТ 51777-2001]

Для обеспечения надежной работы силовых кабельных линий в России используется плановая профилактическая испытательная система, в которой кабели периодически испытываются с постоянным напряжением достаточно высокого уровня - в 4-6 раз превышающим номинальное напряжение КЛ, при этом Измерение токов утечки. Однако практика показывает, что запланированные профилактические тесты с повышенным постоянным напряжением, даже в случае их успеха, не только не гарантируют бесперебойную последующую работу КЛ, но во многих случаях приводят к сокращению срока службы КЛ. Особенно опасны такие испытания для КЛ с большим сроком службы или с сильно устаревшей изоляцией. Кроме того, испытания с увеличенным постоянным напряжением силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (кабели СПЭ), которые все чаще используются в России, не только практически бесполезны, поскольку сшитый полиэтилен обладает высокой электрической прочностью и малыми

токами утечки, но также имеет отрицательное воздействие на полиэтиленовую изоляцию[13].

Испытания с повышенным постоянным напряжением не только не позволяют сделать достаточный вывод о состоянии кабеля, но и значительно ослабить изоляцию. Доказано, что испытания с высоким постоянным напряжением уменьшают срок службы кабелей и значительно увеличивают рост тринингов. В качестве альтернативных методов диагностики состояния кабелей с изоляцией СПЭ предлагаются различные методы неразрушающего контроля: измерение частичных разрядов; измерение касательной дельта на частоте 0,1 Гц; емкость и тангенциальная дельта измерены в диапазоне частот от 0,1 до 0,02 Гц (диэлектрическая спектроскопия);

2.1. Методическая часть.

2.1.1. Методика подготовки образцов для испытаний на короностойкость.

Испытания проводятся под действием четырех эксплуатационных факторов

- 1) Воздействие электрического поля как напряжением промышленной частоты (50 Гц), так и высокочастотным модулированным сигналом, характерным для работы преобразователя частоты на базе широтно-импульсной модуляции (ШИМ).
- 2) Температура близкая к классу нагревостойкости (130 и 140 °C).
- 3) Время
- 4) Пластовая жидкость

Образцы представляют собой стандартную скрутку, изготовленную согласно ГОСТ Р МЭК 60851-5-2008 с рабочей (испытательной) зоной 125 см, с одной стороны концов снимается изоляция для подключения к электроду, другие концы остаются изолированными и разводятся в разные стороны, чтобы не было перекрытия по этим частям (рис. 9).

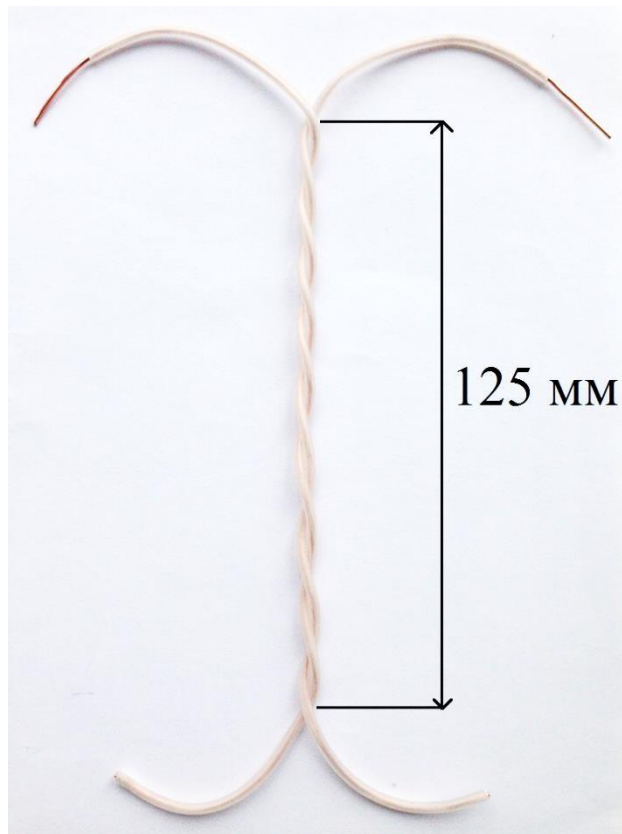


Рис. 9. Макетный образец скрутки.

Образцы изготавливаются из прямых не изогнутых отрезков провода без видимых механических дефектов.

2.2. Методика определения времени до пробоя изоляции кабельных изделий при воздействии электротепловых нагрузок, характерных для работы преобразователя частоты на базе широтно-импульсной модуляции



Рис. 10. Учебно-лабораторный стенд для проведения короностойкости кабельных изделий при питании ВЧ модулированного напряжения.

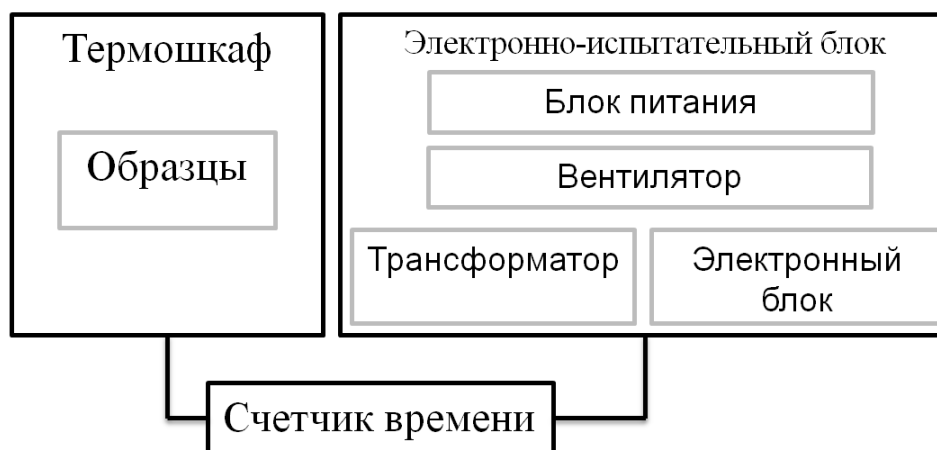


Рис. 11. Блок-схема высокочастотной испытательной установки.

