

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения  
(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»  
20.04.01 Техносферная безопасность

---

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы управления производственной, промышленной и экологической  
безопасностью

---

(направленность (профиль))

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

на тему Обеспечение безопасности на стадии проектирования системы  
электрообеспечения предприятий химической промышленности (на примере  
ООО «СИБУР Тольятти»)

Студентка	<u>Д.А. Арефьева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Научный руководитель	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультант	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Руководитель программы д.п.н., профессор Л.Н.Горина \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

**Допустить к защите**  
Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Тольятти 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Анализ законодательных нормативных требований, предъявляемых к системе проектирования электроснабжения.....	5
1.1 Нормы и методы проектирования систем электроснабжения предприятий (СЭП), обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок.....	5
1.2 Пожарная безопасность электроустановок.....	10
1.3 Статистика отказов электрооборудования.....	12
2 Методология проектирования, обеспечивающая безопасность эксплуатации электроустановок.....	17
2.1 Патентный поиск способов и методов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию электроустановок.....	17
2.2 Методы проектирования СЭП, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок .....	33
2.3 Практические решения, обеспечивающие безопасность.....	40
3 Предлагаемые к реализации способы безопасного проектирования СЭС.....	45
3.1 Меры по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду при строительстве кабельных линий.....	50
3.2 Сравнительный анализ методов обеспечения безопасности при проектировании системы электроснабжения.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	78

## ВВЕДЕНИЕ

Промышленность потребляет около двух третей всей вырабатываемой в нашей стране электроэнергии. Возрастают мощности, потребляемые предприятиями и отдельными электрическими приемниками. В связи с этим усложняются задачи рационального построения схем распределения электроэнергии. «Повышаются требования к надежности, экономичности, к удобству и безопасности эксплуатации и к качеству электроэнергии» [1].

На сегодняшний день в электроэнергетике нашей страны отчетливо просматривается четкая тенденция снижения показателей надежности электроснабжения, а также рост несчастных случаев на предприятии.

Среди различных систем, обеспечивающих эффективное функционирование промышленных предприятий, ведущие места принадлежат системам электроснабжения. Основой системы электроснабжения являются электрические сети. В настоящее время одной из основных проблем системы электроснабжения является её низкая надёжность, вызванная значительным износом электрооборудования и питающих сетей. Все средства повышения надежности, применявшиеся ранее, уже не обеспечивают требуемого уровня по надежности. Общий износ электрооборудования на предприятиях нашей страны составляет около 75-80%. Процесс старения электрооборудования и линий продолжается на протяжении 25 лет.

Основные задачи, решаемые при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий:– определение электрических нагрузок характерных групп электрических приемников (ЭП) и узлов нагрузок, а также проектируемого объекта в целом;– определение структуры системы электроснабжения (СЭС): числа и места размещения пункта приема электрической энергии (ППЭ), распределительных пунктов (РП), трансформаторных подстанций (ТП), числа и мощности силовых трансформаторов, средств компенсации реактивной мощности, схем электрических соединений элементов СЭС; – определение рационального

напряжения системы питания и распределения электрической энергии; – выбор способа транспорта электрической энергии как системы питания, так и системы распределения; – выбор конструктивного исполнения электроустановок (ЭУ) и типов электрооборудования с учетом условий их функционирования, требований надежности, экономичности и безопасности; – определение технических средств для обеспечения электробезопасности при ее эксплуатации.

# Глава 1 Анализ законодательных нормативных требований, предъявляемых к системе проектирования электроснабжения

1.1 Нормы и методы проектирования системы электроснабжения предприятий (СЭП), обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок

«Проектирование системы электроснабжения химической промышленности ООО «СИБУР Тольятти» достоверного принятия решения задач по проектированию СЭС необходимо строго соблюдать требования к системе электроснабжения (экономичность, надежность, безопасность), технико-технологические условиям ее функционирования и режимы работы приёмников электрической энергии» [2].

По способу электроснабжения отдельной группы электрических приемников, при котором электроснабжение осуществляют от дополнительного независимого взаимно резервируемого источника питания, расположенного в непосредственной близости от данной группы, а электроснабжение остальных электрических приемников (в том числе и особой группы электрических приемников, обеспечивающих безаварийный останов), не критичных к нормативным отклонениям параметров, осуществляется от двух независимых взаимно резервирующих внешних источников питания, независимый источник питания является основным для отдельной группы электрических приемников непрерывного технологического процесса, и для него задают параметры, равновероятностные по надежности и равновеликие по мощности с данной группой электрических приемников, при этом наличие связи между внешними и независимым источниками электроснабжения постоянно контролируется.

Требования, представляющие систему электроснабжения предприятий, в основном, находятся в состоянии зависимости от характера электрических нагрузок, особенностей технологии изготовления, климатических условий, загрязненности окружающей среды и других факторов.

Энергетическая установка относится к области электроэнергетики и может быть использована для электроснабжения потребителей, например, в машиностроении. Технический результат заключается в повышении уровня надежности сетевого электроснабжения при его пониженном расходе, что в итоге приведет к снижению полной стоимости энергетического пользования. Технический результат достигается тем, что в энергетической установке, содержащей систему создания потока воздуха, соединенную с лопастями турбины ротора, соединенного с электрогенератором, система создания потока воздуха выполнена в виде электрического компрессора, соединенного через ресивер с лопатками ротора турбины, причем компрессор установлен с возможностью подключения к электрогенератору.

Предлагаемая гипотеза относится к области электроэнергетики и может быть использована для электроснабжения потребителей, например, в машиностроении.

Широко известно применение двигателей внутреннего сгорания (электрического зажигания, дизельных) для обеспечения резервной электроэнергией в целях надежного (или аварийного) электроснабжения. Известные двигатели работают на дизельном топливе, бензине или природном газе. Непрерывное увеличение стоимости топлива снижает эффективность их применения.

Вероятность последующего развития:

На ступени проектирования СЭС должна быть принята к сведению вероятность ее реконструкции, при развитии производства предприятия, без немаловажных серьезных расходов.

«В наше время внедрение электричества нуждается в повышенной надежности электроснабжения. В следствие этого вынужденным фактором считается высокое эксплуатационное качество кабельных линий. Надежность кабельных линий во многом зависит от качества соединений, монтажа и прокладки кабелей. В течение всего срока эксплуатации кабельной линии (КЛ), на ней имеют все шансы возникать всевозможные повреждения, вызванные

механическими повреждениями (порывами, пробоями), временем и нагрузками на эту линию. Для предотвращения которой потребуются важные ремонтные работы (ремонт кабеля). Также периодически выполняется текущие ремонтные работы, это: дефекты коррозии и окисления его оболочки, осматривают кабельные каналы, осмотр концевых кабельных муфт, проводят проверку маркировки, определяют температуру нагрева кабеля под нагрузкой (пирометром), проверяют нагрев и контакт наконечников. Также проверка заземления, предотвращение обнаруженных недостатков, доступ к кабельным колодцам» [3].

«Сокращения материальных затрат, как на изготовление и возведение объектов, используемых для электроснабжения, так и на обслуживание в процессе эксплуатации объектов питающей и распределительной сети электроснабжения энергоемких потребителей, в частности вновь строящихся жилых массивов и промышленных комплексов. Указанный технический результат достигается за счет того, что система электроснабжения включает установленный непосредственно на месте потребления электроэнергии высоковольтный распределительный пункт (подстанцию), включающий связанные последовательно вводное высоковольтное устройство, высоковольтный понижающий трансформаторный блок и распределительный блок высоковольтного напряжения, связанный с входом распределительного устройства высокого напряжения трансформаторной подстанции через распределительные кабельные линии, выполненные под напряжение 35 кВ, при этом кабельные линии питающих сетей энергоснабжения на участке ввода электроэнергии от питающей подстанции в указанный высоковольтный распределительный пункт выполнены воздушными или кабельными под напряжение 35 кВ. Кроме того, распределительное устройство высокого напряжения трансформаторной подстанции дополнительно связано с существующими городскими электросетями на 35 кВ» [4].

На территории производственной площадки ООО «СИБУР Тольятти» большая часть кабельных линий электропередач проложена в земле, в траншеях

и на эстакадах. На сегодняшний день выделена задача по замене кабельной линии 35 кв «Комсомольская» ПС «Водозабор - 1».

Выписка из газеты «ЗА КОММУНИЗМ 1970г». В ноябре 1967 года энергетики завода рука об руку со строителями и монтажниками с полной отдачей сил решают сложные задачи наращивания мощностей, закладывая энергетическую базу.

В 1970 году ввод новых мощностей на электростанции достиг невиданного размаха. Три энергетических блока были поставлены под промышленную нагрузку и освоены в процессе работы.

Большую работу выполнили в течение августа электромонтажники СпецСМУ по строительству ЛЭП и подстанций. В конце третьей декады месяца вошли в строй действующих две линии по 110 километров. Главное их назначение – электроснабжение мощного насосного оборудования в стакане водозабора.

Обе магистрали строились в 1968 году. Образцы поистине самоотверженного труда показала на завершающем этапе бригады электромонтажника Н. Попова.

Но не только сдачей этих двух энергетических трасс был ознаменован минувший месяц. В середине его были предъявлены к сдаче подстанция «Водозабор» - 110/6 киловольт и оригинальная подстанция закрытого типа на воздушных переключателях для обеспечения нормальной деятельности вступающей в строй второй очереди химзавода. Здесь отличилась известная в СпецСМУ по строительству ЛЭП и подстанций бригада коммунистического труда Г. Новикова.

Нельзя не отметить интенсивно ведущиеся работы по монтажу второго трансформатора на 240 тысяч киловольт-ампер, который монтируется на главной подстанции Тольятти. Главные энергетические потребители этого комплекса – Волжский автозавод, Тольяттинская ТЭЦ, Сускан и Мелекес. Сложное и очень ответственное задание выполняет коллектив передовой бригады В. Лукина, ежемесячно завершающий программу на 140-160%.



На заводе синтетического каучука успешно внедряются мероприятия по новой технике, автоматизации и механизации трудоемких процессов производства предусматривает использование перегретой воды в качестве теплоносителя в теплообменных аппаратах, установленных во многих предприятиях. Конкретно это выглядит следующим образом. Два турбогенератора по 60 тысяч киловатт каждый, помимо выработки энергетической энергии, служат для подогрева паром теплоносителя для технологических нужд СК. Вода, пройдя осветление и двухступенчатое обеспечение в цехе химической очистки воды, включается в оборотный цикл электростанции и подается на использование завода.

До начала электромонтажных работ по сооружению кабельных линий электропередач напряжением до 1000 В и выше требуется выполнение подготовительных работ. Для начала следует подготовить трассу для прокладки кабеля в земле, которая включает в себя надлежащие мероприятия:

- из траншеи должна быть откачена вода и убраны камни;
- на дне траншеи должна быть устроена подушка из разрыхленной земли;
- заготовлены материалы для защиты кабеля от повреждения.

«Для кабельных линий, прокладываемых в земле или же воде, должны применяться преимущественно бронированные кабели. Металлические оболочки данных кабелей обязаны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий. Кабели с другими строениями внешних защитных покрытий (небронированные) обязаны обладать необходимой стойкостью к механическим влияниям при прокладке во всех видах грунтов, при протяжке в блоках и трубах, а еще стойкостью по отношению к тепловым и механическим воздействиям при эксплуатационно-ремонтных работах. Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки обязана быть не менее: линий до 20 кВ — 0,7 м; 35 кВ — 1 м. Расстояние в свету от кабеля, проложенного именно в земле, до оснований зданий и сооружений должно быть не менее 0,6 м. При прокладке кабельной линии параллельно с теплопроводом расстояние в свету между кабелем и стеной канала теплопровода должно быть не менее 2 м

или же теплопровод на всем участке сближения с кабельной линией должен иметь такую теплоизоляцию, чтобы вспомогательный нагрев земли теплопроводом в месте прохождения кабелей в любое время года не был выше 10 °С для кабельных линий до 35 кВ» [5].

## 1.2 Пожарная безопасность электроустановок

Пожарная безопасность - это положение объекта, при котором исключается вероятность возникновения пожара.

В процессе эксплуатации на кабель могут оказывать воздействия внешние неблагоприятные факторы: смещение грунта, давление, перемена температуры и иные факторы, которые воздействуют на состояние изоляции кабеля. Изоляция проводов не вечна. Именно этим обуславливается нуждаемость испытания силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией, которые дают возможность получить представление о том, как может повести себя кабель и в каком состоянии находится кабель.

При проверке силовых кабелей с пропитанной бумажной изоляцией создают соединение оболочки и экрана. В случае если испытание занимает длительный этап времени, то подводят изначальное напряжение в размере 40% от полного испытательного напряжения. Впоследствии этого напряжение понемногу увеличивают до уровня установленного испытательного напряжения. Увеличение вырабатывается не быстрее 1 кВ секунду. При ступенчатой регулировке напряжение на каждой ступени не должно быть более 5% от основной величины полного испытательного напряжения. При проведении высоковольтных испытаний силовых кабелей для замеров величины пробивного напряжения изоляции напряжение постепенно увеличивают до пробоя со скоростью повышения не более 2 кВ в секунду. На рисунке 1 представлен трехжильный кабель с бумажной изоляцией марки АСБГ, где:

А - алюминиевая токопроводящая жила;

С - свинцовая оболочка;

Б - броня из двух стальных лент;

Г - отсутствие защитных покровов.

Рассмотрим основные элементы конструкции кабеля АСБГ:

1. Алюминиевая токопроводящая жила;
2. Фазная бумажная изоляция, пропитанная вязким или не стекающим изоляционным пропиточным составом;
3. Заполнение из бумажных жгутов;
4. Поясная бумажная изоляция, пропитанная вязким или не стекающим изоляционным пропиточным составом;
5. Экран из электропроводящей бумаги для кабелей на напряжение от 6 кВ и более;
6. Свинцовая оболочка;
7. Подушка из битума и крепированной бумаги;
8. Броня из стальных лент.

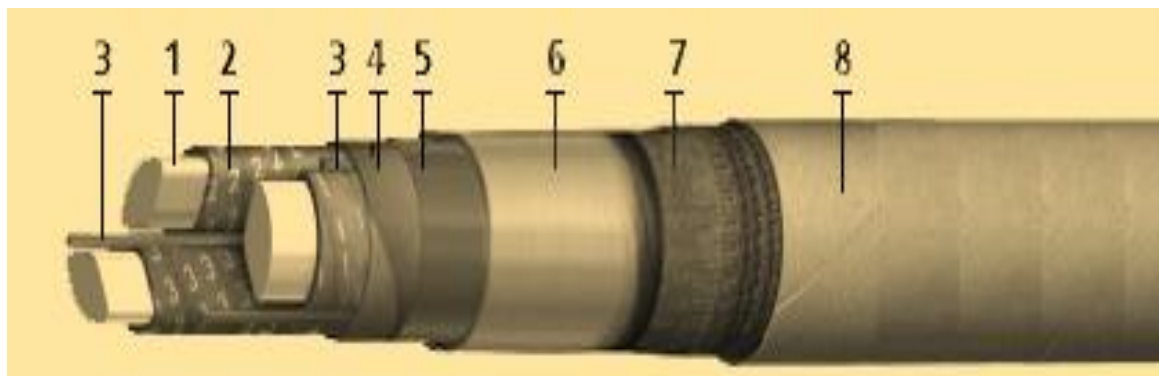


Рисунок 1 - Трехжильный кабель с бумажной изоляцией.

Важным требованием является испытание кабелей, перед тем как подключать их в использование. Это дает гарантию безаварийной работы. В испытание включают некоторое количество тестовых проверок и внешний осмотр. Силовые кабели с напряжением более 1 кВ проверяются повышенным напряжением выпрямленного тока.

Во время испытаний силовых кабелей отдельно отмечается вид утечки тока. Кабель проходит испытания лишь только при отсутствии пробоев изоляции, скользящих разрядов и нарастания (или толчков) тока утечки по достижении испытательным напряжением нормативного значения. По прекращению испытания исправный кабель разряжают.

Безусловное значение тока утечки не считается показателем брака. У кабелей с удовлетворительным состоянием изоляции значения токов утечки обязаны быть постоянными. Во время испытания ток утечки обязан уменьшаться. Если этого не происходит, то испытание проводят до выявления дефекта (но не больше 15 минут). Полученные значения должны быть в пределах, обозначенных в ПУЭ.

Кабели марок ПвВ, АПвВ, ПвБВ, АПвБВ не распространяют горение при одиночной прокладке. Кабели марок ПвВнг-LS, АПвВнг-LS, ПвБВнг-LS, АПвБВнг-LS не распространяют горение при групповой прокладке по категории А или же В.

Для того чтобы решить причины, связанные с пожарной безопасностью кабельных линий, необходим правильный выбор кабеля. Перед тем как прокладывать кабель, необходимо изучить грунт. Выполнив небольшие требования, можно сократить аварии кабельных линий электропередачи.

