

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 17:52:55

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f5848641ca1c8e5b1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «СООРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ»

для студентов направления подготовки /специальности

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): «Передача и распределение электрической энергии в системах
электроснабжения»

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Лабораторная работа №1

Тема: Выполнение схем первичного электроснабжения.

Цель занятия: освоить методику составления схемы и плана распределительных сетей напряжением 10 кВ.

Приобретаемые умения и навыки:

- монтажа воздушных линий электропередач;
- выполнять технологические операции по монтажу воздушных линий напряжением 10 кВ;

Норма времени: 2 ч.

Оборудование: Инструменты электрика, макет воздушных электролиний.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Порядок выполнения работы:

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками:

Центральная распределительная подстанция (ЦРП) получает электрическую энергию от районных сетей 10 кВ по двум независимым линиям и распределяет ее от шин 10 кВ по трансформаторным подстанциям (ТП) потребителей.

При выборе схемы питания трансформаторных подстанций должна быть учтена категория потребителей:

для первой – используются радиальная, двухлучевые с односторонним и с двусторонним питанием, трехлучевая с двусторонним питанием;
для второй – петлевые и кольцевые, допускаются двухлучевые;
для третьей – одиночные магистрали с односторонним питанием и петлевые.

Для размещения ЦРП необходима площадь определенных размеров свободная от застройки и подземных коммуникаций, а также необходимы определенные почвенно-геологические условия. ЦРП необходимо располагать как можно ближе к точке ЦЭН.

Для питания электроприемников первой категории на подстанции устанавливаются два трансформатора, второй и третьей категорий – обычно один.

Магистрали для питания ТП 1, 2, 3, 10, 12 – 16, 17-21 получают питание

46

от различных территориально удаленных распределительных пунктов РП1 и РП2.

2. По заданию преподавателя:

- 1.Вычертить план распределительных сетей напряжением 10 кВ, где указать всех потребителей согласно их координатам (в масштабе).
- 2.Указать на плане точку ЦЭН.
- 3.Вычертить ЦРП как можно ближе к точке ЦЭН.
- 4.Указать на линиях маркировку и их длину.

3. Подготовить отчет следующего содержания:

- 1.Исходные данные.
2. План распределительных сетей напряжением 10 кВ с указанием всех потребителей согласно их координатам.
3. Указание ЦРП на плане.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

- 1.Дайте определение РП и ЦРП согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ).
 - 2.Что учитывается при выборе схемы питания трансформаторных подстанций.
 - 3.Назовите схемы питания трансформаторных подстанций для потребителей первой, второй и третьей категории.
- .

Лабораторная работа №2

Тема: Схема питания электроприёмников различных категорий.

Цель занятия: освоить методику составления схемы питания электроприёмников различных категорий

Приобретаемые умения и навыки:

- монтажа воздушных линий электропередач;
- выполнять технологические операции по монтажу воздушных линий напряжением 10 кВ;

Норма времени: 2 ч.

Оборудование: Инструменты электрика, макет воздушных электролиний.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Краткое описания

Основные понятия и классификации электроприёмников.

Системой электроснабжения (СЭС)- называется совокупность устройств, для производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

Система электроснабжения создается для обеспечения электропитания промышленных, городских, сельскохозяйственных и прочих потребителей.

Электроприёмником (ЭП)- называют электрическую часть установки, получающую электроэнергию от источника и преобразующую ее в другие виды энергии:

1. Механическую.
2. тепловую
3. световую и т.д.

По роду тока приемники делятся на группы использующиеся:

переменный, постоянный и импульсный ток.

По номинальному напряжению ЭП делятся на, до 1000 вольт и свыше 1000 вольт.

По режиму нейтрали делятся:

глухозаземленные нейтрали, с эффективно заземленной через активное сопротивление нейтрали, с изолированной нейтралью, с компенсированной индуктивностью нейтралью.

Электроприемники делятся по величине тока замыкания на землю на:

ЭП с малыми токами с замыканием на землю (до 500 Ампер), и с большими токами на землю свыше 500 ампер.

По частоты ЭП делятся на группы использующие: промышленную частоту 50 герц, повышенную частоту от 50 герц до 10 килогерц, пониженную частоту до 50 герц, и высокую частоту свыше 10 килогерц.

По виду графиков нагрузки ЭП подразделяются на группы режимов работы:

Продолжительный режим работы, коротковременный режим и повторнокоротковременный режим.