Частота 400 Гц модулированного сигнала, несущая частота 5 кГц, крутизна фронта 4 мксек, амплитуда до 6 кВ.

Испытания для проведения короностойкости проводятся с использованием специального стенда при питании высокочастотным

модулированным напряжением (рис. 10). Испытуемые скрутки помещаются в термошкаф, происходит нагрев до температуры класса нагревостойкости (130 и 140 °С), после подается напряжение переменного тока с амплитудой до 6 кВ, частотой 400 Гц с частотой квантования напряжения 5 кГц и крутизной нарастания переднего фронта 4 мкс. В ходе испытаний хорошо видно синее свечение короны по поверхности скрутки.

2.3. Методика выдержки образцов в пластовой жидкости

На заводе изготовителе («Сибкабель») нарезают прямолинейные участки образцов по 40 см и помещают в камеру. Камера представляет собой толстостенную трубу, заваренную наглухо с одной стороны. Внутри трубы опускаются образцы, заливаются пластовой жидкостью. Снаружи большой герметичной крышкой, которая плотно закрывается. Образцы выдерживают при 110 °С, в течение 5 суток.

3.1 Экспериментальная часть

3.1.1. Объект исследования

Описать конструкцию макетного образца изолированной жилы нефтепогружного кабеля (НПК).

Макетный образец НПК представляет собой изолированную жилу; материал изоляции блок-сополимер этилена и пропилена (БСЭП)

БСЭП производится в виде, однородных по цвету, гранул. Они имеют: высокую ударную прочность (при низких температурах) и высокую эластичность, повышенную долговременную термическую стабильность, стойкость к термоокислительному разрушению во время производства и переработке полипропилена, а также при эксплуатации изделия из него. Данный материал устойчив к кислотам, щелочам, растворам солей, минеральным и растительным маслам при высоких температурах. При комнатной температуре не растворим в органических растворителях. Имеет низкое влагопоглощение, могут долговременно работать в водных агрессивных средах (пластовая жидкость). Максимальная температура эксплуатации до 140 °С. БСЭП обладает хорошими электроизоляционными свойствами (электрическая прочность - до 40 кВ/мм). Все необходимые теплофизические и электрические свойства приведены в таблице 1 [18].

Таблица 1.

Температура плавления, °С	160-170
Удельная теплоёмкость (от 20 до 60°C), кал/(г·°С)	0,46
Термический коэффициент линейного расширения (от 20 до 100 °С), 1/°С	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Температура хрупкости, °С	От -5 до -15
Удельное объёмное электрическое сопротивление, Ом·см	$10^{16}—10^{17}$
Диэлектрическая проницаемость при 106 Гц	2,2
Тангенс угла диэлектрических потерь при 106 Гц	$2 \cdot 10^{-4}$ - $5 \cdot 10^{-5}$
Электрическая прочность (толщина образца 1 мм), кВ/мм	30-40

Диаметр образца 1,9мм, жила однопроволочная, диаметр токопроводящей жилы 0,9 мм, толщина изоляции (радиальная) 0,5 мм. Материал токопроводящей жилы медь, Марка: ММ (мягкая отожжённая медь), плотность $8,89 \text{ г/см}^3$, температура плавления 1083°C , удельное сопротивление $0,0172 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.

3.2. Результаты определения среднего времени до пробоя изолированных макетных образцов при действии электротепловых нагрузок характерных для работы преобразователя частоты на базе широтно-импульсной модуляции.

Согласно методике, описанной в п.2.1, были подготовлены образцы для испытаний на среднее время до пробоя. Полученные результаты представлены на рисунках 12,13 и в таблице 16 (приложение А).