### 1.3 Статистика отказов электрооборудования

Прокладка кабеля в земле применяется с целью электроснабжения зданий, сооружений, гарантирования уличного освещения. Данный способ более надежен, так как проложенный в земле кабель защищен от неблагоприятных климатических факторов, таких как ветер, дождь, снег, мороз и т.д. Кабель скрыт под землей, и не нарушает эстетики обычного ландшафта.

Для прокладки кабеля в траншее потребуется проводник, обладающий необходимой безопасностью от возможных атмосферных, компрессионных и механических воздействий, которые будут влиять на него в течение всего периода эксплуатации. Такая кабельно-проводниковая продукция обязана иметь надежную изоляцию, непроницаемую герметичность и хорошее бронированное покрытие. Всевозможные виды изоляции обладают собственными достоинствами и недостатками, обусловленными их конструкцией и материалом, использованным для изготовления. При выборе такого же или другого силового кабеля должны учитываться условия его

эксплуатации и прокладки. Наиболее важное требование к силовому кабелю – надежность, потому что он всегда находится под высоким напряжением.

На данный момент предприятие использует кабель марки АСБГ 3х150. АСБГ — кабель силовой для стационарной прокладки на напряжение до 35 кВ, с бумажной изоляцией. Ниже представлен трехжильный кабель с бумажной изоляцией на рисунке 2.

Расшифровка кабеля АСБГ:

А - Алюминиевая токопроводящая жила

С - Свинцовая оболочка

Б - Броня из двух стальных лент

Г - Отсутствие защитных покровов

Технические характеристики кабеля:

- Жила — мягкая алюминиевая проволока. Жилы сечением до 16 мм<sup>2</sup> выполняются круглыми, сечением от 25 мм<sup>2</sup> до 240 мм<sup>2</sup> — секторными. Жилы четырехжильных кабелей с заземляющей жилой выполняются секторными, заземляющая жила — круглой. Жилы могут быть одно проволочными и многопроволочными, уплотненными в процессе их изготовления

- Изоляция — бумага, пропитанная вязким составом

- Оболочка — впрессованная свинцовая трубка

- Подушка — слой крепированной бумаги и битума

- Броня — из стальных оцинкованных лент



Рисунок 2 - Трехжильный кабель с бумажной изоляцией

Прокладка кабеля рекомендуется в местах с малой коррозионной агрессивностью грунта, ведь из-за большого содержания органических кислот, повышенной влаги, а соответственно электропроводности, могут возникать

электрохимические процессы, приводящие к нарушению изоляции проводников, при наклонной установке кабеля пропитка имеет возможность стекать, за счет чего изоляция может быстро выйти из строя.

Самые распространены причины:

1. Замыкание одной или же больше жил на землю;
2. Замыкание нескольких жил одновременно между собой;
3. Нарушение целостности жил и заземление их как оборванных;
4. Обрыв жил без заземления;
5. Возникновение коротких замыканий, в том числе при незначительном увеличении напряжения (заплывающий пробой), которые исчезают при нормализации напряжения;
6. Нарушение целостности изоляционного материала, что может привести к удару электрическим током.

Чтобы добиться безаварийной работы и безопасной работы на предприятии создается отдел охраны труда. Охрана труда является важным звеном. Чтобы добиться успеха, необходимо выполнять требования. Каждый вновь принятый работник должен пройти инструктаж по охране труда и пожарной безопасности. После прохождения инструктажа, работника необходимо закрепить за мастером. Мастер в свою очередь должен провести инструктаж по охране труда на рабочем месте и направить работника на прохождение стажировки по охране труда от 3 до 19 смен, в зависимости от стажа работы. Пройдя стажировку, работник сдает экзамен. После успешной сдачи, выдаются удостоверения и только после этого допускают к самостоятельной работе. Пройдя успешно стажировку, на работника заводится личная карточка выдачи смывающих и обезвреживающих средств, карточка выдачи СИЗ и инструментальная карточка. Под роспись выдается СИЗ и необходимый инструмент. Спецодежда должна быть из не воспламеняющей ткани. Во время работы необходимо быть в спецодежде: каска, очки, защитный костюм, ботинки с жестким подноском, противогаз. Противогаз необходимо проверить в ГСО, проверка осуществляется не реже 1 раза в 6 месяцев с

отметкой годности в паспорте. Во время работы использовать очки закрытого типа, по передвижению по территории - закрытого типа. При себе иметь все удостоверения. Не соблюдение данных правил карается штрафными санкциями предприятия.

Проанализировав статистику отказов кабельных линий с 2012 по 2017 год, мы пришли к выводу, что основные отказы оборудования были связаны с некачественным производством кабеля, благодаря занижению диаметра проволоки, а также толщину оболочки изоляции. Нарушение технологии прокладки кабеля, вызванного крутым изгибом кабеля при повороте трассы, привело к ремонту кабельной линии. Стекание пропиточного состава, из-за которого кабель терял свойства и подвергался коррозии. На картинке 3 рассмотрим основные причины ремонта кабельной линии.



Рисунок 3 - Причины ремонта кабельной линии

Чтобы решить данные причины необходимо проводить визуальный осмотр кабеля, перед тем как его прокладывать. Жилы должны совпадать размеру, указанному на упаковке, быть одного размера и не отличать по цвету, не иметь помарок. Конечно же, одним из важных требований считается правильный выбор кабеля. Перед тем как прокладывать кабель, необходимо изучить грунт. Выполнив небольшие требования, можно сократить аварии кабельных линий электропередачи.

На сегодняшний день у силового кабеля из бумажных изоляционных материалов имеется серьезный конкурент – силовой кабель с изоляционными элементами из сшитого полиэтилена. Они дороже иных марок, зато надежны,

эффективны, и экономичны, потому что требуют минимальное количество затрат на содержание, установку и реконструкцию.



## Глава 2 Методология проектирования, обеспечивающая безопасность эксплуатации электроустановок

### 2.1. Патентный поиск способов и методов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию электроустановок

«В системах электроснабжения крупных предприятия, а именно ООО «СИБУР Тольятти» сильно развиты кабельные линии электропередач. Кабельные линии протянуты на десятки, а то и сотни километров. Кабельные линии электропередачи дороже воздушных и используются в тех случаях, когда применение воздушных линий нецелесообразно по причинам архитектурного или экологического характера, или невозможно. Кабельные линии электропередачи являются основным способом передачи электроэнергии, расположенным на густо застроенной территории и насыщенной производственными коммуникациями территории» [6].

Для решения поставленной задачи и выбора марки кабеля для прокладки в траншее, обратимся в базу патентов. Патентный поиск - это процедура отбора соответствующей определенному запросу информации о патентах, который может осуществляться по одному либо нескольким основаниям.

Первый вариант - это кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией экранированного типа, авторами данного изобретения являются Бортникова Г.Н., Буров И.В., Ведерникова Н.В., Зубакина Э.Г., Мялицын А.Н., Савченко В.Г.

«Кабель силовой с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или не стекающим составом, содержащий токопроводящие жилы с изоляцией и экранами, вспомогательную жилу с пропитанной бумажной изоляцией и жилу заземления, скрученные между собой; по скрученным жилам наложена скрепляющая обмотка; по скрепляющей обмотке наложена металлическая оболочка; поверх металлической оболочки наложены конструкции и типы защитного покрова, в том числе наружные защитные покровы из ПВХ пластикумов различных марок, отличающийся тем, что

конструкция кабеля не имеет поясной изоляции и выполнена по экранированному типу, т.е. по токопроводящим жилам наложен электропроводящий экран, по изоляции наложен электропроводящий экран.

2. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что поверх скрученных жил наложена обмотка из электропроводящих материалов.

3. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что в нем имеются вспомогательные жилы управления и контроля.

4. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что в нем имеется неизолированная жила заземления.

5. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что может быть выполнен без вспомогательных жил и жилы заземления.

Для подробного исследования рассмотрим рисунок 4, где представлен кабель силовой с пропитанной изоляцией экранированного типа, авторами данного изобретения являются Бортникова Г.Н., Буров И.В., Ведерникова Н.В., Зубакина Э.Г., Мялицын А.Н., Савченко В.Г» [10.]

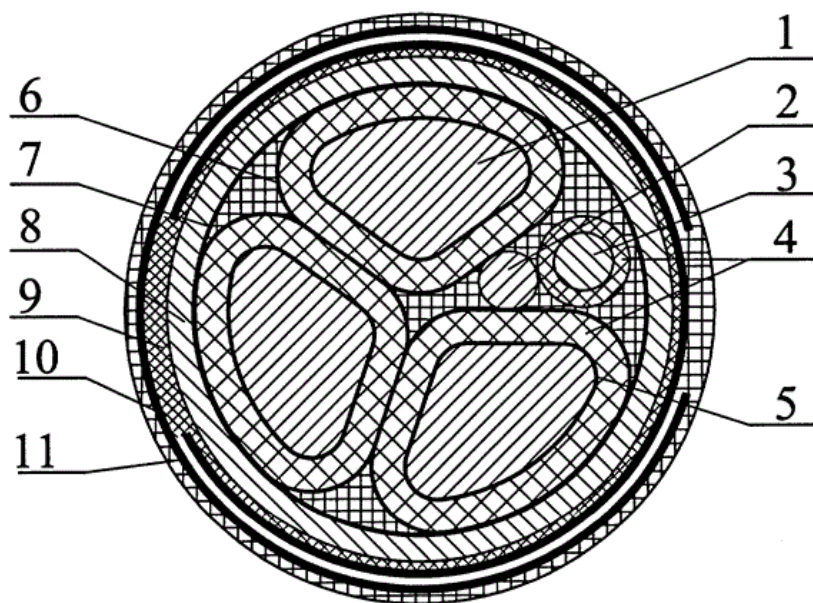


Рисунок 4 - кабель силовой с пропитанной изоляцией экранированного типа

«Полезная модель относится к кабельной отрасли промышленности, а именно к конструкциям кабелей, предназначенным для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках в электрических сетях на напряжение 1-35 кВ переменного тока частотой 50 герц и напряжение 220 В. на вспомогательных жилах.

Кабель допускается эксплуатировать в сетях постоянного тока при значениях напряжения в 2,5 раза больше номинального значения напряжения переменного тока.

Данный тип кабеля предназначен для стационарной прокладки и может прокладываться как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях.

Данный тип кабеля предназначен для применения на предприятиях горнодобывающей промышленности и нужд народного хозяйства.

Наиболее близким аналогом разработки является запатентованное техническое решение: кабель силовой с бумажной изоляцией, пропитанной не стекающим составом, экранированного типа на напряжение 11000 В, содержащий три токопроводящие жилы с электропроводящими экранами, обмотку из тканевой ленты, протканной медными проволоками, оболочкой из свинцового сплава, с защитными покровами или без них, выпускаемые по Британскому стандарту BS 6480» [7].

«Предлагаемый кабель силовой с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или не стекающим составом, содержащий три токопроводящие жилы равного сечения с изоляцией и экранами, вспомогательную жилу с пропитанной бумажной изоляцией и жилу заземления, скрученные между собой; по скрученным жилам наложена скрепляющая обмотка, выполняющая роль экрана; по скрепляющей обмотке наложена металлическая оболочка; поверх металлической оболочки наложены конструкции и типы защитного покрова в соответствии с ГОСТ 7006 «Защитные покровы кабелей», в т.ч. наружные защитные покровы из ПВХ пластикатов различных марок.

Вид климатического исполнения УХЛ, Т; категория размещения 1; 5 по ГОСТ 15150, включая прокладку в почвах.

Кабель предназначен для передачи и распределения электроэнергии в стационарных установках при температуре окружающей среды от минус 50°С до плюс 50°С и относительной влажности воздуха до 98% при температуре до 35°С.

Кабель может быть проложен без предварительного подогрева при температуре не ниже 0°С.

Минимальный радиус изгиба 15 Дн, где Дн - наружный диаметр кабеля.

Максимальная длительно допустимая температура нагрева жил кабеля при эксплуатации: 1 кВ - 80°С, 6 кВ - 80°С, 10 кВ - 70°С. Допустимый нагрев в аварийном режиме: 1 кВ - 250°С, 6-10 кВ - 200°С.

Срок службы кабеля с бумажной пропитанной изоляцией не менее 30 лет. Фактический срок службы не ограничивается указанным, а определяется техническим состоянием кабеля.

Преимущество разработки по сравнению с аналогом заключается в том, что включение в конструкцию кабеля жилы заземления обеспечивает надежное срабатывание защиты от однофазных замыканий на землю, жил управления и контроля - состояние кабеля при длительной эксплуатации, что играет важную роль при применении кабеля в тяжелых условиях (горные предприятия)» [7].

«Сведения, подтверждающие возможность осуществления полезной модели.

На фиг.1 изображен кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией, который содержит три основные жилы (1), жилу заземления (2) и вспомогательную жилу (3). На основные и вспомогательную жилы наложена методом обмотки бумажная изоляция (4); основные жилы имеют электропроводящий экран по токопроводящей жиле (5) и электропроводящий экран по изоляции (6), наложенные методом обмотки;

основные жилы, вспомогательная и заземления скручиваются в кабель, при скрутке кабеля обеспечивается контакт между экранами основных жил и жилой заземления; поверх скрученных жил накладывается электропроводящая обмотка (7), которая имеет контакт с экраном основных жил и свинцовой оболочкой (8); по свинцовой оболочке накладывается защитный покров из волокнистых (или других) материалов (9) методом обмотки; по защитному покрову накладывается броня из стальных оцинкованных лент или круглых проволок (10); с наружным защитным покровом (или без) из ПВХ пластиката (11); изолированные жилы скручены с заполнением из волокнистых материалов» [7].

«На фиг.2 изображен кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией, который содержит три основные жилы (1), жилу заземления (2); на основные жилы наложена методом обмотки бумажная изоляция (3); основные жилы имеют электропроводящий экран по токопроводящей жиле (4) и электропроводящий экран по изоляции (5), наложенные методом обмотки; основные жилы, и жила заземления скручиваются в кабель, при скрутке кабеля обеспечивается контакт между экранами основных жил и жилой заземления; поверх скрученных жил накладывается электропроводящая обмотка (6), которая имеет контакт с экраном основных жил и свинцовой оболочкой (7); по свинцовой оболочке накладывается защитный покров из волокнистых (или других) материалов (8) методом обмотки; по защитному покрову накладывается броня из стальных оцинкованных лент или круглых проволок (9); с наружным защитным покровом (или без) из ПВХ пластиката (10).

На фиг.3 изображен кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией, который содержит три основные жилы (1), на основные жилы наложена методом обмотки бумажная изоляция (2); основные жилы имеют электропроводящий экран по токопроводящей жиле (3) и электропроводящий экран по изоляции (4), наложенные методом обмотки; основные жилы скручиваются в кабель с наложением электропроводящей

обмотки (5), которая имеет контакт с экраном основных жил и свинцовой оболочкой (6); по свинцовой оболочке накладывается защитный покров из волокнистых (или других) материалов (7) методом обмотки; по защитному покрову накладывается броня из стальных оцинкованных лент или круглых проволок (8); с наружным защитным покровом (или без) из ПВХ пластика (9)» [7].

#### Формула полезной модели

«1. Кабель силовой с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или не стекающим составом, содержащий токопроводящие жилы с изоляцией и экранами, вспомогательную жилу с пропитанной бумажной изоляцией и жилу заземления, скрученные между собой; по скрученным жилам наложена скрепляющая обмотка; по скрепляющей обмотке наложена металлическая оболочка; поверх металлической оболочки наложены конструкции и типы защитного покрова, в том числе наружные защитные покровы из ПВХ пластикутов различных марок, отличающийся тем, что конструкция кабеля не имеет поясной изоляции и выполнена по экранированному типу, т.е. по токопроводящим жилам наложен электропроводящий экран, по изоляции наложен электропроводящий экран.

2. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что поверх скрученных жил наложена обмотка из электропроводящих материалов.

3. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что в нем имеются вспомогательные жилы управления и контроля.

4. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что в нем имеется неизолированная жила заземления».

5. Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией по п.1, отличающийся тем, что может быть выполнен без вспомогательных жил и жилы заземления» [7].