По степени симметрии нагрузка ЭП может быть:

Трехфазносеметричной (двигатели, трехфазные печи)

И не симметричные однофазные и двух фазные, если ее не удастся распределить между фазами равномерно (однофазные трансформаторы сварочные).

По надежности и бесперебойности питания, потребители эл. энергии делятся на три категории:

1. потребители первой категории это -приемники перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни людей или большой материальный ущерб связанный с повреждением оборудования.
2. потребители второй категории –это приемники перерыв в эл. снабжении связан с существенным недоотпуском продукции с простоем людей (экономический ущерб)
3. потребители третьей категории- это приемники перерыв в эл. снабжении которых не приведет к материальному ущербу и опасности жизни людей.

Особая группа потребителей, -сверхответственные потребители, для них необходим независимый источник питания.

По величине пусковых токов различают ЭП с существенными и не существенными пусковыми токами. Пусковые токи ЭП и их длительность следует считать существенными, когда их учет

приводит к коррекции параметров элементов системы электроснабжения выбранных по токам нормального режима.

Установленная мощность является одной из важнейших характеристик ЭП (электропотребителей) и определяется как сумма номинальных мощностей однородных приемников.

У различных ЭП номинальная мощность «S» понимается по разному:

1. у электродвигателей номинальная мощность равна P_n , мощности на валу при номинальной продолжительности включения.
2. у электротехнологических установок, номинальная мощность равна P_n полной мощности потребляемой из сети
3. у ламп накаливания номинальные и потребляемые мощности совпадают.

Активная мощность- P_n

Синхронные двигатели выдают реактивную «-» мощность (емкостную), при длительном режиме работы (перевозбуждении). При больших мощностях используют синхронные двигатели от 150 киловат.

Основные сведения о системах электроснабжения объектов.

НН – низковольтное напряжение

ВН - высокое напряжение

По характеру потребителя и от назначения территории, на которых они находятся, различают:

сети промышленных предприятий, сети в сельской местности, сети электрического транспорта, городские сети.

Так же имеют районные сети - предназначенные для соединения крупных электрических станции и подстанции напряжения выше 35 киловольт.

Сети межсистемных связей - предназначены для соединения крупных электроэнергетических систем, напряжением 330, 500 и 750 киловольт.

Потребитель – это предприятие, организация либо территориально обособленный цех, у которых электроприемники присоединены к электрической сети (источник питания) по роду тока и напряжения идентичны.

Электроустановками – называют совокупность машин, аппаратов, линии и вспомогательного оборудования, предназначенных для производства, преобразования, передачи, накопления и распределения электрической энергии и преобразование ее в другой вид энергии. Примеры: электрическая подстанция, линия электропередач.

Электроэнергетической системой (энергосистема) - называют совокупность электростанции, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электроэнергии и теплоты, при общем управлении этим режимом.

Электрической сетью - называют совокупностью электроустановок для передачи и распределения электрической энергии (ЭЭ) состоящих из подстанции, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линии электропередачи ЛЭ работающих на определенной территории.

Подстанции - называют электроустановку, служащую для преобразования и распределения электроэнергии и состоящую из трансформаторов или других преобразователей электроэнергии, распределительного устройства, из устройства управления и вспомогательных сооружений.

Трансформацию подстанции – называют комплектной (КТП) (ТП сборочная на месте) при поставке трансформаторов, щита низкого напряжения и других элементов, в собранном виде или в виде, полностью подготовленном для сборки.

Электрическая подстанция – это электроустановка для преобразования и распределения электрической энергии.

Распределительным устройством - называют (РУ) электроустановку, служащую для приема и распределения электроэнергии и содержащую коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и т.д.) а так же устройства защиты, автоматики и измерительные приборы. Если все или основное оборудование РУ расположено на открытом воздухе оно называется открытым распределительным устройством (ОРУ), если на закрытом помещении то это (ЗРУ). РУ состоящее из полностью или частично закрытых шкафов и блоков со встроенными в них аппаратами устройствами защиты и автоматики, поставляемое в собранном или подготовленном для сборки виде называют – комплектным, и обозначают: (КРУ)-комплектное распред устройство для внутренней установки, КРУН- комплектное распред устройство для наружной установки.

Распределительным пунктом – называют РУ предназначенное для приема и распределения электроэнергии на одном напряжении без преобразования и трансформации. Распределительный пункт до 1 киловольта – называют силовым пунктом или сборкой. Для напряжения 6-10 киловольт широко применяется понятие - распределительная подстанция (РП).