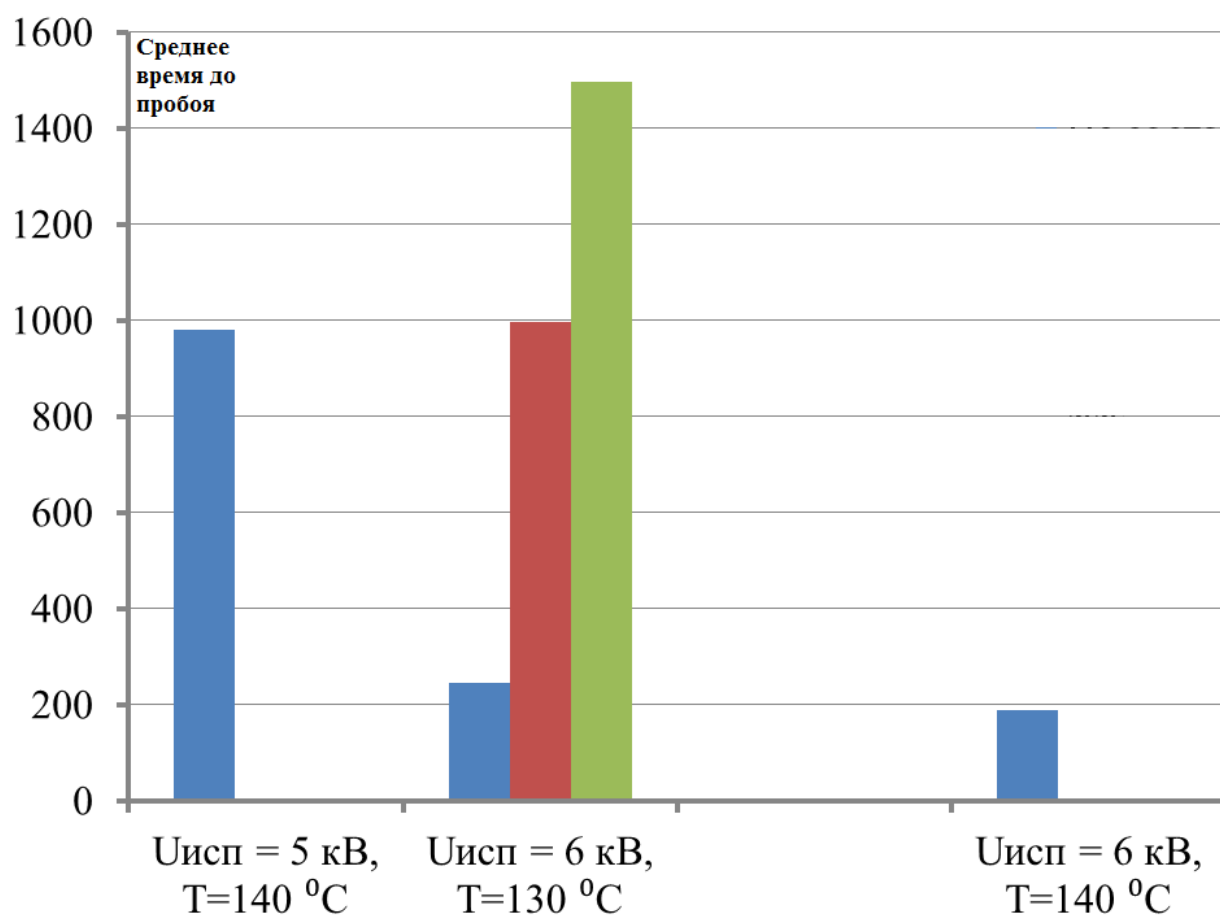


Рис. 12. Среднее время до пробоя макетных образцов (скрутка).

Часть образцов была испытана после выдержки в пластовой жидкости (согласно методике описанной в п.2.3.). Определение среднего времени до пробоя проводилось согласно методике описанной в п.2.2.