Второй вариант - это кабель силовой с бумажной изоляцией и оболочками, не содержащими галогенов, представлен компанией ООО "Кабель Технологии Инновации". Суть данного изобретения заключается в следующей:

«Полезная модель относится к конструкциям электрических силовых кабелей, предназначенных для эксплуатации в условиях повышенной пожарной опасности и взрывоопасности, соответствующих требованиям по нераспространению горения при групповой прокладке, пониженного выделения дыма, пониженного выделения хлористого водорода при горении. Кабель силовой, не распространяющий горение, с пропитанной вязким или не стекающим составом бумажной изоляцией, содержит изолированные, скрученные в сердечник токопроводящие однопроволочные или многопроволочные, медные или алюминиевые жилы круглой или секторной формы, поясную пропитанную бумажную изоляцию поверх скрученных жил, металлическую оболочку, внутреннюю оболочку, броню и наружную оболочку, при этом внутренняя и наружная оболочка кабеля выполнены из полимерной композиции, не содержащей галогенов. Кроме того, в скрутке основных жил для кабеля на напряжение 1 кВ может дополнительно присутствовать нулевая жила, а для кабеля напряжением 6, 35 кВ поверх поясной изоляции дополнительно наложен экран из электропроводящей бумаги для выравнивания электрического поля. Изолированные токопроводящие жилы скручены в сердечник с заполнением промежутков между жилами бумажными жгутами или заполнением из кабельной пряжи. Техническим результатом выполнения кабеля в данном конструкторском решении, с материалами из полимерной композиции, не содержащей галогенов, является получение кабеля, удовлетворяющего требованиям по нераспространению горения при групповой прокладке и не выделяющего коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении. На рисунке 5 представлен кабель силовой с бумажной изоляцией и оболочками, не содержащими галогенов» [8].

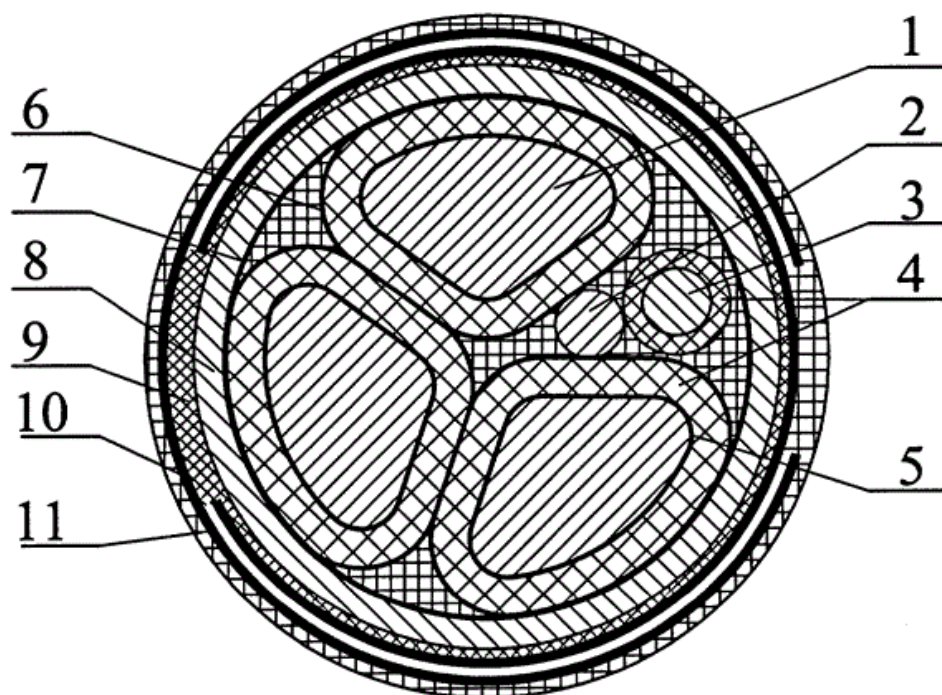


Рисунок 5 - кабель силовой с бумажной изоляцией и оболочками, не содержащими галогенов.

«Полезная модель относится к конструкциям силовых кабелей с алюминиевыми и медными жилами с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или не стекающим составом, в металлической оболочке, не распространяющие горение, с оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов. Кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии в стационарных установках в электрических сетях на напряжение 1, 6 и 35 кВ переменного тока частотой 50 Гц. Кабели могут быть использованы в электрических сетях постоянного тока при значениях напряжения в 2,5 раза больше номинального значения напряжения переменного тока» [8].

«Применение данного кабеля обусловлено материалами конструкции и используется для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки кабелей, во внутренних электроустановках, в кабельных сооружениях, помещениях и в сооружениях метрополитена, в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в многофункциональных высотных зданиях и зданиях-комплексах, в пожароопасных и взрывоопасных зонах (за исключением взрывоопасных зон классов В-1, В-1а).



Известен кабель с бумажной изоляцией, пропитанной вязким или не стекающим составом, содержащий токопроводящие жилы с изоляцией и экранами, вспомогательную жилу с пропитанной бумажной изоляцией и жилу заземления, скрученные между собой; по скрученным жилам наложена скрепляющая обмотка; по скрепляющей обмотке наложена металлическая оболочка; поверх металлической оболочки наложены конструкции и типы защитного покрова, в том числе наружные защитные покровы из ПВХ пластикатов различных марок, отличающийся тем, что конструкция кабеля не имеет поясной изоляции и выполнена по экранированному типу, т.е. по токопроводящим жилам наложен электропроводящий экран, по изоляции наложен электропроводящий экран.

Признаки известного кабеля, совпадающие с признаками заявленной полезной модели, заключаются в наличии пропитанной вязким или не стекающим составом бумажной изоляции, изолированных токопроводящих жил, скрученных в сердечник, металлической оболочки, а также наружной оболочки (Патент RU №72093 U1, МПК H01B 9/00, опубликовано 27.03.2008)» [8].

«Причина, препятствующая получению в известном техническом решении технического результата, который обеспечивается заявленной полезной моделью, заключается в отсутствии поясной изоляции, исполнении аналога по экранированному типу, невыполнение требований по нераспространению горения при групповой прокладке и требований по экологической безопасности» [8].

«Наиболее близким аналогом (прототипом) является кабель силовой, который содержит сердечник, выполненный из покрытых изоляцией и скрученных медных или алюминиевых токопроводящих жил, а также последовательно наложенные на сердечник поясную изоляцию, свинцовую оболочку, слой битума, слой из термопластичной ленты, внутреннюю оболочку (подушку под броню), броню и наружную оболочку, при этом изоляция выполнена из бумаги, пропитанной вязким маслоканифольным

или не стекающим составом, броня выполнена в виде двух лент из оцинкованной стали, наложенных с перекрытием, а внутренняя и наружная оболочки выполнены из поливинилхлоридного пластиката, характеризующегося кислородным индексом не менее 35% и количеством выделяемого при горении и тлении НС I не более 15% (Патент RU №30028 U1, МПК H01B 9/00, опубликовано 10.06.2003)» [8].

«Признаки известного кабеля, совпадающие с признаками заявленной полезной модели, заключаются в том, что кабель содержит сердечник, выполненный из покрытых изоляцией и скрученных медных или алюминиевых токопроводящих жил, на который наложена поясная изоляция, а также в том, что кабель содержит свинцовую оболочку, на которую наложены внутренняя оболочка (подушка под броню), броня и наружная оболочка; при этом изоляция выполнена из бумаги, пропитанной вязким маслоканифольным или не стекающим составом, броня выполнена из стальных оцинкованных лент.

Причина, препятствующая получению в известном техническом решении технического результата, который обеспечивается заявленной полезной моделью, заключается в выполнении сердечника без жгутов, а также в выполнении внутренней и наружной оболочек из поливинилхлоридного пластиката, невыполнение требований по нераспространению горения при групповой прокладке и требований по экологической безопасности» [8].

«Задача, на решение которой направлена полезная модель, заключается в повышении надежности кабеля при его эксплуатации в экстремальных условиях, характеризующихся воздействием высоких температур, разработке кабеля соответствующего требованиям пожарной безопасности по нераспространению горения при групповой прокладке и показателям коррозионной активности продуктов дымо- и газо-выделениями при горении и тлении.

Достигается поставленная задача тем, что кабель силовой, не распространяющий горение, с пропитанной вязким или не стекающим составом бумажной изоляцией, содержит изолированные, скрученные в сердечник токопроводящие однопроволочные или многопроволочные, медные или алюминиевые жилы круглой или секторной формы, поясную пропитанную бумажную изоляцию поверх скрученных жил, металлическую оболочку, внутреннюю оболочку, броню и наружную оболочку, при этом внутренняя и наружная оболочка кабеля выполнены из полимерной композиции, не содержащей галогенов. Кроме того, в скрутке основных жил для кабеля на напряжение 1 кВ может дополнительно присутствовать нулевая жила, а для кабеля напряжением 6, 35 кВ поверх поясной изоляции дополнительно наложен экран из электропроводящей бумаги для выравнивания электрического поля. Изолированные токопроводящие жилы скручены в сердечник с заполнением промежутков между жилами бумажными жгутами или заполнением из кабельной пряжи» [8].

«Техническим результатом выполнения кабеля в данном конструкторском решении, с материалами из полимерной композиции, не содержащей галогенов, является получение кабеля, удовлетворяющего требованиям по нераспространению горения при групповой прокладке и не выделяющего коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении. Использование в качестве материала для изготовления внутренней и наружной оболочек кабеля полимерных композиций, не содержащих галогенов, обеспечивает выполнение в кабеле таких показателей коррозионной активности продуктов дымовыделения и газовой выделения при горении и тлении как количество выделяемых газов галогенных кислот в пересчете на НС 1 - не более 5,0 мг/г, рН - не менее 4,3, образование дыма при горении и тлении кабеля не приводит к снижению светопрозрачности более чем на 40%, значение эквивалентного показателя токсичности продуктов горения полимерных материалов, применяемых для внутренней и наружной оболочек - не более 40 г/м<sup>3</sup>.

Экологическая безопасность кабеля обеспечивается применяемыми материалами оболочек, выполнением требований ГОСТ 12.2.007.14 и требованиями пожарной безопасности по ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности» [8].

Осуществление полезной модели:

«Кабель силовой, не распространяющий горение на напряжение 1, 6 и 35 кВ содержит сердечник, выполненный из скрученных вокруг центрального бумажного жгута трех изолированных токопроводящих жил (медных или алюминиевых). При этом сердечник содержит три периферийных бумажных жгута, расположенных на периферии сердечника в промежутках между токопроводящими жилами. Поверх сердечника наложена поясная изоляция, выполненная из кабельной бумаги. Поверх поясной изоляции может быть наложен экран из электропроводящей кабельной бумаги (для кабеля на 6, 35 кВ). Поясная изоляция и экран выполнены пропитанными вязким или не стекающим составом. Поверх экрана наложена металлическая оболочка, поверх которой наложена внутренняя оболочка (подушка под броню). Поверх внутренней оболочки наложена броня из двух стальных оцинкованных лент, наложенных с перекрытием. Поверх брони наложена наружная оболочка кабеля. Внутренняя и наружная оболочки выполнены из полимерной композиции, не содержащей галогенов.

Изготавливают кабель путем осуществления соответствующих технологических операций, последовательность которых определяется наличием и порядком расположения слоев материалов» [8].

«Для изготовления токопроводящих жил кабеля используют медную или алюминиевую катанку. Наложение на токопроводящую жилу бумажной изоляции осуществляют на изолировочной машине. Затем изолированные жилы и периферийные бумажные жгуты скручивают круговой скруткой вокруг центрального жгута в одну сторону по всем круговым с образованием сердечника. Скрутку изолированных жил, бумажных жгутов,

наложение поясной изоляции и экрана проводят одновременно на машине общей скрутки. Затем заготовку подвергают сушке и пропитке. Далее на прессе накладывают металлическую оболочку. Наложение внутренней оболочки производят на продавливание вязкого сплава линии. Далее на бронемашине на заготовку накладывают броню. Наружную оболочку накладывают на линию.

Формула полезной модели:

1. Кабель силовой, не распространяющий горение, с пропитанной бумажной изоляцией, содержащий изолированные, скрученные в сердечник токопроводящие жилы, поясную бумажную изоляцию поверх скрученных жил, металлическую оболочку, внутреннюю оболочку, броню и наружную оболочку, отличающийся тем, что внутренняя и наружная оболочка кабеля выполнены из полимерной композиции, не содержащей галогенов.

2. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что токопроводящие жилы выполнены медными или алюминиевыми.

3. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что токопроводящие жилы выполнены одно проволочными или многопроволочными.

4. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что токопроводящие жилы выполнены круглой или секторной формы.

5. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что в скрутке основных жил кабеля дополнительно присутствует нулевая жила.

6. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что бумажная изоляция пропитана вязким или не стекающим составом.

7. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что поверх поясной изоляции дополнительно наложен экран из электропроводящей бумаги.

8. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что изолированные токопроводящие жилы скручены в сердечник с заполнением промежутков между жилами бумажными жгутами.

9. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что изолированные токопроводящие жилы скручены в сердечник с заполнением промежутков между жилами из кабельной пряжи.

10. Кабель силовой по п. 1, отличающийся тем, что броня выполнена из двух стальных оцинкованных лент, наложенных с перекрытием» [8].

Заключительный третий вариант - это кабель силовой с полимерной изоляцией с продольной герметизацией, представлен авторами ОАО "Камкабель" Буренкова С.В., Савченко В.Г., Вивчарь Г.Ю., Чиминева Е.М.

Реферат:

«1. Кабель силовой, имеющий одну токопроводящую жилу, изолированную полимерным материалом, скрепляющую обмотку поверх изолированной жилы из синтетических лент, поясную изоляцию из вязкого полимерного материала, металлический защитный покров и защитный полимерный шланг, отличающийся тем, что для обеспечения продольной герметизации кабеля внутреннее пространство заполняется материалами, блокирующими воду в виде нитей, лент, порошка.

2. Кабель силовой по п.1, отличающийся тем, что для обеспечения продольной герметизации кабеля внутреннее пространство заполняется материалами, блокирующими воду в виде нитей, лент, порошка, поверх скрепляющей обмотки из синтетических материалов накладывается внутренняя оболочка. На рисунке 6 рассмотрим кабель силовой с полимерной изоляцией с продольной герметизацией, представлен авторами ОАО "Камкабель" Буренкова С.В., Савченко В.Г., Вивчарь Г.Ю., Чиминева Е.М.» [12].



Рисунок 6 - кабель силовой с полимерной изоляцией с продольной герметизацией

«Полезная модель относится к кабельной отрасли электротехнической промышленности и может быть использована для нужд народного хозяйства.

Разработанный кабель с полимерной изоляцией может быть использован для подключения потребителей электрической энергии при прокладке в земле (траншеях) независимо от степени коррозионной активности грунтов и грунтовых вод. Материалы, блокирующие воду, используемые в конструкции предложенного кабеля позволяют увеличить продольную герметизацию кабеля.

Конструкция кабеля представлена с изоляцией из сшитого полиэтилена отличается наличием герметизирующих элементов, препятствующих распространению влаги по токопроводящей жиле или в области металлического экрана. Такие кабели содержат элементы, блокирующие воду, наложенные в виде обмотки водонабухающей ленты или водонабухающего порошка, введенного в промежутки между проволоками токопроводящей жилы или металлического экрана.

Основными факторами эксплуатационной эффективности кабеля являются обеспечение продольной герметизации кабеля и повышение его надежности» [9].

#### Формула полезной модели

«1. Кабель силовой, имеющий одну токопроводящую жилу, изолированную полимерным материалом, скрепляющую обмотку поверх изолированной жилы из синтетических лент, поясную изоляцию из вязкого полимерного материала, металлический защитный покров и защитный полимерный шланг, отличающийся тем, что для обеспечения продольной герметизации кабеля внутреннее пространство заполняется материалами, блокирующими воду в виде нитей, лент, порошка.

2. Кабель силовой по п.1, отличающийся тем, что для обеспечения продольной герметизации кабеля внутреннее пространство заполняется материалами, блокирующими воду в виде нитей, лент, порошка, поверх

скрепляющей обмотки из синтетических материалов накладывается внутренняя оболочка, заполняющая наружные промежутки» [9].

«Кабели должны служить долгие годы, постоянно обеспечивая потребителей электрической энергией и безусловно надежностью. В отличие от кабелей с бумажной пропитанной или маслonaполненной изоляцией, применение которых ограничивается с каждым годом, кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена в полной мере отвечают этому требованию. Благодаря своей конструкции, современной технологии изготовления и совершенным материалам кабели среднего и высокого напряжения с СПЭ изоляцией обладают наилучшими электрическими и механическими свойствами и самым длительным сроком службы среди других типов кабеля. По пропускной способности эти кабели значительно превосходят кабели маслonaполненные с бумажной изоляцией. По международным стандартам кабель рассчитан на работу в длительно допустимом режиме при температуре жилы 90°C, а в послеаварийном режиме и при более высокой температуре, в то время как кабели маслonaполненные с бумажной изоляцией допускают нагрев лишь до 70°C. Достоинством кабеля с СПЭ изоляцией является его экологическая безопасность. Отсутствие жидких включений обеспечивает сохранение чистоты окружающей среды, что позволяет прокладывать кабель на любых объектах и эксплуатировать кабельные линии практически без обслуживания» [9].