Распределительным щитом – называют РУ до 1 киловольта, предназначенное для управления линиями сетей и их защиты.

Станция управления – это комплектное устройство до 1 киловольта, предназначенное для дистанционного управления электроустановками или их частями с автоматизированным управлением функции.

Электрические параметры электроэнергетических систем.

«не симметрия» - это когда с проводов снимается не равное напряжение.

Различают параметры элементов сети и параметры ее режимов.

Параметрами элементов электрической сети являются – сопротивление и проводимости и коэффициенты трансформации. К параметрам сети так же относят ЭДС источников и мощности нагрузок (токи).

К параметрам режима сети относятся: значение частоты, токов в ветвях, напряжения в узлах, фазовых углов, полной активной и реактивной мощностей электропередачи, а так же значения характеризующее не симметрию трехфазной системы напряжении или токов.

Под режимом сети - понимается ее электрическое состояние.

Возможные режимы работы электрических систем.

1. Нормально установившейся режим.

Это когда значение основных параметров (частота и напряжения) равны = номинальным или находятся в пределах допустимых отклонениям от них, значение токов не превышают допустимых величин по условиям нагрева. Нормальным считается режим при включении и отключении мощных линии или трансформаторов, а так же для резко переменных (ударных) нагрузок.

1. Переходный не установившийся режим.

Система переходит из установившегося нормально состояния в другое установившееся с резко изменившимися параметрами, этот режим считается аварийным и наступает при внезапных изменениях в схеме и резких изменениях генераторных и потребляемых мощностей.

Во время аварийного переходного режима параметры режима системы могут резко отклоняться от нормированных значениях.

1. После аварийный установившийся режим.

Наступает после локализации аварий в системе. Этот режим чаще всего отличается от нормального так как в результате аварий один или несколько элементов системы (генератор, трансформатор, линия) будут выведены из работы. При этом режиме может возникнуть дефицит мощности, когда мощность генераторов оставшихся в работе части системы, меньше мощности потребителей.

2. По заданию преподавателя:

1. Вычертить Схему питания электроприёмников различных категорий указать всех потребителей согласно их координатам (в масштабе).
2. Указать на плане точку ЦЭН.
3. Вычертить ЦРП как можно ближе к точке ЦЭН.
4. Указать на линиях маркировку и их длину.

3. Подготовить отчет следующего содержания:

1. Исходные данные.
2. План распределительных сетей напряжением 10 кВ с указанием всех потребителей согласно их координатам.
3. Указание ЦРП на плане.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое станция управления
2. Что учитывается при выборе схемы электроприёмников различных категорий.
3. Дайте определение Распределительным пунктом
4. Дайте определение Распределительным щитом
5. Дайте определение Электроэнергетической системой
6. Дайте определение Электроустановками
7. Дайте определение Подстанции

Лабораторная работа №3

Тема: Разработка схем электроснабжения сельхозпотребителей при сочетаниях рабочих напряжений и применяемой аппаратуры..

Цель занятия: освоить методику составления схемы и плана распределительных электроснабжения сельхозпотребителей при сочетаниях рабочих напряжений и применяемой аппаратуры..

Приобретаемые умения и навыки:

- выполнять технологические операции по ремонту воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ;

- измерять нагрузки и напряжения на воздушных линиях электропередач **Норма времени:** 2 ч.

Оборудование: Инструменты электрика, макет воздушных электролиний.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Порядок выполнения работы:

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками

Содержание

Введение

1. Краткая характеристика потребителей

2. Определение расчетных электрических нагрузок села

2.1 Определение расчетных электрических нагрузок жилых зданий

2.2 Определение расчетных электрических нагрузок общественных зданий

3. Проектирование наружного освещения

3.1 Выбор нормы освещенности

3.2 Выбор системы освещения

3.3 Расчет освещения улиц

3.4 Выбор сечения проводников осветительной сети

4. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов и трансформаторной подстанции