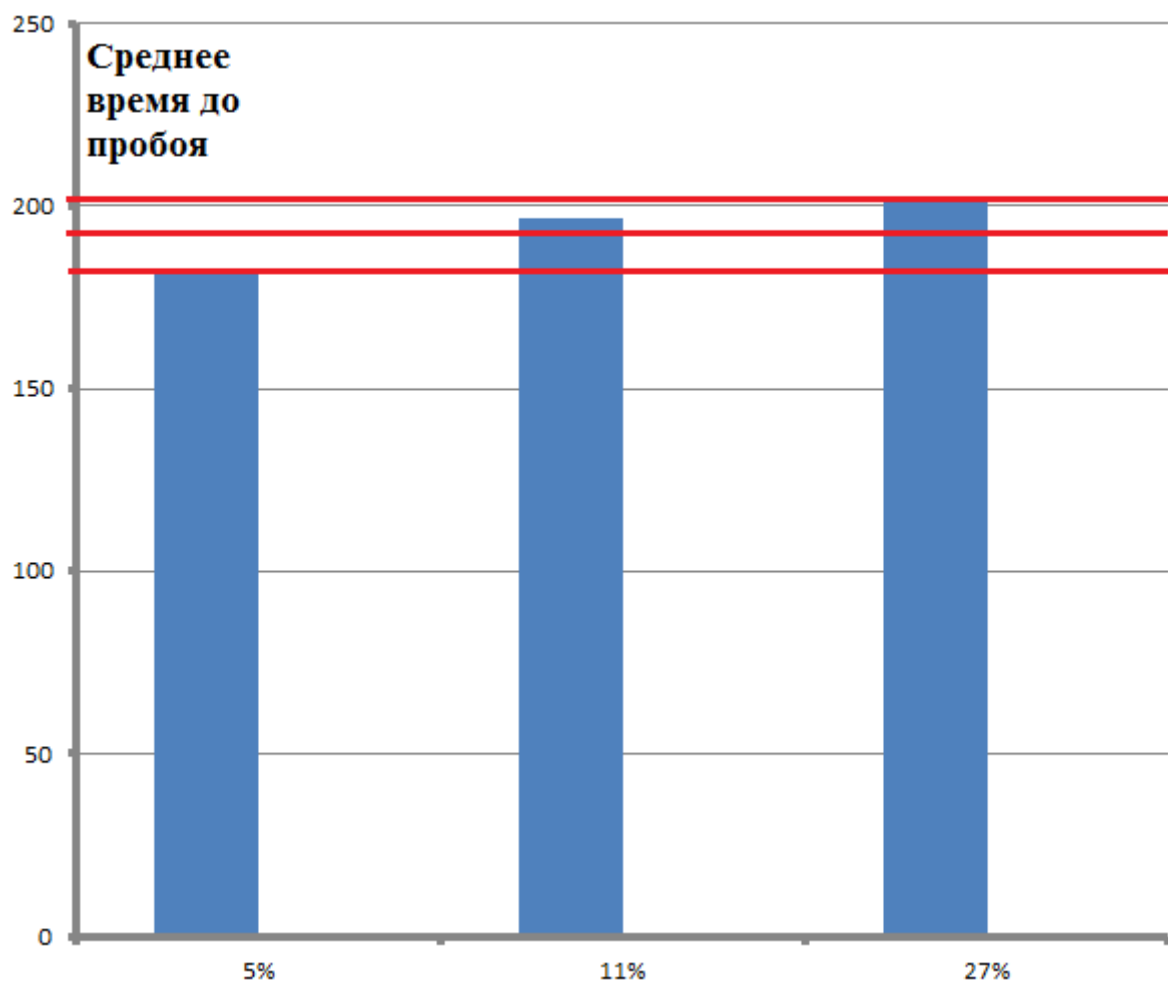


Рисунок 12. Среднее время до пробоя образцов, навитых на металлический стержень $d=6$ мм. Относительное удлинение макетных образцов, $d_{\text{стержня}}=35\text{мм}$ - 5%, $d_{\text{стержня}}=15$ -11%, $d_{\text{стержня}}=5$ -27%

3.3 Обсуждение результатов

- 1) Высокочастотные нагрузки значительно сокращают среднее время до пробоя, резко увеличивается неоднородность электрического поля, следовательно, преобладают процессы электрического старения и ускоряется разрушение изоляции. Электрическое старения полимерной изоляции сопровождается повышенным высокочастотным напряжением, загорание корон разряда приводит к ослаблению прочности изоляции.
- 2) Испытания предварительно деформированных образцов навитых на металлические стержни не позволяют выявить заметную разницу в стойкости к действию электротепловых нагрузок. Полученные результаты (Рис. 12) сопоставимы и находятся в пределах погрешности.

- 3) Среди использованных систем электродов оптимальным является испытание образцов навитых на стержень диаметром примерно равным 8-10 диаметром провода по изоляции.
- 4) Предлагаемая в работе методика позволяет проводить сравнительную оценку стойкости полимерной изоляции НПК к электротепловым нагрузкам характерным для работы блока ШИМ

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования научно-исследовательской работы, выполняемой в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса исследования

4.1. Обоснование применения и SWOT-анализ научно-исследовательской работы

Темой дипломной работы является “ Исследование влияния эксплуатационных нагрузок на изоляцию нефтепогружных кабелей ”. Нефтепогружные кабели широко применяются в отрасли по добычи нефти. Производство таких кабелей обходится довольно дорого для заводов изготовителей. Во время эксплуатации в пластовой жидкости и под действием высокого напряжения изоляция рушится, что приводит к пробое кабелей. Данные исследования имеют свой потенциал у заводов кабельной техники, а конкретно ЗАО «Сибкабель».

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Составление SWOT-анализа
- Планирование технико-конструкторских работ
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности работы.

SWOT-анализ представляет собой метод анализа планирования производственной или научной деятельности, разделяющий факторы или явления на следующие категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности) и threats (угрозы), и состоящий из нескольких этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице2.

Таблица 2 - Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Собственная научная и производственная база для исследований. С2. Соответствие материала необходимым техническим характеристикам. С3. Доработка недостающей информации о характеристиках исследуемого типа материала . С4. Квалифицированный производственный персонал.	Слабые стороны: Сл1. Затраты времени на проведение испытаний. Сл2. Дороговизна используемого материала по сравнению с аналогами. Сл3. Высокие требования к характеристикам исследуемого материала. Сл4. Необходимость сравнительного анализа характеристик.
Возможности: В1. Увеличение срока службы исследуемого объекта. В2. Использование продукта в агрессивных условиях	В1С2С3С4; В2С1С2;	В1Сл3; В2Сл2Сл3Сл4;

эксплуатации. В3. Создание методики оценки ресурса кабельных изделий в исследуемых условиях.	В3С1С2С3;	В3Сл1Сл2Сл4;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на материал У2. Введение дополнительных требований к материалу У3. Угрозы выхода из строя оборудования на основе исследуемого материала	У1С2С3; У2С1С2С3; У3С2С3;	У1Сл2Сл3; У2Сл1Сл2Сл3; У3Сл2Сл3.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Таблица 3 - Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4
	B1	-	+	+	+
	B2	+	+	-	-
	B3	+	+	+	-
	Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	+	-
	B2	-	+	+	+
	B3	+	+	-	+

Таблица 4 - Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4
	У1	-	+	+	-
	У2	+	+	+	-
	У3	-	+	+	-
	Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	+	-
	У2	+	+	+	-
	У3	-	+	+	-

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 3 и 4, показывает, что число сильных сторон у проекта количественно равно числу слабых. Аналогичная ситуация с количеством возможностей и угроз проведения исследований. Однако, если рассматривать возможности, то можно сделать вывод, что исследование будет эффективным, поскольку их

влияние на сильные стороны проекта больше, чем на слабые. Что касается угроз, то влияние на сильные и слабые стороны одинаково.

4.2. Планирование научно-исследовательской работы

Планирование комплекса работ по научному исследованию состоит из нескольких этапов:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научного исследования.