Проанализировав варианты кабелей, оценив достоинства и недостатки каждого можно сделать вывод, что наиболее подходящим и надежным является третий вариант - кабель из сшитого полиэтилена для прокладки в траншее, потому что может осуществляться без дополнительной защиты. Рассмотрим преимущества кабеля над выше представленными вариантами:

1. Защищенность кабеля от внешних повреждений;
2. Повышенное значение износостойкости;
3. Исключение тока короткого замыкания;
4. Наименьшие затраты на использование;



5. Прокладка кабеля без дополнительного подогрева земли.

На рисунке 7 представлены схемы кабелей, рассмотренных выше.

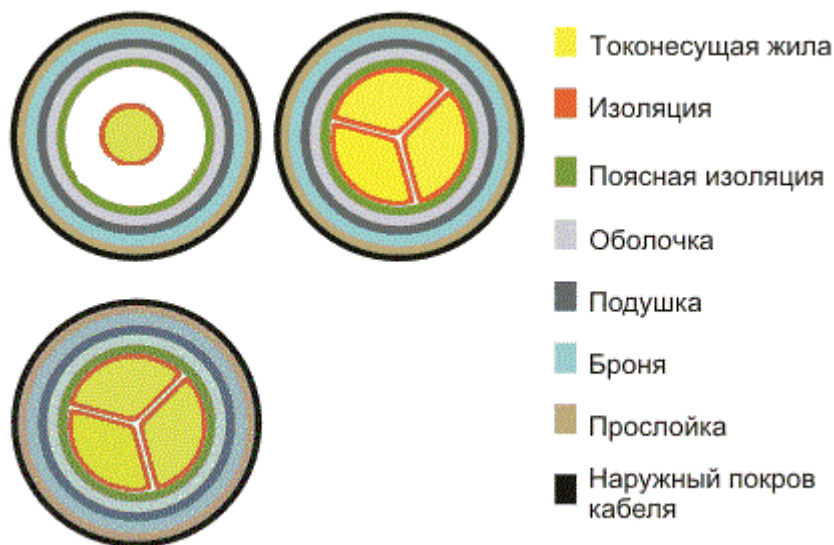


Рисунок 7 - Варианты кабелей

2.2. Методы проектирования СЭП, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электроустановок

В качестве подробного исследования была выбрана "КОМСОМОЛЬСКАЯ" ПС "ВОДОЗАБОР-1" по замене кабельной линии 35 кв.

«Проектирование кабельных линий – один из первых и самых важных этапов организации электроснабжения. Во время проведения таких работ специалистам следует принимать во внимание большое количество важных факторов, начиная с общего количества финансовых расходов на реализацию, заканчивая соответствием будущей системы всем существующим и действующим нормам» [10].

Проектирование любой проводки должно осуществляться с учетом будущего развития сети, увеличения мощностей и нагрузки из расчета на ближайшие 5-15 лет. В условиях постоянно и быстро развивающихся электрических систем проектирование и последующая прокладка кабельных линий – это востребованные предложения, предоставлять которые обязаны только квалифицированные специалисты, способные учесть все нюансы

похожей работы и обеспечить соответствие готового проекта правилам устройства электроустановок. При разработке электрического проекта специалисты должны учитывать также характеристики термической, температурной стойкости используемых проводов, на основе данного параметра определяется надежность кабеля и вероятность его перегорания до срабатывания защитных устройств в сети.

Система электроснабжения, включающая питающую подстанцию, связанную с линиями электроснабжения, и трансформаторную подстанцию, к выходу которой подключены потребители электроэнергии, согласно полезной модели, включает установленный непосредственно на месте потребления электроэнергии высоковольтный распределительный пункт (подстанцию), включающий связанные последовательно вводное высоковольтное устройство, высоковольтный понижающий трансформаторный блок и распределительный блок высоковольтного напряжения, связанный с входом распределительного устройства высокого напряжения трансформаторной подстанции через распределительные линии электроснабжения, выполненные под напряжение 35 кВ, при этом линии питающих сетей энергоснабжения на участке ввода электроэнергии от питающей подстанции в указанный высоковольтный распределительный пункт выполнены под напряжение 35 кВ.

Линии электроснабжения на участке ввода электроэнергии от питающей подстанции в указанный высоковольтный распределительный пункт могут быть выполнены кабельными или воздушными.

Кроме того, распределительное устройство высокого напряжения трансформаторной подстанции дополнительно связано с существующими городскими электросетями на 35 кВ.

«Способ электроснабжения градостроительного комплекса, реализованный с помощью системы, включающей линии питающей сети и/или распределительной сети электроснабжения и, по меньшей мере, одну выполненную блочной распределительную трансформаторную подстанцию.

Указанная распределительная подстанция включает блок силовых трансформаторов, распределительное устройство низшего напряжения и секции распределительного устройства высшего напряжения. При этом часть линий питающих сетей электроснабжения, на участках до ввода в возводимую распределительную трансформаторную подстанцию, выполняют под напряжение 35кВ» [11].

Недостатком данных технических решений являются большие материальные затраты в случае строительства крупных энергоемких объектов - потребителей, так как в этих случаях требуется возведение большего количества новых объектов энергоснабжения.

Задачей полезной модели является повышение экономичности организации городского электроснабжения, в том числе при строительстве и последующем обслуживании энергоемких потребителей.

«Одним из первых перед проектировщиком возникает вопрос о способе прокладки проводов, различные методики организации сети отличаются индивидуальными особенностями и характеристиками надежности и безопасности. На выбор метода воздействуют различные условия, в частности требования технического задания, наличие на пути прохождения провода коммуникационных и инженерных систем. На протяжении всего маршрута следования кабеля он должен располагаться таким образом, чтобы соответствовать нормам ГОСТа» [12].

«Проектирование любой кабельной линии – сложная задача, состоящая из нескольких основных этапов. На первом этапе проектировщики обязаны получить точное техническое задание, где будут перечислены все требования к проекту, пожелания заказчика и собственника, технические условия собственников земли, по территории которой будет проходить кабель. Впоследствии получения всей необходимой документации по проекту специалисты приступают к работе. На выходе у них получается пакет документов, в состав которого входят однолинейная схема электрической сети, пояснительная записка от проектировщиков, ситуационный план, план трассы в

необходимом масштабе, схемы пересечения линии с инженерными системами, документ по спецификации проекта» [13].

При этом выделяют преимущества кабельных линий:

- Более высокая надежность в сравнении с воздушными ЛЭП,
- Минимальное воздействие на кабель факторов внешней среды,
- Более длительный срок службы и минимальное обслуживание.

«Практика показывает, что существует ряд довольно сложных ситуаций, в которых необходимо применение обдуманых решений. Например, одной из таких считается проектирование кабельной линии в лотке, расположенном ниже канализационной трубы. При проектировании кабельной линии необходимо учитывать вероятность протечек водопровода и канализации, в связи с этим не рекомендуется прокладывать кабель под канализационными и водопроводными трубами. При проектировании кабельной линии следует учитывать дополнительный подогрев воздуха трубами горячего водопровода, то есть при пересечении с горячими трубопроводами, так и при параллельной прокладке с ними, провода и кабели должны быть защищены от воздействия высокой температуры или же обязаны иметь соответствующее исполнение (теплостойкие кабели). При данном расстоянии между кабельными магистралями и трубопроводами должно быть не менее 50 мм при их пересечении и не менее 100 мм при параллельной прокладке» [14].

Известно, что короткие замыкания в кабельной линии высокого напряжения и высокой мощности вызывают внезапное возникновение высоких сил взаимодействия между кабелями и механическую передачу воздействия этих сил на средства крепления кабелей, например хомуты, и далее на опорные конструкции. Распространение таких сил способно вызвать разрушения в конструкциях в местах концентрации механических напряжений, например в узлах крепления деталей друг к другу. Для предотвращения или смягчения разрушительного действия таких механических нагрузок предлагалось включать эластичные вкладыши и пружины в хомуты, однако это ведет к усложнению их конструкции, а

эффективность их невелика, т.к. эластичные элементы лишь незначительно замедляют распространение волны механической деформации от кабелей по опорным кабельным конструкциям, но не способны быстро необратимо поглотить большое количество механической энергии. На практике существование вероятности возникновения коротких замыканий в кабельных линиях высокой передаваемой мощности приводит к использованию опорных конструкций с избыточной прочностью и к повышению расхода материалов, к усложнению работ по возведению кабельных сооружений, по изготовлению кабельных конструкций, их стоек и полок, по изготовлению кабельных лотков, их лонжеронов и перекладин.

Задача, решение которой, заключается в повышении устойчивости кабельных сооружений, кабельных конструкций, кабельных лотков, опорных элементов к действию внезапных высоких механических напряжений со стороны закрепленных на горизонтально ориентированных опорных элементах высоковольтных кабелей при возникновении коротких замыканий, а также к действию высоких механических напряжений, обусловленных иными факторами, например сейсмической активностью или, например, техногенным воздействием, авариями.

«При пересечении незащищенных и защищенных проводов и кабелей с трубопроводами расстояния между ними в свету должны быть не менее 50 мм, а с трубопроводами, содержащими горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и газы, – не менее 100 мм. При расстоянии от проводов и кабелей до трубопроводов менее 250 мм провода и кабели должны быть дополнительно защищены от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от трубопровода. При пересечении с горячими трубопроводами провода и кабели должны быть защищены от воздействия высокой температуры или должны иметь соответствующее исполнение. При параллельной прокладке расстояние от проводов и кабелей до трубопроводов должно быть не менее 100 мм, а до трубопроводов с горючими или легковоспламеняющимися жидкостями и газами – не менее 400 мм. Провода и

кабели, проложенные параллельно горячим трубопроводам, должны быть защищены от воздействия высокой температуры либо должны иметь соответствующее исполнение» [15].

«Перед тем, как приступить к проектированию кабельной линии, следует также исследовать почву, в котором будет пролегать проводник. Агрессивные почвы могут иметь все шансы негативно воздействовать на материалы проводки и изоляции, выводить тем самым систему из строя или же снижать срок, в течение которого материал станет сохранять заявленные производителем характеристики» [16].

Очевидно, что еще на этапе проектирования следует учесть все аспекты. Которые могут появиться в процессе монтажа. Это позволит сократить время на принятие решений. Чтобы при устройстве трасс электропередач не возникало внезапных ситуаций, необходимо с ответственностью отнестись к подготовке к проектированию. Для этого необходимо собрать максимально полные данные об участке.

Для этой цели, в том числе, проводят инженерные исследования. Эти исследования, направленные на выявление геологических и геодезических, а также экологических особенностей рассматриваемой территории. Уделяется внимание также и гидрологии участка: необходимо определить глубину залегания подземных вод.

Как уже упоминалось выше, при составлении проекта предусматриваются и климатические особенности объекта: это нужно, чтобы подобрать тип материалов. Здравый подбор даже самых мелких комплектующих позволит трассе сохранять собственную целостность и эксплуатационные свойства на протяжении всего срока службы. Как раз вследствие этого все этапы проектирования кабельных линий 35 кВ обязаны проводиться и контролироваться специалистами с высокой квалификацией и достаточным опытом работы.

Кроме системной подготовки качество результата определяют еще и проведенные перед монтажом испытания. Вероятность для этого появляется

благодаря тому, что между завершением проектирования и стартом прокладочных работ проходит значительный период времени. Перед началом трассу внимательно проверяют. Следует выявить здания, сооружения, подземные коммуникации, с которыми возможно пересечение.

Также перед запуском монтажных и земельных мероприятий составляют график работ, в котором помимо хронологического перечисления этапов и запланированных сроков указывают еще и объем необходимых ресурсов:

- Численность рабочих с разным уровнем подготовки,
- Количество единиц спецтехники,
- Количество инструментов и вспомогательных материалов.

«Дополнительным документом при запланированном большом объеме работ служит проект производства работ (ППР). В нем, не считая графика и расчета материалов и трудовых расходов имеются описания методов и технологий, а также порядка работ, которые применимы на отдельных участках трассы» [17].

В случае если перечень материалов подразумевает какие-либо элементы и детали, которые обязаны быть выполнены под заказ, то в соответствующие мастерские и производственные цеха заранее подается заявка на них. Это касается специальных приспособлений, опорных и крепежных конструкций.

«Руководящие должности на объектах по прокладке кабельных линий 35 кВ и других напряжений отдают опытным специалистам, которые хорошо знакомы с правилами и технологиями производства работ. На первый взгляд может показаться, что после проектирования при наличии всей необходимой документации реализовать непосредственно прокладку кабеля не является сложной задачей. Впрочем, это не так» [18].

«Руководитель проекта обязан проявлять ответственность и контролировать многие нюансы. При транспортировке и монтаже кабеля ему могут быть нанесены едва заметные повреждения, которые не могут обнаружены при пробных запусках на повышенных напряжениях. В дальнейшем впоследствии обеспечения сети рабочей нагрузкой под

воздействием среды данные повреждения могут усугубляться и приводить к значительным нарушениям в работе или же аварийным ситуациям. По данной причине только высокая квалификация и строгое следование правилам и нормам станет служить гарантией надежности и долговечности кабельной линии 35 кВ» [19].

Не считая того, что в крупных городах и населенных пунктах под землей проложена довольно сложная система коммуникаций. Какое-либо вмешательство должно производиться с четким пониманием результатов и соблюдением алгоритмов таких работ.

Выходит, опыт, навыки и знания специалистов требуются не только на этапе проектирования кабельных линий 35 кВ, но и при дальнейших работах.

### 2.3. Практические решения, обеспечивающие безопасность

В ходе рассмотрения был выбран силовой кабель АПвКаПу2г, покрытый изоляцией, которая производится из материала, имеющего название: сшитый полиэтилен, рассчитаны на 35 кВ напряжения.

"Типы данных кабелей служат для надежной передачи постоянно поступающего тока в специально оборудованные установки, созданные на базе стационарного типа. Впоследствии поступления, энергия распределяется на первичное переменное напряжение в 35 кВ и частотой 50Гц в сети с надежной изоляцией и качественным заземлением, имеющимся в нейтрале. АПвПу2г по всем критериям и общепринятым нормам подходит под нынешний международный стандарт МЭК 605-2(1) и действенный гармонизированный документ HD 620 S1 (2), имеющий части метода испытаний, основной уклон которых шел на ускоренный фактор старения – HD 605-S1/A1 (3)"[20].

Условия, для которых была изготовлена данная продукция:

Данная модель кабеля силового, предназначается для правильного использования в работах при ручной прокладки в грунтах, влажность которых считается средней, или же достаточно повышенной, а также в водоемах, общепризнанных официально не судоходными и помещениях, которые имеют



шансы быть подвергнутыми частичному затоплению. Для подробного исследования на рисунке 8 рассмотрим кабель из сшитого полиэтилена

Обозначения маркировки кабеля АПвПу2г:

А – жила алюминиевая;

Пв – изоляция, произведенная из сшитого полиэтилена;

П – оболочка, изготовленная из материала: полиэтилен;

Пу – оболочка, состоящая из увеличенного по толщине полиэтилена;

г – полная герметизация металлического экрана лентами, блокирующими воду;

2г – герметизация алюмополимерной лентой и 2-ная герметизация лентами, блокирующими воду.



Рисунок 8 - Кабель из сшитого полиэтилена

В таблице 1 представлены технические и эксплуатационные характеристики бронированного кабеля из сшитого полиэтилена.