4.1 Определение числа и мощности трансформаторов трансформаторной подстанции

4.2 Техничко-экономическое сравнение вариантов

5. Расчеты и проектирование питающих сетей 10 кВ

5.1 Схема распределительной сети 10кВ

5.2 Выбор сечения проводов сети 10кВ

5.3 Расчет потокораспределения в сети 10кВ

6. расчеты и проектирование питающих сетей 0,4 кВ

6.1 Проектирование системы электроснабжения 0,4кВ

6.2 Выбор сечения проводов на напряжение 0,4кВ

7. Расчеты токов короткого замыкания

7.1 Расчет токов короткого замыкания в сети напряжением 10кВ

7.2 Расчет токов короткого замыкания в сети напряжением 0,4кВ

8. Выбор и проверка коммутационной и защитной аппаратуры

8.1 Выбор коммутационной и защитной аппаратуры в сети 10кВ

8.2 Выбор коммутационной и защитной аппаратуры в сети 0,4кВ

9. Расчёт релейной защиты

9.1 Защита силовых трансформаторов

9.2 Защита линий 10кВ

9.2.1 Селективная токовая отсечка без выдержки времени

9.2.2 МТЗ с выдержкой времени

9.3 Расчет устройства автоматического включения резерва

10. Безопасность и экологичность проекта

10.1 Меры защиты персонала при обслуживании электроустановок

10.2 Проектирование защиты подстанции от грозовых и внутренних перенапряжений

10.3 Расчет заземляющего устройства ТП

10.4 Проектирование мер безопасности при прокладке ЛЭП

10.5 Защита жителей в случае аварии в системе энергоснабжения в зимнее время

11. Организационно-экономическая часть

11.1 Сметно-финансовый расчет

11.2 Пересчет локальной сметы в текущие цены

11.3 Расчёт эффективности инвестиционных вложений

11.4 Расчет численности электромонтажной бригады

11.5 Организация электромонтажных работ

3. Подготовить отчет следующего содержания:

1. Исходные данные.
2. План распределительных сетей напряжением от 0.4кВ- 10 кВ с указанием всех потребителей согласно их координатам.
3. Указание ЦРП на плане.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Как расчет токов короткого замыкания в сети напряжением 0.4-10кВ
2. Как рассчитать сеть сельского хозяйства
3. Начертите схему питания электроснабжения сельхозпотребителей при сочетаниях рабочих напряжений и применяемой аппаратуры..

.

Лабораторная работа №4

Тема: Изучение средств механизации для строительства воздушных линий.

Цель занятия: Формирование у обучающихся профессиональных навыков при выполнении типовых электромонтажных операций.

Приобретаемые умения и навыки:

- выполнять технологические операции по ремонту воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ;

- измерять нагрузки и напряжения на воздушных линиях электропередач **Норма времени:** 2 ч.

Оборудование: Инструменты электрика, макет воздушных электролиний.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Порядок выполнения работы:

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками

На строительных машинах применяют следующие **типы силового оборудования**:

а) **электрический** — двигатели переменного и постоянного токов; б) **двигатели внутреннего сгорания**; в) **пневматический**; г) **комбинированный** — дизель-электрический, дизель-пневматический, дизель- или электро-гидравлический; д) **паровой**.

Основным видом силового оборудования **стационарных** машин являются **электродвигатели**, для питания которых электроэнергия подводится извне **по кабелю**. Для машин **передвижных**, как правило, применяют **двигатели внутреннего сгорания**. **Электродвигатели** применяют и в ряде передвижных машин (**кранах, экскаваторах**); на этих машинах электроэнергия для питания электродвигателей вырабатывается установленным на машине **генератором**, приводимым во вращение дизелем (комбинированный привод).

Электропривод находит широкое применение благодаря своим положительным качествам — **высокой экономичности**, возможности применения индивидуальных приводов для отдельных механизмов, постоянной готовности к работе, **удобству управления и чистоте рабочего места**.

В строительных машинах применяют **преимущественно электроприводы** на переменном трехфазном токе нормальной частоты (50 Гц). Приводы постоянного тока и по системе генератор — двигатель применяют при необходимости регулирования скоростей машины с обеспечением плавности ее работы (например, **для мощных экскаваторов**). Для привода машин, имеющих **длительно-непрерывный режим работы (конвейеры, дробилки, бетоносмесители и т. п.)**, применяют **электродвигатели общепромышленных типов**. Для привода машин, имеющих **кратковременно-повторный режим работы (краны, экскаваторы)**, применяют специальные **крановые электродвигатели**, работающие при частых пусках и торможениях, с широко регулируемой скоростью вращения, обладающие значительной перегрузочной способностью (отношением максимального момента, развиваемого двигателем, к его номинальному моменту).

Двигатели внутреннего сгорания являются основным видом силового оборудования для **передвижных** строительных машин. Наиболее широкое применение нашли дизели, работающие на тяжелом **жидком топливе**.

Двигателем внутреннего сгорания (ДВС) называется тепловая машина, преобразующая химическую энергию топлива в механическую работу.