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения выпускной квалификационной работы требуются исполнители в лице научного руководителя (НР) и студента-дипломника (СД). Также определяется перечень этапов в рамках исследования. Соотношение этапов и исполнителей приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Обзор научной и технической литературы	Студент-дипломник
Проведение испытаний исследуемого объекта	3	Заготовка образцов исследуемого материала	Студент-дипломник
	4	Определение условий испытания	Студент-дипломник, научный руководитель
	5	Испытания образцов в соответствующих условиях	Студент-дипломник , научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка результатов исследования	Студент-дипломник , Научный руководитель
Оформление отчета по научному исследованию	7	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник
	8	Проверка выпускной квалификационной работы	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной	9	Подготовка к защите ВКР	Студент-дипломник ,

работы			Научный руководитель
	10	Защита ВКР	Студент- дипломник

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения научного исследования

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях на основе ряда вероятностных оценок, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов, и рассчитывается следующим образом:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5},$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитанные значения трудоемкости и продолжительности работы для выбранных исполнителей приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Календарная продолжительность работ

№	Название работы	Трудоёмкость работ, чел.-дн.						Длительность работ в рабочих днях	
		t _{min}		t _{max}		t _{ожи}			
		НР	СД	НР	СД	НР	СД	НР	СД
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1	-
2	Обзор научной и технической литературы	-	7	-	14	-	9,8	-	10
3	Заготовка образцов исследуемого материала	-	1	-	2	-	1,4	-	1
4	Определение условий испытания	1	1	3	3	1,8	1,8	2	2
5	Испытания образцов в соответствующих условиях	42	42	50	50	45,2	45,2	45	45
6	Оценка результатов исследования	1	3	3	5	1,8	3,8	2	4
7	Составление пояснительной записки	-	4	-	8	-	5,6	-	6
8	Проверка выпускной квалификационной	1	-	3	-	1,8	-	2	-

	работы								
9	Подготовка к защите ВКР	2	2	5	5	3,2	3,2	3	3
10	Защита ВКР	-	1	-	1	-	1	-	1

Примечание: минимальное $t_{\min}$ и максимальное время $t_{\max}$ получены на основе экспертных оценок.

4.2.3. Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [15].

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР [15]. На основе таблицы 6 строим план-график проведения работ (таблица 7).

Таблица 7 - Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп-ли	Трi, раб.дн.	Продолжительность выполнения работ, раб. дн.																											
				3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75			
1	Составление и утверждение технического задания	НР	1																												
2	Обзор научной и технической литературы	СД	10																												
3	Заготовка образцов исследуемого материала	СД	1																												
4	Определение условий испытания	НР	2																												
		СД	2																												
5	Испытания образцов в соответствующих условиях	НР	45																												
		СД	45																												
6	Оценка результатов исследования	НР	2																												
		СД	4																												
7	Составление пояснительной записки	СД	6																												
8	Проверка выпускной квалификационной работы	НР	2																												
9	Подготовка к защите ВКР	НР	3																												
		СД	3																												
10	Защита ВКР	СД	1																												

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает порядка 2 месяцев. Продолжительность выполнения технического проекта составит 75 дней. Из них для каждого в отдельности:

- 72 дней - продолжительность выполнения работ студента-дипломника;
- 55 дней - продолжительность выполнения работ научного руководителя.

4.3. Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи [14]:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1. Расчет материальных затрат

К материальным расходам относятся расходы на сырье и материалы для производства товаров, инструменты, приспособления, инвентарь, приборы, лабораторное оборудование и другие.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi},$$

где m - количество видов материальных ресурсов;

$N_{расхi}$ - количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию, ед.;

$Ц_i$ - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов, руб./ед.;

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке

материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются 15% от стоимости материалов.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Изолированная ТПЖ НПК	14	550	8855
Макетный образец	14	25	403
Трансформаторное масло	2	60	138
Нефть	4	85	391
Кусачки	1	200	230
Бокорезы	1	500	575
Перчатки	1	30	35
Маркер	1	60	69
Штангенциркуль	1	840	966
Бумага	1	250	288
Ручка	2	15	35
<i>Итого</i>			<i>11985</i>

4.3.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как [15]:

$$З_{\text{полн}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где $З_{\text{осн}}$ - основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата (15-20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается, исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле [15]:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $З_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [15]:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{тс}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{р.к.}}}{F_d},$$

где $З_{\text{тс}}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{\text{доп}}$ - доплаты и надбавки, руб.;

$З_{\text{р.к.}}$ - районная доплата, руб. (для Томской области 30%);

F_d - количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 9.

Таблица 9 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$З_{\text{доп}}$, руб	$З_{\text{р.к.}}$, руб	$З_{\text{м}}$,руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	15000	2550	5175	22425	1020	55	56100
Студент- дипломник	1500	225	518	2243	102	72	7344
<i>Итого</i>							63444

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 для студента-дипломника и 0,15 для научного-руководителя).[14].

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{осн, руб.}}$	$З_{\text{доп, руб.}}$	$З_{\text{полн, руб.}}$
Научный руководитель	0,15	56100	8415	64515
Студент-дипломник	0,12	7344	881	8225
<i>Итого</i>		63444	9296	72740

4.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС) , пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot З_{\text{полн}},$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)[14].

На 2016 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{внеб} = 0,302 \cdot 72740 = 21968 \text{ руб.}$$

4.3.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

$$З_{накл} = \sum З \cdot k_{нр},$$

где $k_{нр}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы [14].

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

4.3.5. Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции [15].

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 11.

Таблица 11 - Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
Материальные затраты ТП	11,5	7,6
Затраты на оплату труда	88,3	58,7
Отчисления во внебюджетные фонды	26,7	17,7

Накладные расходы	24,1	16,0
<i>Итого</i>	<i>150,6</i>	<i>100,0</i>

Исходя из сметы затрат, на технический проект требуется 150,6 тыс.рублей. Согласно диаграмме Ганта продолжительность всей работы составила 75 рабочих дней.

4.4. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле [14]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки;

b_i - балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к исследуемому изоляционному материалу и готовому кабельному изделию:

1. Стойкость - одно из свойств полимера, характеризующее возможность изменения его характеристик при воздействии внешних факторов.
2. Безотказность - это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.
3. Негорючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции кабельного изделия противостоять возгоранию и распространению процесса горения.
4. Эластичность - это свойство полимерного тела восстанавливать свою форму и размеры после прекращения действия внешних сил.