Таблица 1. – Технические и эксплуатационные характеристики

Рабочее напряжение	35 кВ
Температура окружающей среды при эксплуатации	От - 50°С до + 50 ° С
Относительная влажность воздуха (при температуре до + 35° С)	До 98 %
Длительно допустимая рабочая температура жил	+ 90° С
Допустимый нагрев жил в аварийном режиме не более	+ 130° С
Кабели могут быть проложены без предварительного прогрева при температуре	Не ниже - 15° С
Максимальная температура нагрева жил при коротком замыкании	+ 250° С
Минимальный радиус изгиба при прокладке	7,5 наружных диаметров
Срок службы	30 лет

### Конструкция кабеля АПвПу2г:

- Круглая многопроволочная уплотненная жила (алюминиевая или медная);
- Вязкий полупроводящий слой из сшитого полиэтилена;
- Вязкий сшитый полиэтилен
- Вязкий полупроводящий слой из сшитого полиэтилена
- Слой электропроводящей бумаги или электропроводящей ленты, блокирующей воду
- Экран из медных проволок, поверх которых наложена медная лента
- Разделительный слой из кабельной бумаги или прорезиненной ткани
- Алюмополимерная лента
- Оболочка из полиэтилена

### Технические характеристики кабеля АПвПу2г 1х120/16 - 35кВ

- теоретический вес 1 км: 935,00 кг
- диаметр поперечного сечения: 30,60 мм
- минимальный радиус изгиба: 459 мм
- номинальная толщина изоляции жил: 3,40 мм
- номинальная толщина оболочки: 2.5 мм
- допустимая токовая нагрузка при прокладке в земле (в плоскости): 403 А; треугольником: 346 А
- допустимая токовая нагрузка при прокладке на воздухе (в плоскости): 298 А; треугольником: 288 А
- индуктивное сопротивление жилы при частоте 50 Гц (в плоскости): 0.184 Ом/км; треугольником: 0.108 Ом/км
- индуктивность кабеля (в плоскости): 0.472 мГн/км; треугольником: 0.338 мГн/км
- реактивное индуктивное сопротивление кабеля (в плоскости): 0.148 Ом/км; треугольником: 0.106 Ом/км

- допустимые токи односекундного короткого замыкания в медных экранах - 3.1 кА

- электрическое сопротивление жил кабелей переменному току при температуре 90 °С - 0.325 Ом/км

- реактивное емкостное сопротивление: 9.86 кОм/км

- ток заряда на фазу: 0.59 А/км

- емкостной ток короткого замыкания на землю: 1.76 А/км

- допустимый ток короткого замыкания: 11,30 кА

- электрическое сопротивление жилы постоянному току при температуре 20 °С, не более 0.153 Ом/км

- электрическая ёмкость пары не более 0.35 нФ/км

Выписка из газеты «ЗА КОММУНИЗМ 1970 г» Освоение новых мощностей по производству сложных удобрений. Внедрение новой техники и технологии. Досрочное выполнение рядом производств заданий пятилетки. Присвоение цеху № 7 высокого звания коллектива коммунистического труда. Такие и подобные им сообщения звучали на отчетно-выборном партийном собрании химического завода. И тут нет никакого преувеличения. На счету у коллектива химзавод, его коммунистов немало славных дел в борьбе за сверхплановый выпуск химических продуктов, повышение их качества, ускорение технического прогресса. Можно и нужно говорить об успехах во весь голос, можно и нужно гордиться ими. Но для коммунистов является незыблемым законом ленинское требование: не довольствоваться достигнутым смело, открыто признавать, критиковать недостатки, проявлять тревогу за устранение промахов и ошибок. Вот такой партийной тревоги за многие срывы в работе, обнаружившиеся в последнее время на химзаводе, не было заметно на отчетно-выборном собрании коммунистов. О том, что предприятие не справилось с планом третьего квартала по производству сложных удобрений поставив тем самым под угрозу выполнение пятилетнего задания. С вводом в строй второй очереди, естественно, усложнились задачи партийного и хозяйственного руководства всеми звеньями производства. От парткома,

цеховых организаций, от каждого коммуниста потребовались более высокая мобилизованность, требовательность за порученное дело, инициатива и активность в рациональной организации труда, укреплении дисциплины. К сожалению, таких перемен не произошло. Партийные организации там не сумели перестроить работу, к решению неотложных вопросов подходят со старой маркой, отсюда и та беспомощность в преодолении создавшихся трудностей.

Выписка из газеты «ЗА КОММУНИЗМ 1970 г». На заводе синтетического каучука успешно внедряются мероприятия по новой технике, автоматизации и механизации трудоемких процессов производства. Достаточно сказать, что только в 1969 году внедрили разных новинок более чем на девять миллионов рублей. В настоящее время идет монтаж и продолжается разработка систем электронно-вычислительного управления технологическими процессами на второй и третьей очередях, в цехах производства дивинила. Есть у химиков завода СК внутризаводской план по новой технике. Это основополагающий документ, и на нем хочется остановиться подробнее. План хорош тем, что сумму материального поощрения за внедрение намеченного определяют заранее, в зависимости от важности мероприятий и предварительно расчета экономической эффективности. Конечно, сумма премии назначается также в зависимости от числа мероприятий и годового премиального фонда. Одновременно заранее определяется и утверждается директором завода. При таком положении работники цехов и отделов реально представляют и размер материального поощрения, и возможности его получения как в установленный срок, так и досрочно. В условиях экономической реформы это немало важный стимулирующий фактор, и мы в будущем году постараемся внедрить это у себя. Не обошлось и без недостатков. Планы по новой технике составляются у них несвоевременно.

## Глава 3 Предлагаемые к реализации способы безопасного проектирования СЭС

Для обеспечения безопасного проектирования кабельной линии 35 кВ "Комсомольская" ПС "Водозабор-1" был выбран кабель силовой АПвКаПу2г 1х120/25-35. представленный на рисунке 9.

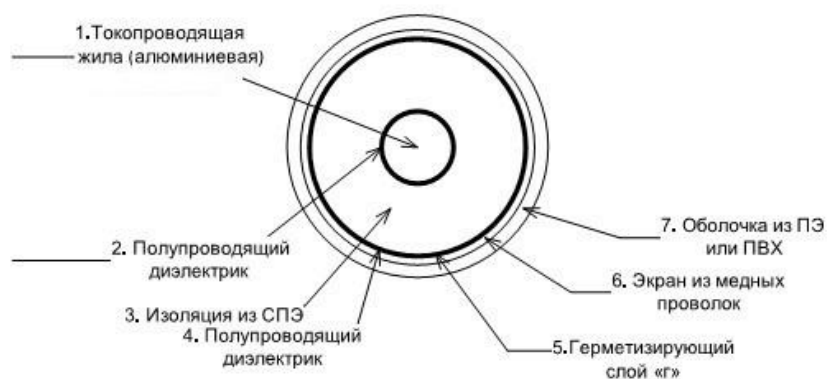


Рисунок 9 - Кабель силовой

Рассмотрим подробные характеристики кабеля и описание работы.

В первую очередь необходимо определиться с сечением кабеля, для этого определяем минимальное сечение кабеля, которое может выдерживать термическое воздействие токов короткого замыкания.

$$S_{\text{нл}} = 10000 \text{ кВА};$$

$$U = 35 \text{ кВ};$$

$$t_{\text{пр}} = 0,5 \text{ с};$$

$$I_{\infty} = 8,99 \text{ кА};$$

- сечение жил кабеля по экономической плотности тока  $S$ , мм<sup>2</sup>,  $S = I_{\text{нт}} j$ , мм<sup>2</sup>

где  $j$  - экономическая плотность тока = 1,6 А/мм<sup>2</sup> (ПУЭ 1.3.36);

$I_{\text{нт}}$  - номинальный ток линии, А

$$I_{\text{нл}} = S_{\text{нл}} \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot U \right);$$

$$I_{\text{нл}} = 10000 \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 35 \right) = 164 \text{ A};$$

$$S = \frac{164}{1,6} = 103 \text{ мм}^2$$

- проверка сечения кабеля на электродинамическую устойчивость

$$S_{\text{min}} = \frac{I_{\infty} \cdot \overline{t_{\text{пр}}}}{C}$$

где  $C$  - коэффициент, соответствующий разности выделяемой теплоты в проводнике до и после КЗ;  $C = 70$  (для алюминиевых жил);

$I_{\infty}$  - установившийся ток короткого замыкания по окончании переходного процесса, кА;  $I_{\text{кз}} = 8,99$  кА;

$t_{\text{пр}}$  - приведенное время, с;

$$S_{\text{min}} = 8990 \cdot \frac{\overline{0,5}}{70} = 0,093 \cdot 103 = 91 \text{ мм}^2$$

Выбираем алюминиевый кабель сечением 120 мм<sup>2</sup>.

Общая длина кабельной линии 1500 метров. Кабели стянуты кабельным держателем DKC BHR3507 для крепления в треугольник, на расстоянии 500 мм друг от друга, 3 кабеля по одному на фазу. Соединение кабелей, кабельной муфтой POLJ-42/1x120-240-AW. Концы кабелей заделываются концевыми муфтами OLT 12D/1XI-L12B. Кабель уложен в бетонный лоток марки Л 4-8, сверху лоток закрыт плитой перекрытия П 5-8. Кабель проложен на глубине 1 метра от уровня земли. Под дорогами кабель проложен методом ГНБ в ПНД трубах Ø110 мм.

Большую работу выполнили электромонтажники по строительству ЛЭП и подстанций. Вошли в строй две действующие линии по 110 киловольт общей протяженностью около 60-ти километров. Главное их назначение - электроснабжение мощного насосного оборудования в стакане «Водозабора - 1». Обе магистрали строились с 1968 года. Но не только сдачей этих двух

энергетических трасс был ознаменован этот месяц, но и были предъявлены к сдаче подстанция «Водозабора - 1» - 110/6 киловольт и оригинальная подстанция закрытого типа на воздушных переключателях для обеспечения нормальной деятельности, вступающей в строй второй очереди химзавода.

На рисунке 10 рассмотрим прокладку кабеля в лотке.



Рисунок 10 - прокладка кабеля в лотке

"Согласно Приказу Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н (ред. от 12.01.2015) "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты" устанавливаются обязательные требования к приобретению, хранению, выдаче и ухода за специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты. СИЗ, выдаваемые работникам, должны соответствовать их росту, размерам, а также характеру выполняемой работы" [23]. В таблице 2 представлены основные средства индивидуальной защиты работников.

Таблица 2. – Защитные средства

<b>Наименование</b>	<b>Ед.изм</b>	<b>Кол-во</b>
Комбинезон хлопчатобумажный	комплект	5
Перчатки с полимерным покрытием	пара	10
Ботинки с жестким подноском	пара	5
Каска защитная	шт	5
Очки защитные	шт	5

Для выполнения работы по замене кабеля силового 35 кВ в таблице 3 представлен основной инструмент, необходимый для модернизации Комсомольская ПС "Водозабор - 1"

Таблица 3. – Основной инструмент

<b>Наименование</b>	<b>Ед. изм.</b>	<b>Кол-во</b>
Рулетка 15 м	Шт.	1
Рулетка 60 м	Шт.	1
Лопаты	Шт.	6
Лом	Шт.	2
Кувалда	Шт.	2
Страховочная привязь	Шт.	2
Набор монтажных ключей	комплект	1

Перед началом работы нужно подготовить рабочее место, а именно:

1. Оценить масштаб работы, оградить выполняемый участок сигнальной лентой.

2. Пути проезда машин, должны быть свободными для разгрузки кабельных барабанов. Для этого необходимо зону выложить дорожными ж/б плитами. Выгруженные барабаны необходимо храниться на твердой, ровной и сухой поверхности.

В обязательном порядке следует перед началом работ по прокладке строительной длины согласовать выполнение работ с заказчиком.

До начала прокладки кабеля:

- установлены опорные стойки для концевых муфт;
- из траншеи откачена вода и убраны камни;
- сделана подсыпка и т.д.

Рассмотрим транспортировку, хранение и подготовку оборудования.

Барабаны с кабелем необходимо хранить в закрытом помещении. Концы кабелей должны быть защищены от попадания в них влаги.

Допускается хранение кабелей на барабанах в завернутом состоянии в вертикальном положении и на ровных площадках.



Работы, связанные с транспортировкой кабелей должны соблюдать следующие требования безопасности, перечисленные ниже:

- во время перевозки кабельные барабаны необходимо закрепить в кузове машины во избежание их повреждения;

- закрепить барабаны следует отдельно друг от друга;

- следует обращать особое внимание на безопасное распределение нагрузки в кузове грузового автомобиля, может потребоваться использование приспособления для равномерного распределения веса;

- для того, чтобы не повредить кабельный барабан его необходимо поднимать на эскалаторе и не в коем случае не закатывать;

- нельзя ронять барабаны;

- для избегания повреждения барабаны необходимо держать в вертикальном положении;

- устанавливать страховочные клинья только в области фланцев барабанов;

- нельзя обшивать деревянную обшивку барабана;

- запрещается разгружать барабаны путем сбрасывания их с кузова грузового автомобиля;

- хранить барабаны с кабелем необходимо на ровном твердом покрытии;

- если подразумеваются работы по прокладке кабеля в минусовой температуре, то хранение кабелей необходимо в помещении с положительной температурой.

Рассмотрим допустимую температуру оболочки кабеля для прокладки кабеля в траншеи.

Верхнее допустимое значение температуры необходимо: +50 °С.

Нижнее допустимое значение температуры: -20 °С (для кабеля с оболочкой из полиэтилена); -5 °С (для кабеля с бумажной оболочкой).

Если вдруг подразумеваются прокладка кабеля, а до этого он находился на открытой территории с температурой -20 °С, то в таком случае без предварительного подогрева кабеля прокладка запрещается

«Одно из главных требований охраны труда является безопасное выполнение работ:

1. Все работы обязаны производиться работниками, прошедшими обучение и проверку знаний в соответствии с занимаемой должностью. Также работники обязаны пройти первичный инструктаж по охране труда по программе первичного инструктажа на рабочем месте с записью в журнал и с указанием производственных инструкций.

2. Меры безопасности при работе в зоне действующей высоковольтной линии - перед началом работы организация (выполняющая работы по замене силового кабеля 35 кВ) - обязана предоставить заказчику список работников, которые будут выполнять работы, а также удостоверения по охране труда, первой помощи, удостоверение стропальщик, группу допуска и медицинский осмотр. А также приказы на линейных руководителей, имеющих право выдачи нарядов-допусков, также исполнителями работ и членов бригад, с указанием фамилий и инициалов, должностей, профессий, групп по электробезопасности. По прибытии на место работы рабочий персонал обязан пройти вводный и первичный инструктаж по охране труда работником заказчика» [24].

Персонал заказчика должен осуществлять подготовку рабочего места: ограждение места производства работ, места входа (выхода), въезда (выезда) и пути прохода (проезда) в зону работ.

Подготовка рабочего места должна полностью соблюдаться с открытым нарядом-допуском, выданным заказчиком.

Рабочий персонал организации приступает к выполнению работы только после проведения и оформления в наряде-допуске целевых инструктажей. Первичный допуск к работам на территории заказчика должен проводиться допускающим из персонала заказчика.

3.1 Меры по снижению отрицательного воздействия на окружающую среду при строительстве кабельных линий

Охрана земель и почв:

«Все работы, которые выполняются по реконструкции кабельной линии необходимо выполнять строго на огражденной территории.

На начальном этапе необходимо снять растительный слой - ценного, медленно возобновляющегося природного ресурса, который нужно уберечь от разрушений до окончания строительства кабельной линии и использовать на комплекс мер по экологическому восстановлению земель. Снятый растительный грунт необходимо разместить на специально отведенных площадях, исключив его размыв и разрушение. Для исключения загрязнения почв нефтепродуктами, все грузовые автомобили необходимо содержать в исправном состоянии и заправляться только в специально отведенных местах.

По окончании строительства все временно занимаемые земли подлежат рекультивации (восстановлению почвенного покрова):

- снятие верхнего почвенного слоя и хранение его в непосредственной близости от выполнения работ;
- после завершения земляных работ необходимо освободить поверхность земли от строительного мусора, обломков со следующим количеством складирования на базе;
- убрать из пределов строительной площадки все инструменты и приспособления, транспорт;
- минимизировать протяженность временных дорог на период строительства кабельных линий;
- засыпать ямы и сравнять грунт» [25].

Выполнение всех вышеуказанных мероприятий позволит максимально сберечь почвенный покров.

Отходы: хранение и размещение:

«По мере накопления отходов они вывозятся самостоятельно организацией выполняющей работы, либо организацией, с которой заключен договор на оказание данной услуги. В строительных городках должны быть предусмотрены контейнеры для размещения бытовых отходов, образующиеся в результате обеденных перерывов. Ответственный за вагончик должен

проконтролировать вывоз мусора со строительного городка. Раз зашла речь о строительном городке, то хотелось выделить основные требования по эксплуатации вагончика» [26]. Организация перед ввозом строительного вагончика на территорию заказчика обязана согласовать место, требования пожарной безопасности, подключение электричества, а также повесить табличку с указанием:

- Ф.И.О. ответственного за размещение вагончика;
- номер телефона ответственного;
- инвентарный номер;
- категория опасности;
- номер телефона пожарной части и газоспасательного отряда.

Загрязнение атмосферного воздуха:

Складирование материалов:

«Во время погрузки и разгрузки материалов и механизмов необходимо соблюдать технику безопасности. Материалы должны храниться в инструментальных будках, которая также, как и вагончик должна иметь разрешение расположения на территории заказчика. Сыпучие материалы (песок, гравий, щебень) должны быть ограждены прочными подпорными стенками. Баллоны с газом должны размещать по требованиям пожарной безопасности. Дороги и проходы вокруг строительного городка не загромождать. Пылевидный материал хранить в закрытых емкостях (бункерах)» [27].

«В проекте производства работ (ППР) представлены мероприятия по предупреждению и устранению отрицательных воздействий строительной деятельности на окружающую и природную среду. ППР - это проект производства работ по виду выполняемых работ. В котором указан объем работы, виды работ время и стоимость выполнения. Приведены чертежи. Перечислена бригада на выполнение данной работы и вложены все удостоверения. Согласовать ППР необходимо с заказчиком до начала

выполнения работ. Разработчиком ППР является специально обученный человек, прошедших программу обучения с выдачей удостоверения» [28].