Достоинствами поршневого ДВС, обеспечившими его широкое применение, являются: **автономность, универсальность (сочетание с различными потребителями), невысокая стоимость, компактность, малая масса, возможность быстрого запуска, многотопливность**.

ДВС имеют ряд существенных **недостатков**, к которым относятся: **высокий уровень шума, большая частота вращения коленчатого вала, токсичность отработавших газов, невысокий ресурс, низкий коэффициент полезного действия**.

Устройство двигателя внутреннего сгорания

Поршневой двигатель внутреннего сгорания включает **корпус, два механизма** (кривошипно-шатунный и газораспределительный) и **ряд систем** (впускную, топливную, зажигания, смазки, охлаждения, выпускную и систему управления).

Корпус двигателя объединяет блок цилиндров и головку блока цилиндров. Кривошипно-шатунный механизм преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Газораспределительный механизм обеспечивает своевременную подачу в цилиндры воздуха или топливно-воздушной смеси и выпуск отработавших газов.

Впускная система предназначена для подачи в двигатель воздуха. Топливная система питает двигатель топливом. Совместная работа данных систем обеспечивает образование топливно-воздушной смеси. Основу топливной системы составляет система впрыска.

Система зажигания осуществляет принудительное воспламенение топливно-воздушной смеси в бензиновых двигателях. В дизельных двигателях происходит самовоспламенение смеси.

Система смазки выполняет функцию снижения трения между сопряженными деталями двигателя. Охлаждение деталей двигателя, нагреваемых в результате работы, обеспечивает система охлаждения. Важные функции отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, снижения их шума и токсичности предписаны выпускной системе.

Система управления двигателем обеспечивает электронное управление работой систем двигателя внутреннего сгорания.

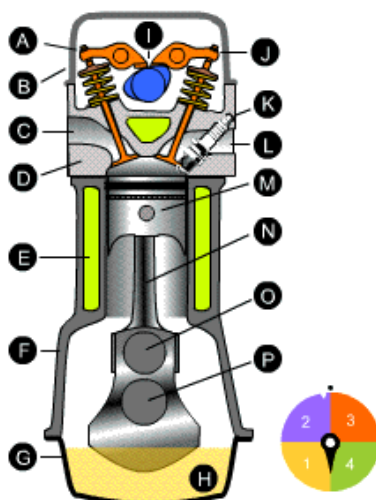
Работа двигателя внутреннего сгорания

Принцип работы ДВС основан на эффекте теплового **расширения газов**, возникающего при **сгорании топливно-воздушной смеси** и обеспечивающего перемещение поршня в цилиндре.

Работа поршневого ДВС осуществляется циклически. Каждый рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала и включает четыре такта (четырёхтактный двигатель): впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Во время тактов впуск и рабочий ход происходит движение поршня вниз, а тактов сжатие и выпуск – вверх. Рабочие циклы в каждом из цилиндров двигателя не совпадают по фазе, чем достигается равномерность работы ДВС. В некоторых конструкциях двигателей внутреннего сгорания рабочий цикл реализуется за два такта – сжатие и рабочий ход (двухтактный двигатель).

- | | |
|---|--|
| A Впускной клапан, рычаг и пружина | I Распредвал |
| B Крышка | J Выпускной клапан, рычаг и пружина |
| C Впускной канал | K Свеча |
| D Головка блока | L Выпускной канал |
| E Охлаждающая жидкость | M Поршень |
| F Корпус двигателя | N Шатун |
| G Поддон картера | O Подшипник |
| H Маслосборник | P Коленчатый вал |
-
- 1 Впуск
 - 2 Сжатие
 - 3 Рабочий ход
 - 4 Выпуск
 - искра
 - Верхняя мертвая точка



На такте впуск впускная и топливная системы обеспечивают образование топливно-воздушной смеси. В зависимости от конструкции смесь образуется во впускном коллекторе (центральный и распределенный впрыск бензиновых двигателей) или непосредственно в камере сгорания (непосредственный впрыск бензиновых двигателей, впрыск дизельных

двигателей). При открытии впускных клапанов газораспределительного механизма воздух или топливно-воздушная смесь за счет разрежения, возникающего при движении поршня вниз, подается в камеру сгорания.

На такте сжатия впускные клапаны закрываются, и топливно-воздушная смесь сжимается в цилиндре двигателя.

Такт рабочий ход сопровождается воспламенением топливно-воздушной смеси (принудительное или самовоспламенение). В результате возгорания образуется большое количество газов, которые давят на поршень и заставляют его двигаться вниз. Движение поршня через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение коленчатого вала, которое затем используется для движения автомобиля.