5. Дешевизна - низкий уровень цен на используемые в конструкции материалы.

6. Экологичность - это свойство, характеризующее безопасное влияние на окружающую среду при обработке или переработке материала.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка
1. Стойкость	0,20	5
2. Безотказность	0,22	5
3. Негорючесть	0,15	4
4. Эластичность	0,18	4
5. Дешевизна	0,10	3
6. Экологичность	0,15	5
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит [15]:

$$I_p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,22 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,18 + 3 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,15 = 4,47$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы стойкости и безотказности позволяют судить о надежности используемого материала.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

В ходе выполнения данного раздела ВКР был проведен анализ конкурентных технических решений, который выявил основные достоинства и недостатки. Потенциальными потребителями нефтепогружных кабелей являются станции по добычи нефти.

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что исследовательская работа будет эффективной, так как влияние возможностей на сильные стороны проекта больше, чем на слабые, когда количество сильных и слабых сторон одинаково;
- при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителей;
- составление сметы исследовательской работы позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта в размере 150,6 тыс.рублей;
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,47 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

На основании вышесказанного можно утверждать о большой практической значимости работы и востребованности его. Принятые решения позволяют объекту исследования успешно конкурировать на рынке при малых денежных и временных затратах на его разработку.

5. Социальная ответственность

Аннотация

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) ISO 26000:2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);

интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

Введение

Объект исследования – изучение эксплуатационных свойств нефтепогружных кабелей (НПК).

Данный раздел ВКР посвящен выполнению анализа и разработке мер по обеспечению благоприятных условий труда при ее выполнении. Произведен анализ вредных факторов таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышения уровня шума, повышения уровня вибрации, превышение электромагнитных и ионизирующих излучений. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае

чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

5.1. Производственная безопасность

5.1.1. Анализ опасных и вредных факторов

К вредным факторам относятся вещества и соединения, которые при контакте с организмом человека могут вызывать нарушения индивидуальной чувствительности.

В данной таблице приведем основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте. Данные элементы представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Опасные и вредные факторы производственной среды

Влияющие факторы, при управлении электроцентробежного насоса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Вибрация	вибрация на рабочем месте		СН 2.2.4/2.1.8.566-96
Шум	шум на рабочем месте		СН 2.2.4/2.1.8.562-96
Электробезопасность		высокие значение напряжения в	ГОСТ 12.1.038-82

		электрической цепи (до 6кВ), электрический ток	
	электромагнитные излучения		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Состояние воздушной среды	микроклимат в помещении		СанПиН 2.2.4.548-96
Пожароопасност ь		пожароопасно	НПБ 105-03
Освещенность	освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278- 03

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Шум вызывает головную боль, быструю утомляемость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, ухудшается память, снижается реакция.

Воздействие указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызываемое развивающимися утомлениями. Появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими в процессе работы в центральной нервной системе, с тормозными процессами в коре головного мозга. Длительное нахождение человека в зоне комбинированного воздействия различных неблагоприятных факторов может привести к профессиональному заболеванию.

Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, а также с неправильным направлением света. Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеет ряд существенных преимуществ: по спектральному составу близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-0[35] освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк, что может достигаться установкой совместного освещения.

5.1.2. Защита человека от вредных факторов рабочего места, характеризующих процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой

Шум

Основными вредными факторами при работе являются шум и вибрация. Источниками акустического шума являются вытяжки на производстве. Допустимый уровень шумов для лаборатории 75 дБ [1].

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице 14. (для постоянных шумов)

Таблица 14

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных	Уровни звука и эквивалентные
---------------	---	------------------------------

	полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПУ	83	74	68	63	60	78	55	54	65

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия по защите от действия шума (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

Нормируемые параметры постоянного шума являются уровнем звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использование уровня звука L_a , дБ(А).

Защита от шумов – индивидуальное использование наушников или беруш. Шум возникающий при работе вытяжки достигает порядка 35 дБ, что также не превышает допустимого уровня шумов в рабочем помещении.

Защита от электрического тока

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

К вредным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения

комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования [2].

Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при однофазном (однополюсном) прикосновении незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетокоевущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции[2].

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- а) оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- б) допуск к работе;
- в) надзор во время работы;
- г) оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы.[3]

5.1.3. Электромагнитные излучения

Повышенный уровень электромагнитных излучений и его оценка проводится при выполнении работ с ПЭВМ. Источником электромагнитных полей промышленной частоты являются чаще всего токоведущие части действующих электроустановок.

Неблагоприятное воздействие токов промышленной частоты проявляются только при напряженности магнитного поля 160–200 А/м.

Практически при обслуживании и нахождении даже в зоне мощных электроустановок высокого напряжения магнитная напряженность поля не превышает 20–25 А/м, поэтому оценку потенциальной опасности воздействия электромагнитного поля промышленной частоты достаточно производить по величине электрической напряженности поля.

В соответствии с нормами допустимых уровней напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в контролируемой зоны . Работа в условиях облучения электрическим полем с напряженностью 20–25 кВ/м продолжается не более 10 минут. При напряженности не выше 5 кВ/м присутствие людей в рабочей зоне разрешается в течение 8 часов.

При работе с ПЭВМ допустимые уровни электромагнитных полей указаны в таблице 2 [3].

Таблица 15 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ лабораторной установки

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500

5.1.4. Пожароопасность

Пожарная опасность электроустановок, обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов. Горючими являются изоляция обмоток машин, проводов и кабелей[5].