Выписка из газеты «ЗА КОММУНИЗМ». Станция строится, ее архитектурный облик отразит существующие тенденции промышленной эстетики. Главный корпус, одетый в сталь, железобетон и стекло, алюминиевые башни градирен создадут великолепную панораму современного энергетического комплекса. Сегодня вся общественность страны отмечает праздник - День энергетика.

Прокладка кабеля в полиэтиленовой (ПНД) трубе методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ).

Горизонтально - направленное бурение (ГНБ) при прокладке кабелей под автодорогами. Данный технический результат достигается тем, что буровой инструмент представляет собой телескопическую конструкцию со шлицевым соединением, состоящую из хвостовой части, которая крепится к буровой колонне, и лобовой части, на которой установлена наклонная буровая лопатка, причем внутри хвостовой части располагается клапан с механизмом управления, который способен перекрывать свободный проход бурового раствора в забой, создавая дополнительное давление в полости, расположенной между хвостовой и лобовой частями, обеспечивая выдвижение лобовой части и создавая дополнительный импульс осевой подачи наклонной буровой лопатки, при этом внутри бурового инструмента располагается возвратная пружина, упирающаяся одним концом в хвостовую часть, а другим в лобовую. Импульс дополнительный осевой подачи производится только в нужный момент, когда буровой инструмент находится в определенном положении. Т.е. имеет такую угловую координату, когда буровая лопатка расположена противоположно направлению отклонения траектории бурения. Недостатком установки является сложность конструкции привода рабочих органов. Рассмотрим горизонтально-направленное бурение (ГНБ) на рисунке 11.



Рисунок 11 - Горизонтально-направленное бурение

Технология производства работ по устройству закрытых переходов методом горизонтального направленного бурения:

Строительство закрытых перехода осуществляется методом горизонтального направленного бурения (ГНБ) с поверхности земли в приемный котлован с применением установки ГНБ «ДриллингМастер.ТГБ «ID-7.2T-PL-1m», диаметр буровых штанг 48мм, длина буровой штанги 1 м, максимальный изгиб буровых штанг 8%, осевая нагрузка и сила тяги 7,2 тонн. Габаритные размеры: длина - 1800 мм, ширина - 1100мм, высота - 1700мм, вес - 600кг.

Для контроля трассы бурения и положения буровой головки в плане и профиле при проводке скважины используется специальная локационная система «M A G s t e e r», обеспечивающая качественную локацию на глубине до 5м с точностью до 0,1%.

Бурение и расширение скважины осуществляется на глинистом буровом растворе (рН воды затворения 8-9) с использованием:

- натриевого модифицированного бентонита «Universal NYG-220» (Вайоминг, США) с высоким содержанием коллоидных частиц и выходом бурового раствора 35 м. куб/т;
- полимера «UNIVERSAL PAC» (США) - для регулировки вязкости и водоотдачи;

- полимера РНРА «Universal РНРА» (США)- как кольматирующей и ингибирующей добавки.

Показатели бурового раствора: плотность 1020-1100 кг/м.куб, условная вязкость 45-55 сек., водоотдача 10-12 см.куб/ за 30 минут. Требуемые показатели значений приведенных параметров бурового раствора, устанавливаются в процессе выполнения работ буровым мастером, исходя из конкретных условий бурения.

Подача бурового раствора в скважину производится буровым насосом установки, максимальная подача 60 л/мин., максимальное давление 102 атм.

Буровой раствор обеспечивает устойчивость стенок скважины, выравнивание гидростатического давления на время проведения работ и вынос шлама. Буровой раствор экологически безвреден.

Технология строительства закрытого перехода с монтажом пластиковой трубы Ø110 мм:

1. Рытье рабочего и приемного котлованов.
2. Монтаж установки ГНБ.
3. Бурение пилотной скважины с поверхности, через рабочий котлован с соблюдением заданной глубины в приемный котлован. Профиль пилотной скважины между котлованами представляет собой криволинейный участок.
4. Первое расширение скважины диаметром 90мм.
5. Второе расширение скважины диаметром 150мм с одновременным протаскиванием подготовленной пластиковой трубы  $D=110$  мм.
6. Вакуумная очистка колодцев от ила или нефтешлама.
7. Снятие оголовков и установка на концы футляров технологических заглушек.

Отходы получаемые в процессе бурения обезвреживаются путем обработки в смесителе известью содержащим реагентом. В качестве извести содержащего реагента используют известь содержащий отход, например шлам химической водоочистки, в соотношении по объему отходов бурения к извести содержащему отходу 1:(1-2). Дополнительно продукт

обезвреживания обезвоживают (высушивают) в естественных условиях на специально оборудованных площадках до влажности не более 55%. Обеспечивает повышение эффективности и технологичности способа обезвреживания отходов бурения. Позволяет обезвреживать непосредственно отработанный буровой раствор без предварительного отделения бурового шлама, а также получить продукт обезвреживания, пригодный для использования в качестве удобрения.

Подготовительные работы:

Устройство площадки 15.0x15.0 м для размещения строительных материалов, машин и механизмов, с обязательным временным ограждением. - откачка поверхностных вод, подготовка территории к плановой съемке на местности – определение положения точек на земной поверхности относительно местных опорных пунктов для составления топографических карт, - прокладку и подключение временного электричества для строительных нужд. В строительные нужды входит также использование строительного вагончика.

Погрузочно-разгрузочные работы:

Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться механизированным способом, то есть при помощи крановщика и под руководством лица ответственного за безопасное производство работ кранами. Который в свою очередь должен быть обучен требованиям промышленной безопасности по направлению "Подъемные сооружения, предназначенные для подъема и перемещения груза". Погрузка, разгрузка и складирование изолированных труб производится, избегая их соударения, волочения по земле.

При работе с изолированными трубами используют специальные торцевые захваты. Площадки для складирования труб должны быть заранее подготовлены и иметь ровную горизонтальную поверхность. Уклон должен быть 2-3 градуса.

Земляные работы:

Перед рытьем котлованов должны быть выполнены следующие работы:



- расчистка и планировка земельного участка;
- разбивка оси котлована и обозначение ее на местности;
- устройство подъездов для доставки землеройной техники на место производства работ; -обозначены подземные коммуникации и опасные места при производстве работ.

Срезка плодородного слоя грунта производится специальной техникой таким образом, чтобы имела возможность нанесения его при восстановлении нарушенных земель. Плодородный слой грунта располагается отдельно от всего выбираемого грунта. Не допускается перемешивание плодородного грунта с минеральным грунтом. Рытье котлованов производится экскаватором.

Конструкция крепления вертикальных стенок выемок глубиной до 2 м в грунтах естественной влажности должна быть, как правило, выполнена по проекту производства работ. При большей глубине, а также сложных гидрогеологических условиях крепление должно быть выполнено по индивидуальному проекту. При установке креплений верхняя часть их должна выступать над бровкой выемки не менее чем на 15 см.

В местах пересечений с действующими подземными коммуникациями разработка грунта механизированным способом разрешается на расстоянии не менее 2 м от боковой стенки и не менее одного метра над верхом трубы. Грунт, оставшийся после механизированной разработки, должен дорабатываться вручную, без применения ударных инструментов. Грунт складировать на бровке котлована в пределах полосы отвода на расстоянии не менее 0,5 м от бровки котлована. Засыпку котлованов минеральным грунтом следует выполнять после получения письменного разрешения технадзора бульдозером с обеспечением сохранности покрытия трубы. Грунт засыпки не должен содержать камней, крупных включений. Котлованы должны быть ограждены и иметь сигнальные знаки, видимые днем и ночью. После окончания работ выполняется полное восстановление полосы строительства и передача ее землевладельцем (землепользователям).

Монтаж рабочего оборудования производится после разработки грунта рабочего и приемного котлованов до необходимой отметки.

Сварочно-монтажные работы:

«Перед сборкой и сваркой труб необходимо в первую очередь согласовать данный вид работ. Работник должен быть обучен и иметь квалификационное удостоверение на данный вид работы. Перед началом необходимо очистить внутреннюю полость трубы и кромки трубы от грунта, грязи на ширину не менее 10 мм» [29].

Правила безопасности при подготовительных работах:

«Подготовительные мероприятия должны быть закончены до начала строительных работ. Строительные работы выполняются с оформлением разрешения на производство работ, оформления наряда-допуска на выполнения работ повышенной опасности и составления приказов о назначении ответственных лиц за безопасное производство работ. Обязательным требованием при ограждении территории являются таблички с указанием вида работ» [30].

Все работники, принимающие участие в данных работах должны пройти обучение и проверку по пожарно-техническому минимуму, охраны труда и первой помощи, земляные работы, стропальные.

«К строительству разрешается приступать только при наличии проекта производства работ, разрешения на производства работ, акта-допуска на право проведения строительно-монтажных работ и оформления наряда-допуска на выполнение работ повышенной опасности» [31].

К работам могут быть допущены лица не моложе 18 лет, и успешно прошедшие аттестацию, не имеющие медицинских противопоказаний.

«Работы с повышенной опасностью – это работы, до начала выполнения которых, необходимо организовать и привести в действия мероприятия по охране труда, обеспечивающие безопасность работников на производстве.

Охрана труда - это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя мероприятия по безопасным условиям работы.

«На производстве охрана труда является главным звеном. Она обеспечивает безопасность труда, сохранение жизни и здоровья работников, обеспечение СИЗ. Чтобы улучшить условия труда необходимо внедрить мероприятия для каждого производственного участка. Они бывают законодательные, организационные, технические, медико-профилактические и экономические. Каждый из них включает в себя свои правила. В условиях работы с опасными и вредными производственными факторами каждый вновь поступивший рабочий должен пройти стажировку по безопасным методам, а также обучение по охране труда в течение всего периода работы» [23].

Работы с повышенной опасностью обязательно должны проводиться по наряду- допуску.

Наряд-допуск — это задание на производство работ. Оформляется документ на специальном бланке. В нём должны указываться:

- содержание работ;
- место их проведения;
- время начала и окончания;
- условия безопасного выполнения работ;
- лица, ответственные за безопасность;
- состав бригады.

Наряд-допуск выдается непосредственно перед началом работ.

Рассмотрим примерный перечень работ повышенной опасности, который приведен в ПОТ РО 14000-005-98 (утв. Минэкономики РФ 19.02.1998) [32]:

- земляные в зоне нахождения подземных газопроводов и нефтепроводов, энергетических сетей и иных аналогичных подземных объектов и коммуникаций;

- по рытью траншей, котлованов глубже чем 1,5 м;
- по разборке сооружений и зданий;

- по восстановлению и укреплению аварийных элементов и частей сооружений и зданий;
- монтажные, ремонтные, строительные, выполняемые в условиях соприкосновения производственных деятельности нескольких бригад (совмещенные работы);
- на высоте выше 2 м от пола без использования инвентарных подмостей и лесов;
- по ремонту трубопроводов горячей воды и пара;
- по окраске, ремонту крыш, очистке крыш зданий от пыли или снега, если отсутствуют ограждения;
- по спуску, подъему и перемещению крупногабаритных и тяжеловесных грузов, если отсутствует машина нужной грузоподъемности;
- строительные, ремонтные и монтажные по обслуживанию светильников;
- в ограниченных пространствах, в замкнутых объектах;
- по обслуживанию мостовых кранов, если работы предполагают выход на крановые пути;
- газо- и электросварочные внутри и снаружи емкостей из-под горючих веществ;
- в цистернах, в закрытых резервуарах, в колодцах, в ямах, в тоннелях, в топках, в дымоходах котлов и бегунах, где возможно удушье или отравление работников;
- внутри горячих печей;
- по вскрытию и испытанию трубопроводов и сосудов, работающих под давлением;
- по сливу легковоспламеняющихся кислот, жидкостей и щелочей из железнодорожных цистерн, если отсутствуют оборудованные сливные эстакады с предусмотренными механизированными средствами слива;

- по ремонту и очистке воздухопроводов, вентиляторов и фильтров вытяжных систем вентиляции химических лабораторий, гальванических цехов, складов и иных помещений,

где хранятся сильнодействующие радиоактивные, химические и другие опасные вещества;

- по ремонту переносных и стационарных ацетиленовых генераторов;

- ремонт и чистка тиглей и ванн из-под цианистых соединений;

- на аммиачных или кислородных компрессорных станциях или трубопроводах;

- по транспортировке сильнодействующих ядов;

- по уничтожению отходов щелочных металлов и сильнодействующих ядов;

- по обслуживанию электроустановок на воздушных или кабельных линиях электропередачи;

- по проведению газоопасных работ в газовом хозяйстве;

- по выполнению огневых работ в взрывоопасных помещениях;

- при эксплуатации тепловых сетей и оборудования, теплоиспользующих установок и др.

Рассмотрим пример несчастного случая, произошедшего на предприятии с работником Ивановым И.И.

«В 8 часов 00 минут 24 августа 2017 года начальник участка поручил работу по демонтажу труб, находящихся на отметке 4,5 метра бригаде, состоящей из монтажника Сидорова, монтажника Петрова, электрогазосварщика Иванова.

В течении рабочего дня работы производились без происшествий и нарушений требований ОТ И ПБ.

В 16 часов 20 минут 24 августа 2017 года начальник участка дал устное распоряжение электрогазосварщику Иванову И.И. начать демонтаж рамы кондиционера с использованием ручного инструмента на отметке +0,0 метра на бетонной площадке. Закончив демонтаж, электрогазосварщик Иванов И.И. по

словам начальника участка надел страховочную систему и начал забираться наверх приемной шахты по стационарной лестнице. В этот момент начальнику участка необходимо было совершить звонок руководителю проекта, для уточнения информации. Т.к. сотовая связь в данном помещении отсутствовала, начальник участка вышел из помещения в коридор. После того, как Иванов И.И. забрался на верхнюю точку приемной шахты, на отметку +3,5 метра, он подошел к стропу и набросил один конец петли на правую руку, поверх специальной одежды, вторая петля на конце стропа была заброшена на Т-образную часть демонтированной трубы, которая удерживалась на металлических подвесах. Иванов И.И. начал раскачивать демонтированный участок трубы для того, чтобы «сорвать» его с подвесов и, после срыва данного участка трубы вниз, Иванов И.И. потянуло за трубой к краю приемной шахты. По инерции Иванова И.И. сорвался вниз за трубой с отметки +3,5 метра.

По прибытии скорой медицинской помощи пострадавшего перенесли в карету скорой помощи на которой он был доставлен в больницу.

В ходе расследования были выявлены причины несчастного случая:

Неудовлетворительная организация производства работ, выразившаяся в :

- отсутствии должностных лиц, ответственных за утверждение ППР на высоте, чем нарушены требования: ст. 211, абз. 1 ч. 2 ст. 212 ТК РФ, п. 25 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. No 155н;

- отсутствии ППР на высоте чем нарушены требования ст. 211, абз. 1 ч. 2 ст. 212 ТК РФ, п.п. 17, 24 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. N 155н;

- не оформлении наряда-допуска на производство работ без применения средств подмащивания, выполняемые на высоте свыше 1,8 м при отсутствии защитных ограждений. Нарушены требования: ст. 211, абз. 1 ч.2 ст. 212 ТК РФ, п. 11 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. No 155н;

- не проведении Обществом мероприятий до начала работ на высоте (не осмотрены рабочие места для выявления причин возможного падения работников), чем нарушены требования: ст. 211, абз. 1 ч. 2 ст. 212 ТК РФ, п. 36 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. No 155н;

- не обеспечение защитных, страховочных и сигнальных ограждений, не определении границ опасных зон при проведении работ на высоте, чем нарушены требования: ст. 211, абз. 1 ч. 2 ст. 212 ТК РФ, п. 48 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. No 155н;

- отсутствию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения работниками средств индивидуальной и коллективной защиты от падения с высоты, чем нарушены требования: абз. 10 ч. 2 ст. 212 ТК РФ, абз. «д» п. 30 Правил по охране труда при работе на высоте, утвержденных Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.03.2014г. No 155н.

Таким образом, функциями охраны труда являются разработка санитарии и гигиены труда, проведение мероприятий по снижению опасных и вредных производственных факторов, влияющих на организм человека в трудовом процессе» [33, с. 36-40].

«Главным методом является техника безопасности, которая направлена на предотвращение травм и заболеваний, связанных с производством. Для ее соблюдения нужно проводить инструктажи по безопасным условиям работы, предварительные и периодические медосмотры, использовать средства индивидуальной защиты по назначению» [23].

«Для производства строительных работ необходимо установить предупредительные знаки и надписи временного объезда согласно ГОСТ 14.4.026-2001, а в ночное время площадки должны быть освещены в соответствии с ГОСТ 12.1.046.85. Строительная площадка должна иметь ограждение. Для выхода и спуска рабочих в котлован следует установить

приставные лестницы не менее 0,75 м и длиной не менее 1,25 глубины котлована, из расчета по 2 лестницы на каждую сторону торца котлована» [34].