Согласно строительным нормам и правилам, в зависимости от характеристики вращающихся в производстве веществ и их количества, производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на категории А, Б, В, Г, Д.

Помещение лабораторного комплекса, согласно Техническому регламенту по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97, можно классифицировать по пожарной опасности, как помещение категории В, т.к. оно содержит твердые и

волокнистые горючие вещества, не выделяющие горючую пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние.

Пожар на производстве может возникнуть вследствие причин неэлектрического и электрического характера.

Помещение ПУ оборудовано пожарными извещателями, которые позволяют оповестить дежурный персонал о пожаре. В качестве пожарных извещателей в помещении устанавливаются дымовые фотоэлектрические извещатели типа ИДФ-1 или ДИП-1 [4]

К причинам неэлектрического характера относятся:

- 1) неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса;
- 2) халатное и неосторожное обращение с огнем;
- 3) неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;
- 4) самовоспламенение или самовозгорание веществ.

К причинам электрического характера относятся:

- 1) короткое замыкание;
- 2) перегрузка проводов;
- 3) большое переходное сопротивление;
- 4) искрение;
- 5) статическое электричество

5.1.5. Освещенность

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

Реальная освещенность на рабочем месте может быть взята из паспорта производственного помещения, материалов аттестации рабочих мест по

условиям труда, измерена при помощи люксметра, или определена путем расчета, изложенного в соответствующей литературе.[6]

Искусственное освещение в зависимости от назначения можно разделить на следующие виды:

- 1) аварийное,
- 2) рабочее,
- 3) специальное.

Основные требования к рабочему освещению:

- 1) создание достаточной освещённости на рабочих местах согласно нормам;
- 2) высокое качество освещения – спектральный состав , близкий к естественному, ограничение прямой и отражённой блёсткости, рациональное направление света, постоянство освещённости во времени;
- 3) бесперебойность и длительность работы установки в данных условиях среды;
- 4) пожарная и электрическая безопасность осветительных устройств;
- 5) экономичность осветительной установки.

По СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение для лабораторий научно-исследовательских учреждений норма освещенности составляет 400лк.

5.2 Экологическая безопасность

В термостатах, где нагревается нефть, с образцами выделяются токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

При *нагревании нефти* из нее сначала выделяются наиболее легко кипящие углеводороды. С повышением температуры постепенно испаряются все более тяжело кипящие компоненты.

Жидкие углеводороды нефти имеют различную температуру кипения. На этом свойстве основана перегонка. При нагреве в ректификационной колонне до 350 °С из нефти последовательно с ростом температуры выделяются различные фракции. Нефть на первых НПЗ перегоняли на следующие фракции: прямогонный бензин (он выкипает в интервале температур 28-180°С), реактивное топливо (180—240 °С) и дизельное топливо (240—350 °С). Остатком перегонки нефти был мазут.

Из-за неприятных ощущений возможна потеря концентрации и внимания, что в свою очередь может привести к травмированию по причине совершения непроизвольных или нескоординированных движений.

Другой негативный фактор - это акустический шум, который возникает при использовании вытяжек в помещении где находятся термостаты.

5.3 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения чрезвычайной ситуации на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Чрезвычайные ситуации можно классифицировать по типам и видам событий, лежащих в основе этих ситуаций, по масштабу распространения, по сложности обстановки, тяжести последствий.

В настоящее время существуют два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствий ЧС на административных объектах – это разработка инженерно-технических и организационных мероприятий. К инженерно-техническим мероприятиям относятся: строительство защитных сооружений, создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов, инженерное

оборудование территории региона с учётом характера воздействия прогнозируемых ЧС. К организационным мероприятиям относятся: эвакуация работающих (план), подготовка работающих к действиям при ЧС, подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС.

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Рабочее место оператора поста управления, должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97 [5].

Данное помещение относится к категории Д (наличие твердых сгораемых вещей) ПУ [6].

Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- обеспечение эффективного удаления дыма, т.к. в помещениях, имеющих оргтехнику, содержится большое количество пластиковых веществ, выделяющих при горении летучие ядовитые вещества и едкий дым;
- обеспечение правильных путей эвакуации;
- наличие огнетушителей и пожарной сигнализации;
- соблюдение всех противопожарных требований к системам отопления и кондиционирования воздуха.

Организационные мероприятия:

- 1) Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- 2) Обучение персонала правилам техники безопасности;

3) Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- 1) Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- 2) Обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- 3) Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения.

Наиболее дешевым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2, или порошковые типа ОП-5. Кроме устранения самого очага пожара нужно, своевременно, организовать эвакуацию людей.

Выведение людей из зоны пожара должно производиться по плану эвакуации. План эвакуации представляет собой заранее разработанный план (схему), в которой указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации по ГОСТ Р 12.2.143-2002.

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть

разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара.

План эвакуации людей при пожаре из помещения, где расположен диспетчерский пункт (пост управления), представлен на рис. 12.

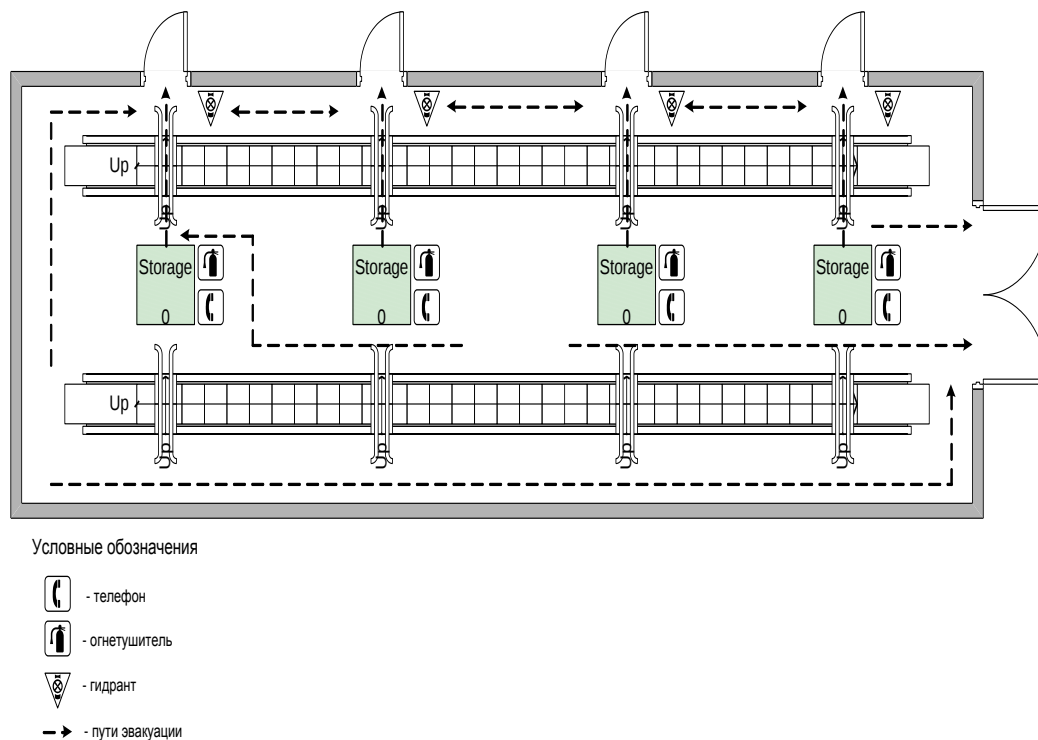


Рисунок 12. План эвакуации при пожаре

Ответственность за нарушение Правил пожарной безопасности, согласно действующему федеральному законодательству, несет руководитель объекта.

5.4. Заключение по разделу

В данном разделе были рассмотрены вопросы, которые обуславливают социальную ответственность организации и лично перед окружающей средой и природой.

Также были выявлены опасные факторы, влияющие на окружающую среду и человека такие как: вредные вещества, электрический ток, а также акустический шум. Каждый фактор соблюдается требованиями к этим факторам подтверждающиеся ГОСТ и СНИП, где предусматривается все ситуации, в которых могут произойти аварии, вредности и вред человеку.

Рассмотрены чрезвычайных ситуаций, которые могут возникать на установках. В результате, были выявлены факторы рабочего места, характеризующие процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой. Описано влияние этих факторов на организм человека. Кроме этого, были рассмотрены средства защиты от вредных и опасных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы рассмотрены условия эксплуатации и основные требования к НПК, а так же некоторые технологические аспекты производства кабелей для УЭНЦ. Произведен обзор существующих конструкций НПК и марок кабелей, изучены методы испытаний. Отработана методика определения времени до пробоя изоляции кабельных изделий при воздействии электротепловых нагрузок, характерных для работы преобразователя частоты на базе ШИП. Проведена экспериментальная часть, а конкретно, получены результаты определения среднего времени до пробоя изолированных макетных образцов при действии электротепловых нагрузок. Определена оценка ресурсоэффективности и ресурсосбережения проекта. Так же произведен расчет производственной безопасности, пожароопасной и чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 51777-2001. Кабели для установок погружных электронасосов. Общие технические условия . М: Издательство стандартов, 2001.-17с.
2. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» ,2011. №6.
3. Специальные кабельные изделия: учебное пособие / В.М. Аникеев, И.В. Флеминг; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 127 с.
4. Журнал «Кабели и провода». Наука и техника,2014.-№1.
5. Фризен А.Н., Петров А.В. Журнал «Кабели и провода» /Свойства изоляции кабелей для питания погружных электронасосов добычи нефти и возможность прогнозирования их применения в условиях эксплуатации., 2007;
6. Макиенко Г.П. Кабели и провода,применяемые в нефтегазовой индустрии. Пермь:Агенство «Стиль-МГ»2004, 560с.
7. <http://solo-project.com/articles/2/markirovka-kabelya.html>
8. Манин В. Н., Громов А. Н.; Физико – химическая стойкость полимерных материалов в условиях эксплуатации. – Л.: Химия, 1980.– 248 с.;
9. Основы кабельной техники: лабораторный практикум/В.М.Аникеев, С.С.Марьин.-Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 53 с.
- 10.10.ГОСТ Р 51330.20-99.Методы испытаний-Изоляции. М: Издательство стандартов, 2001.-19с.
- 11.Методика испытаний для установки испытания нефтепогружного кабеля,2013.-19с.
- 12.<http://www.camelotplast.ru/info/vidi-polypropilen.php>
- 13.<http://ref.unipack.ru/93/>

14. Специализированный журнал «Бурение и нефть», 2013.-№5.
15. <http://www.mental-skills.ru/dict/diagramma-ganta/>
16. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
17. ЗА КАДРЫ. Газета Национального исследовательского Томского политехнического университета [Электронный ресурс] / Зарплата-выросла URL: <http://za-kadry.tpu.ru/article/3393/7618.htm>, свободный. Дата обращения 07.03.2014 г.
18. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.010 – 76. . / М.: Издательство стандартов, 2010.–33 с.
19. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. / М.: Высшая школа, 1991– 128с.
20. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ .Электробезопасность.Общие требования и номенклатура видов защиты.Межгосударственный стандарт,1979