«Персонал должен быть обеспечен исправной спецодеждой, специальной обувью, защитной каской и другими СИЗ в соответствии с действующими нормами. Рабочий персонал должен быть обучен правилам оказания первой доврачебной помощи» [35].

На месте производства работ должны находиться исправные средства оказания первой медицинской помощи и медикаменты с не истекшим сроком годности. В медицинскую аптечку входят:

- Жгут кровоостанавливающий;
- Бинт марлевый медицинский нестерильный;
- Пакет перевязочный медицинский индивидуальный стерильный с герметичной оболочкой;
- Салфетки марлевые медицинские стерильные;
- Лейкопластырь бактерицидный;
- Устройство для проведения искусственного дыхания;
- Ножницы для разрезания повязок;
- Перчатки медицинские нестерильные, смотровые;
- Маска медицинская нестерильная;
- Блокнот отрывной для записей;
- Авторучка.

Вся применяемая техника и инструмент должны быть технически исправна, иметь сертификаты или разрешения для применения на территории заказчика.

«Линейные руководители должны пройти обучение и аттестацию по промышленной безопасности.

Меры безопасности при выполнении земляных работ:

Работы должны проводиться персоналом в специальной обуви, спецодежде, касках и других СИЗ в соответствии с действующими нормами» [36].



До начала земляных работ необходимо изучить место работы и обозначается знаками ось прохождения, места пересечения с подземными коммуникациями.

В местах пересечения с коммуникациями сторонних организаций должен быть установлен знак, содержащий информацию о глубине их залегания.

Перед началом производства земляных работ необходимо оформить наряд-допуск на проведение газоопасных работ и работ повышенной опасности, а также обеспечить меры безопасности, осуществляемые при подготовке объекта к проведению земляных работ:

- очистить место проведения работ;
- определить на месте производства работ коммуникации сторонних организаций знаками, указав их местоположение и направление;
- согласовать работы;
- при прохождении, на месте производства работ электрического кабеля или кабеля связи выполнить точное местонахождение этих кабелей вручную;
- земляные работы проводить с учетом разработанного проекта производства работ.

«Перед допуском работников в выемки ответственным лицом должно быть проверено состояние откосов. Валуны и камни, а также отслоение грунта, обнаруженные на откосах, должны быть удалены» [37].

Для безопасного спуска и выхода из котлована персонала, они должны быть обеспечены исправными, инвентарными лестницами, которые в свою очередь до начала работ должна протестировать и составить акт допуск. Во время работы в котловане машины, запрещается туда спускать рабочему персоналу. Во время перерыва в работе экскаватора машинист должен опустить ковш на грунт.

Требования безопасности для пешеходов:

Вход (выход) пешеходов на предприятие осуществляется через контрольно-пропускные пункты, специально предусмотренные для людей.

Запрещается проход пешеходов через въездные и выездные ворота для транспортных средств, за исключением аварийных ситуаций.

На предприятии должны быть обозначены следующие зоны:

1. «Зеленая зона» в обозначенных границах «зеленых зон» разрешается перемещение работников, без средств индивидуальной защиты по маршрутам, согласно схеме движения, соблюдая знаки безопасности, сигнальную разметку, указатели. Разрешено использовать персональные электронные устройства;

2. Общезаводская территория. При нахождении на территории или перемещении необходимо применение:

- специальной одежды;
- специальной обуви;
- защитной каски;
- СИЗ и СИЗОД, дополнительно необходимых по результатам оценки воздействия на работника;

Не допускается нахождение в зонах с ОПВФ без применения СИЗ.

По территории предприятия пешеходам разрешается ходить только по тротуарам и пешеходным дорожкам, а где их нет – по обочине (по краю проезжей части) по левой стороне, навстречу движущемуся транспорту.

Пешеходам запрещается:

1. Сокращать путь через технологические объекты и производственные здания предприятия;

2. Хождение по трубопроводам, перекрытиям технологических лотков, в обозначенной опасной зоне;

3. Перепрыгивание через кюветы, траншеи, ямы, осмотровые канавы;

4. Спрыгивание с площадок обслуживания, лестниц;

5. Заходить без производственной необходимости на объекты, за запрещающие знаки и ограждения;

6. Передвижение по газонам, кроме случаев выполнения производственных операций, зданий;

7. Перебегать дорогу перед движущимся автотранспортом;
8. Посещать подразделения, не связанные с выполнением трудовых обязанностей;
9. Проходить и останавливаться под поднимаемыми грузами, входить в зону действия крана;
10. Спускаться в ямы, траншеи, т.к. в них может быть скопление газов, что приведет к отравлению;
11. Использование наушников для разговора по телефону.

Пешеходы должны пересекать проезжую часть по пешеходным переходам. Допускается переходить дорогу вне пешеходных переходов под прямым углом к краю проезжей части, где имеется обзор дороги на расстоянии 50 м в обе стороны, и убедиться, что это будет безопасно. Стоящее транспортное средство необходимо обходить сзади.

Пожарная безопасность:

"Все работники, занятые производством работ, должны до начала производства работ пройти противопожарный инструктаж и сдать зачет по пожарно-техническому минимуму, знать и выполнять инструкции по пожарной безопасности на рабочем месте, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения, которые также обязательно проверить на срок годности. Ответственных лиц за пожарную безопасность назначает руководитель строительной организации.

Непосредственные исполнители огневых работ (электросварщик, газосварщик, газорезчик) должны иметь квалификационное удостоверение на право выполнения этих работ, удостоверения о проверке знаний по технике безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (для электросварщиков в объеме не ниже 2 квалификационной группы), а также охрану труда и первую помощь, допуск к хранению, перемещению и эксплуатации баллонов с газами. До начала работ мастер должен проверить у работников весь необходимый перечень документов и только после этого допускать их до производства работ"[38].

Проведение огневых работ осуществляется согласно ППР, по наряду-допуску.

На месте производства работ устанавливается противопожарный режим, определяются места размещения и допустимое количество горючих материалов, порядок проведения огневых работ.

«Запрещается работа в одежде и обуви пропитанных нефтью, легковоспламеняющимися жидкостями или в своей одежде, необходимо нахождение на производственной площадке в спецодежде» [39].

На месте производства работ должны быть следующие первичные средства пожаротушения:

- асбестовое полотно;
- огнетушители порошковые, или углекислотные;
- лопаты, топоры, ломы;
- ведро с водой;
- песок.

Первичные средства пожаротушения должны быть окрашены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-2001. Самоходная техника, сварочные агрегаты, компрессоры, задействованные в производстве подготовительных и огневых работ, должны быть обеспечены не менее чем двумя огнетушителями.

При проведении сварочных работ болонь с кислородом и горючими газами следует устанавливать на расстоянии от места производства работ и между баллонами не менее 5 м в натянутом положение кабеля работать запрещается.

Не разрешается использовать без изоляции или с поврежденной изоляцией провода, а также применять не стандартные электрические предохранители. Для этого необходимо получить разрешение на подключение.

Пожарная безопасность для любого предприятия является главным звеном. К сожалению многие предприятия не соблюдают основные правила безопасности, тем самым подвергают себя опасности. Во время работы на

особо опасном объекте, необходимо проводить инструктаж по пожарной безопасности и пройти обучение по пожарно-техническому минимуму с периодичностью не реже 1 раза в год. Спецодежда должна удовлетворять требованиям пожарной безопасности, материал не должен гореть и плавиться от высоких температур. Спецодежда выдается под роспись и фиксируется в личной карточке рабочего, сроком на 2,5 года. Если процесс износа прошел ранее, необходимо списать и сделать заявку на закупку новой. Соблюдение даже малейших требований приведет к повышению условий труда.

На ООО «СИБУР Тольятти» разработана политика интегрирования системы менеджмента в области охраны труда и окружающей среды, промышленной безопасности. Руководство ООО «СИБУР Тольятти» устанавливает следующие стратегические цели: создание и обеспечение безопасных условий труда, защиты здоровья работников; - снижение рисков возникновения аварий; - снижение воздействий на окружающую среду; - повышение энергетической эффективности.

Для достижения указанных целей ООО «СИБУР Тольятти» обязуется: - предупреждать травмы и ухудшения здоровья персонала; - предупреждать загрязнение окружающей среды; - принимать меры по снижению аварийности; - обеспечение промышленной безопасности; - обеспечение закупки продукции и услуг. в том числе по проектированию; - обеспечение доступность необходимых для достижения целей ресурсов в том числе информации.

Настоящая политика служит основой для установления и анализа конкретных целей, задач и программы в области охраны труда и окружающей природной среды. Предприятие управляет рисками, связанными с воздействием на персонал и окружающую среду. Организация уделяет приоритетное внимание необходимости обеспечения безопасности работников и населения.

На рисунке 12 хотелось бы рассмотреть основные технические решения по реализации требований пожарной безопасности при конструировании кабелей.



Рисунок 12 - Основные технические решения по реализации требований пожарной безопасности

Проанализировав рисунок 12, мы пришли к выводу, что выбор качественного кабеля приведет к сокращению поломок и возникновению нестандартных ситуаций.

При проведении газосварочных работ, хранение транспортировка баллонов с газами должна осуществляться только с навинченными на их горловины предохранительными колпаками. При транспортировке баллонов нельзя допускать толчков и ударов. К месту сварочных работ должны доставляться на специальных тележках, носилках, санках. Переноска баллонов на плечах и руках не разрешается. Работать разрешается только в костюме сварщика с щитком.

На рабочем участке должна быть инструкция «О мерах пожарной безопасности», планы ликвидации аварий и тушения пожара.

Мероприятия по охране окружающей среды:

При строительстве защитного футляра предусматриваются и подлежат обязательному выполнению мероприятия по охране окружающей среды, к которым относятся:

- обязательное соблюдение границ территорий отведенных для производства работ;
- применение материалов для сварки, изоляции стыков, не оказывающих отрицательного влияния на окружающую среду;
- оснащение строительного городка инвентарными контейнерами для бытовых и строительных отходов с последующим вывозом в места утилизации;
- техническое обслуживание машин и механизмов допускается только на специально отведенной площадке;
- строгое соблюдение мер и правил по охране природы и окружающей среды работающих на строительстве, а также требований охраны труда, для сохранения жизни и здоровья, работающих в процессе трудовой деятельности.

Необходимо выполнять все требования проекта по срезке растительного грунта со складированием его в специально отведенной зоне полосы строительства. При снятии, складировании и хранении плодородного слоя должны быть приняты меры, исключающие ухудшение его качества.

По окончании строительства должен быть убран и вывезен весь строительный мусор.

На всех этапах строительства должны быть выполнены мероприятия, предотвращающие:

- развитие неблагоприятных воздействий на окружающую среду;
- изменения естественного поверхностного стока на участке строительства;
- загорание растительности вследствие допуска к работе неисправных технических средств, способных вызвать загорание;

- захламление территории строительными отходами;
- разлив горюче-смазочных материалов, слив на трассе отработанных масел и т.п.

При производстве строительно-монтажных работ должны соблюдаться следующие условия:

- используемые при строительстве механизмы и транспортные;
- средства должны быть размещены только в пределах, отведенных для этого территорий;
- должны быть приняты необходимые технические меры и организован контроль за недопустимостью пролива нефтепродуктов при заправке механизмов.

«Перед началом производства работ назначить ответственное лицо по соблюдению природоохранных мероприятий, проведения инструктажей по охране окружающей среды, по охране труда и пожарной безопасности. Проводить инструктаж необходимо перед началом самостоятельной работы по программе первичного инструктажа на рабочем месте с указанием производственных инструкций и стажировкой по охране труда от 3-19 смен. Только после прохождения стажировки рабочий сдает устный экзамен и получает удостоверение на право самостоятельной работы. Работники, не сдавшие экзамен к самостоятельной работе, не допускаются. Раз в три месяца проводится повторный инструктаж также по программе первичного инструктажа на рабочем месте с указанием инструкций. Если выполняются разовые работы, то необходимо перед началом работ провести с работниками целевой инструктаж. Машинисты крана также обязаны вести вахтовый журнал, в котором каждую смену проводят осмотр техники с записью в журнал» [40]. Хотелось бы все вышесказанное закрепить наглядным образом на рисунке 13. Рассмотрим рисунок 13, на котором наглядным образом представлена работа машиниста крана и эскалатора по раскопке траншеи, по устройству песчаной подушки, укладка железобетонных лотков в траншею.



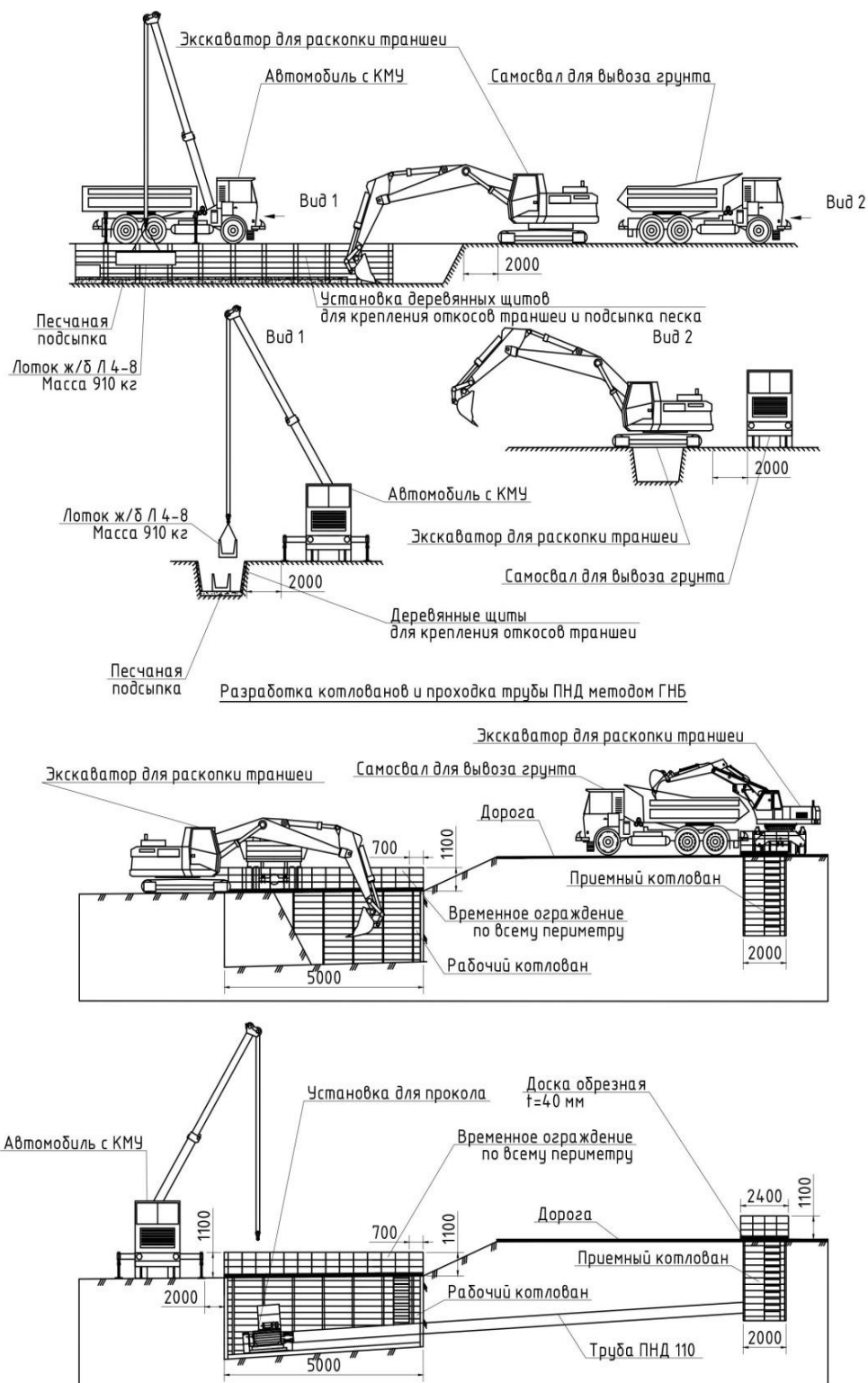


Рисунок 13 - Раскопка траншеи и укладка лотков

На рисунке 14 рассмотрим карту-схему для модернизации участка Комсомольская ПС "Водозабор - 1"

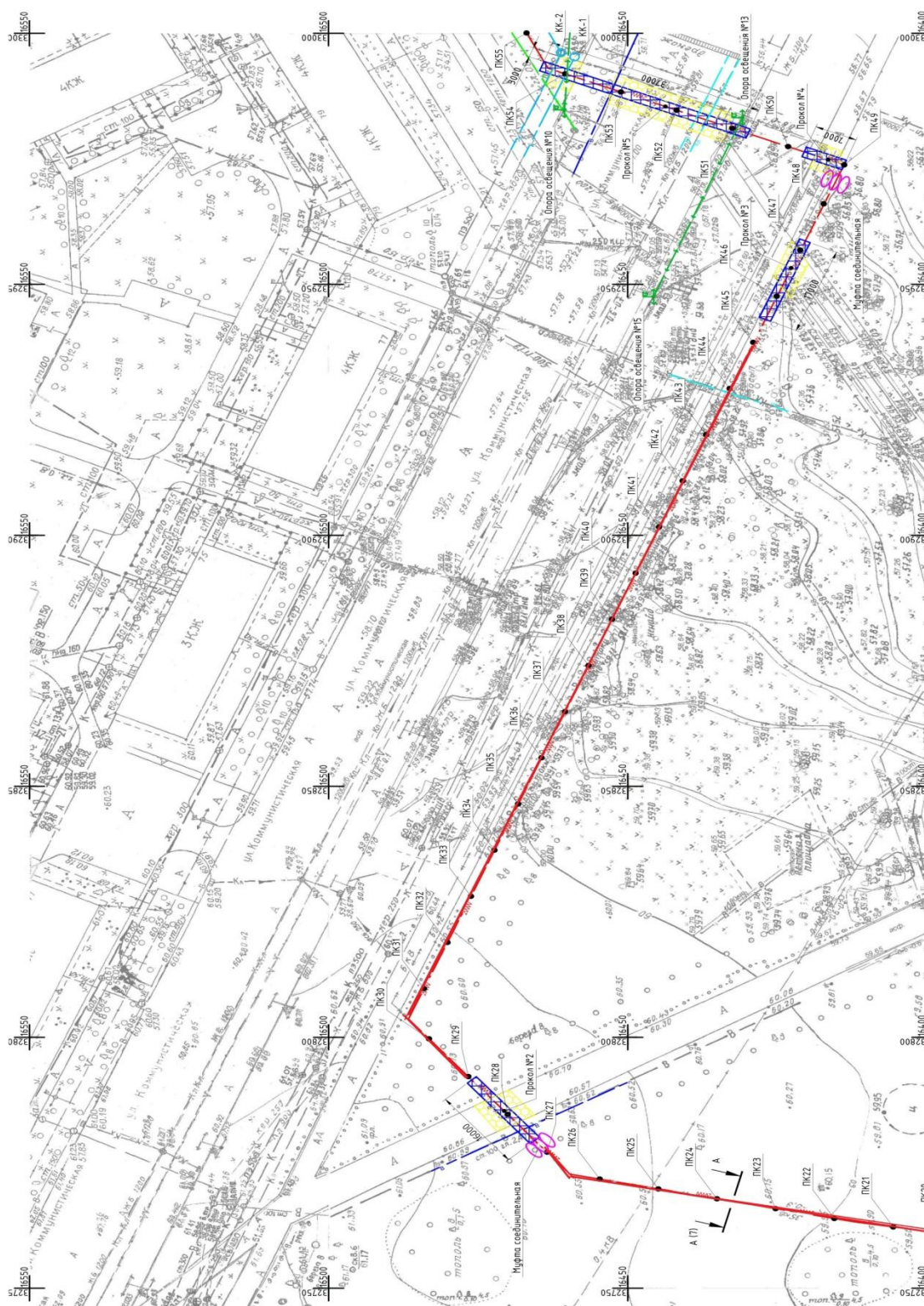


Рисунок 14 - Карта-схема модернизации участка

### 3.2 Сравнительный анализ методов обеспечения безопасности при проектировании системы электроснабжения

Силовой кабель с бумажной изоляцией имеет множество преимуществ. Силовой кабель с бумажной изоляцией производят с защитным слоем из стальных лент или проволок, защищающих кабель от механических повреждений при прокладке или эксплуатации». Благодаря этому кабель имеет токопроводящие жилы секторной формы, благодаря этому существенно уменьшаются габариты изделия, в сравнении с кабелями, которые имеют жилы круглой формы. В то же время силовой кабель с бумажной изоляцией имеет один главный недостаток: при прокладке кабелей на вертикальных и наклонных трассах, имеющих большую разницу уровней прокладки, маслоканифольный состав, который пропитывает бумажную изоляцию, может стекать, это является причиной обеднения бумажной изоляции, что может привести к преждевременному старению. Для сокращения данного эффекта применяется силовой кабель с не стекающим пропиточным составом. В нашем случае – это силовой кабель с СПЭ изоляцией. Основными преимуществами кабеля с СПЭ изоляцией являются:

- за счет увеличения допустимой температуры жилы имеет большую пропускную способность (допустимые токи нагрузки в зависимости от условий прокладки на 15-30% больше, чем у кабеля с бумажной изоляцией);

- повышенный ток термической устойчивости при коротком замыкании, что особенно важно, когда сечение кабеля выбрано только на основании номинального тока короткого замыкания;

- низкий вес, меньший диаметр и радиус изгиба, что обеспечивает легкость прокладки кабеля, как в кабельных сооружениях, так и в земле на сложных трассах;

- благодаря полимерной оболочке, есть возможность прокладывать кабель при температуре до  $-20^{\circ}\text{C}$  без предварительного подогрева;

- низкая удельная повреждаемость (как показывает практика, повреждаемость кабеля с СПЭ изоляцией как минимум на 1-2 порядка ниже, чем у кабеля с бумажно-пропитанной изоляцией);
- отсутствие каких-либо жидких компонентов (масел), благодаря которому уменьшается время и снижается стоимость прокладки и монтажа;
- однофазная конструкция, позволяющая изготавливать кабель с жилой, сечением до 1000 мм<sup>2</sup>, оптимальным для передачи большой мощности;
- большие строительные длины — до 2000- 4000 м. Учитывая также, что основным видом повреждений на одножильном кабеле является однофазное замыкание, можно утверждать, что затраты на ремонт значительно сокращаются.

Твердая изоляция обладает огромными преимуществами, когда кабель прокладывается на местности с большими наклонами, возвышенностями, на участках имеющих большую разницу уровней, на участках, имеющих наклон и вертикальных участках.

Таким образом, в зависимости от конструкции и материала изоляции кабелей, они имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому прокладке кабелей, должны учитываться условия прокладки и эксплуатации, а также требования, которые предъявляются к надежности кабельных линий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований, касающихся вопросов безопасности при проектировании системы электроснабжения, была выделена проблема прокладки кабельных линий напряжением 35 кВ.

Во время работы были разработаны предпосылки по применению силового кабеля с электрической изоляцией из сшитого полиэтилена. Указанный кабель обладает следующими преимуществами относительно традиционных силовых кабелей:

1. Возможность вести прокладку кабеля при температуре до  $-20^{\circ}\text{C}$  без предварительного подогрева, благодаря использованию полимерных материалов для изоляции и оболочки;
2. Большие строительные длины — до 2000- 4000 м;
3. Большая пропускная способность за счет увеличения допустимой температуры жилы;
4. Отсутствие каких-либо жидких компонентов (масел), благодаря которому уменьшается время и снижается стоимость прокладки и монтажа.

За счет указанных преимуществ представленного технического решения достигается следующий положительный эффект:

1. Повышение уровня защищенности кабеля от внешних повреждений;
2. Повышение взаимной защищенности;
3. Исключение токов утечки;
4. Уменьшение затрат на эксплуатацию;
5. Обеспечение улучшения ремонтпригодности.

Предлагаемое техническое решение будет реализовано при модернизации линий электропередач «Водозабор - 1» в ООО «СИБУР Тольятти» в □ квартале 2018 г.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Арефьева, Д.А. Производственная безопасность при капитальном ремонте и обслуживании электроустановок на предприятии [Текст] / Д.А. Арефьева // Наука, техника и образование. - 2015. - № 8 (14). - С.87-88. - Библиогр.: с.88.

2. Сибикин, Ю.Д., Сибикин, М.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] : учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин ; М-во обр. и науки. РФ. - М.: Высш. шк., 2001. - 336 с.: ил. ;21 см - Библиогр.: с. 321-322. - 30 экз. - ISBN 5-7695-2250-X.

3. ГОСТ 18690-82. Кабели, провода, шнуры и кабельная арматура. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение [Текст]. - Взамен ГОСТ 18690-73; введ. 1983-06-30. - Москва: Государственный комитет СССР по стандартам; М.: Изд-во стандартов, сор. 1983. - 10 с. - (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

4. Сибикин, Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий [Текст] : учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин ; М-во обр. и науки. РФ, Академия. - Москва, 2012. - 240 с.; 12 см. - Библиогр.: с. 130-134. - 300. - ISBN 978-5-7695-9388-8.

5. РД 34.20.508. Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий Ч. 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ [Текст]. - Введ. 1979-10-15. - М.: Энергия, 1966. - I, 7 с.: ил.; 15 см.

6. Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 19.02.2016) "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок". URL: <http://prom-nadzor.ru/content/prikaz-mintruda-rossii-ot-24-07-2013-no-328n/> (дата обращения: 08.05.2018).

7. Пат. 72093 Российская Федерация, МПК H01B 9/00 (2006.01). Кабель силовой с бумажной пропитанной изоляцией экранированного типа [Текст] / Бортникова Г.Н., Буров И.В., Ведерникова Н.В., Зубакина Э.Г., Мялицын

А.Н., Савченко В.Г. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Камкабель". - № 2007136353/22 ; заявл. 01.10.2007; опубл. 27.03.2008, Бюл. № 9. - 3 с.: ил.

8. Пат. 162525 Российская Федерация, МПК Н01В 9/00 (2006.01). Кабель силовой, не распространяющий горение, с бумажной изоляцией и оболочками, не содержащими галогены [Текст] / заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Кабель Технологии Инновации". - № 2015148385/07 ; заявл. 10.11.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 16. - 5 с.: ил.

9. Пат. 45856 162525 Российская Федерация, МПК Н01В 9/00 (2000.01). Кабель силовой с полимерной изоляцией с продольной герметизацией [Текст] / Буренкова С.В., Савченко В.Г., Вивчарь Г.Ю., Чиминева Е.М. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Камкабель". - № 2004136701/22 ; заявл. 14.12.2004; опубл. 27.05.2005, Бюл. № 15. - 3 с.: ил.

10. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства [Текст]. – Взамен СНиП Ш-33-76; введ. 1986-07-01. – Москва: Главгосэнергонадзором Минэнерго СССР; М.: Изд-во Государственные стандарты. 1998. - 6 с. - (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

11. Кисаримов, Р.А. Электробезопасность [Текст] : учеб.пособие / Р.А. Кисаримов ; М-во обр. и науки. РФ, Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2011, - 336с.: ил.; 14 см - Библиогр.: с. 326-328. - 50 экз. - ISBN 978-5-93037-230-4.

12. ГОСТ 12.2.007.14-75. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности [Текст]. – Введ. 1978-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – I, 2 с.

13. ГОСТ Р 53316-2009. Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Метод испытания [Текст]. - Введ. 2009-02-18. - М.: Изд-во стандартов, 2009. - III, 16 с.: ил. ; 20 см.

14. Приказ Минэнерго России от 13.01.2003 N 6 "Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей". URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40861/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40861/) (дата обращения: 08.05.2018).

15. Справочная информация от 07.07.2002 (ред. от 01.01.2018) "Правила устройства электроустановок. Седьмое издание". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_91542/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91542/) (дата обращения: 08.05.2018).

16. ГОСТ Р 12.0.006 – 2002. Система стандартов безопасности труда. Общие требования к управлению охраной труда в организации [Текст]. Введ. 2003-01-01. – М.: Госстандарт России, 2002. – IV, 7 с.

17. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Текст]. - Введ. 2009-12-10. - М.: Изд-во стандартов, 2009. - IV, 7 с.: ил. ; 16 см.

18. Ensuring industrial electrical safety [Text] / Michael Sa.- OSHA Training Center, 2010.

19 How to determine the best electrical safety practices for your plant [Text] / Robert S. - LeRoy , 2013.

20. Сибикин, Ю.Д., Сибикин, М.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] : учеб. пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин ; М-во обр. и науки. РФ. - М.: Высш. шк., 2001. - 336 с.: ил. ;21 см - Библиогр.: с. 321-322. - 30 экз. - ISBN 5-7695-2250-X.

21. Outline of Regulations of the Electrical Appliance and Material Safety Law [Text] / R. Dekker.- Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories (JET), Safety Center of Electrical Appliances and Materials, 2014.

22. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н (ред. от 12.01.2015) «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_91478/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91478/) (дата обращения:



08.05.2018).

23. Арефьева, Д.А. Безопасность технической эксплуатации электрооборудования на Тольяттинской ТЭЦ [Текст]: бакалаврская работа ... студент: 20.03.01: защищена 24.06.16: утв. 07.07.16 / Арефьева Дарья Александровна. - М., 2016. - 68 с. - Библиогр.: с. 66-68.

24. Горина, Л.Н., Фрезе, Т.Ю. Управление безопасностью труда [Текст]: учеб. пособие / Л.Н. Горина, Т.Ю. Фрезе; М-во обр. и науки. РФ, Тол.гос.универ. – Тольятти: ТГУ, 2010. - 186 с.; 22 см. - Библиогр. : с 184-185. - 100 экз.

25. Арефьева, Д.А. Безопасность технической эксплуатации электрооборудования [Текст] / Д.А. Арефьева // EUROPEAN SCIENCE. - 2016. - № 2 (12). - С.34-35. - Библиогр.: с.35.

26. Electrical Safety [Text] / D. Scott.- Texas Department of Insurance Division of Workers' Compensation Workplace & Medical Services, Outreach & Education, 2015.

27. Арефьева, Д.А. Анализ причин возникновения пожаров на промышленных предприятиях [Текст] / Д.А. Арефьева // EUROPEAN RESEARCH. – 2015. – №7 (8). – С.11-12. - Библиогр.: с.12.

28. Electrical Safety [Text] / Patrick.- Agsafe Project can be obtained by writing to Agsafe, 140 Warren Hall, University of California, Berkeley, CA 94720,2014.

29. Арефьева, Д.А. Нарушение правил электробезопасности на предприятиях [Текст] / Д.А. Арефьева // Вестник науки и образования. – 2015. – №7 (9). – С.27-28. - Библиогр.: с.28.

30. Арефьева, Д.А. Причины возникновения несчастных случаев на воздушных линиях электропередачи [Текст] / Д.А. Арефьева // Наука, техника и образование. – 2015. – №8 (14). – С.87-88. - Библиогр.: с.88.

31. Арефьева, Д.А. Требования безопасности во время производства работ с повышенной опасностью на производстве [Текст] / Д.А. Арефьева // Теория. Практика. Инновации. - 2017. -. - № 10. - С. 36-40. - Библиогр.: с.40.

32. Арефьева, Д.А. Техническое решение в выборе автоматического выключателя [Текст] / Д.А. Арефьева // Вестник науки и образования. - 2016. - № 9 (21). - С. 42-44. - Библиогр.: с.43-44.

33. Арефьева, Д.А. Безопасные работы на высоковольтных установках [Текст] / Д.А. Арефьева // Вестник науки и образования. - 2016. - № 2 (14). - С.25-26. - Библиогр.: с.26.

34. Арефьева, Д.А. Проблемы обеспечения безопасных условий труда при эксплуатации электроустановок [Текст] / Д.А. Арефьева // Konferencji Miedzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Inżynieria i technologia. Aktualne naukowe problemy. Rozpatrzenie, decyzja, praktyka" (29.06.2015 - 30.06.2015) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. - 56 str.

35. Арефьева, Д.А. Обеспечение безопасности при проектировании системы электроснабжения на предприятии [Текст] / Д.А. Арефьева // Достижения науки и образования. - 2016. - № 9 (10). - С.11-12. - Библиогр.: с.12.

36. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 30.12.2017) "О противопожарном режиме". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129263/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/) (дата обращения: 08.05.2018).

37. Арефьева, Д.А. Оценка антропогенного воздействия ТЭЦ на окружающую среду [Текст] / Д.А. Арефьева // Молодежный научный вестник. - 2017. - № 10. - С.56-59. - Библиогр.: с.59.

38. Арефьева, Д.А. Производственная безопасность при работе на высоте [Текст] / Д.А. Арефьева // ПРОБЛЕМЫ НАУКИ. - 2017. - № 9(22). - С. 25-26. - Библиогр.: с.26.

39. Яговкин, Г.Н., Арефьева, Д.А, Алекин, Д.Ю. Роль персонала в процессе формирования происшествий [Текст] / д.т.н., профессор Г.Н. Яговкин, магистрант Д.А. Арефьева, ведущий инженер Д.Ю. Алекин // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ (Самарский государственный технический университет). - 2017. - 23-24 марта. - С.42-45. - Библиогр.: с.45.

40. Арефьева, Д.А. Обеспечение безопасности при эксплуатации электроснабжения на Тольяттинской ТЭЦ [Текст] / Д.А. Арефьева // СИНЕРГИЯ НАУК. - 2017. -№ 16(10). - С. 388-394. - Библиогр.: с.394.