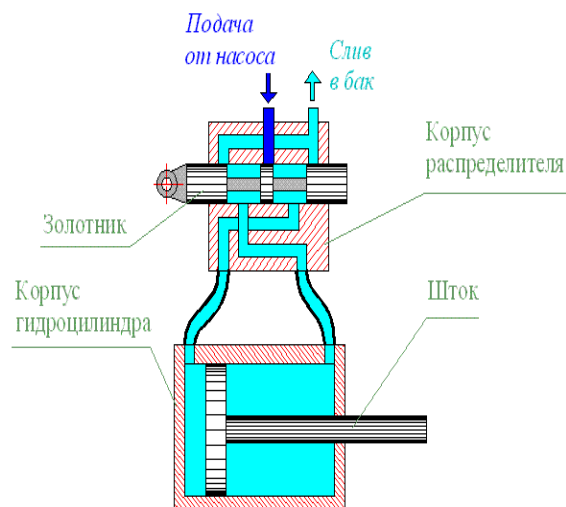
При такте выпуск открываются выпускные клапаны газораспределительного механизма, и отработавшие газы удаляются из цилиндров в выпускную систему, где производится их очистка, охлаждение и снижение шума. Далее газы поступают в атмосферу.

НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ГИДРОПРИВОДА

Гидравлические приводы широко используют при автоматизации производственных процессов. Они применяются главным образом **для** осуществления **поступательных перемещений** с преодолением больших усилий, реже – для вращательного движения.

Гидравлический привод состоит **из насоса и гидродвигателей(гидроцилиндров)**, между которыми устанавливаются **регулирующие и распределительные устройства**. **Регулирующие** устройства (дроссель и клапаны) дают возможность **изменять усилие и скорость** перемещения штока цилиндра. **Распределительные** устройства (золотники и клапаны) обеспечивают **включение, выключение, реверсирование** гидродвигателей.

В простейшем случае золотник может занимать 3 позиции. В нейтральном положении, показанном на *рис.*, каналы распределителя закрыты и жидкость **не** поступает от насоса ни в одну из полостей гидроцилиндра — шток остаётся в покое. При смещении золотника влево рабочая жидкость по каналам в корпусе распределителя и по трубопроводам поступает в левую полость гидроцилиндра, и шток выдвигается. Если же золотник сместить вправо от нейтрального положения, то рабочая жидкость будет поступать уже в правую полость гидроцилиндра, а из левой полости пойдёт на слив в гидробак. В этом положении золотника шток вдвигается.



Принцип работы гидравлического привода схематически показан на рис. 1.

В разомкнутой (открытой) схеме гидропривода в рабочей позиции трехпозиционного распределителя 4 насос 2 всасывает рабочую жидкость из бака 1 гидросистемы и под давлением нагнетает ее в гидродвигатель (гидроцилиндр) 5. Совершив полезную работу, рабочая жидкость возвращается в бак.

При перемещении золотника распределителя в обратную рабочую позицию меняется направление потока рабочей жидкости и соответственно направление движения штока цилиндра. В средней (нейтральной позиции) распределитель 4 с ручным управлением соединяет насос с баком гидросистемы, обеспечивая разгрузку насоса от давления. В нерегулируемых гидромашинах скорость перемещения штока гидроцилиндра регулируется дросселированием потока рабочей жидкости в распределителе или с помощью регуляторов потока.

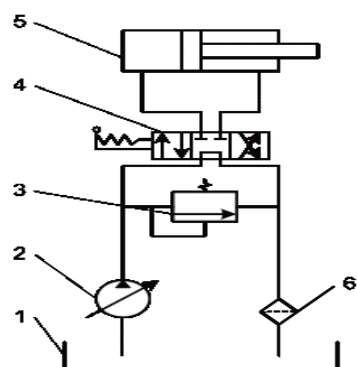


Рис. 1. Схема гидравлического привода с разомкнутым потоком: 1 — бак; 2 — регулируемый насос; 3 — предохранительный клапан прямого действия; 4 — трехпозиционный распределитель; 5 — гидроцилиндр; 6 — фильтр

Достоинства привода:

- а) возможность **бесступенчатого регулирования скорости** перемещения;
- б) **незначительное изменение скорости** перемещения; от нагрузки (из-за не сжимаемости рабочей жидкости);
- в) возможность перемещения рабочих органов машин до жёстких упоров без дополнительных предохранительных устройств; так как **привод при перегрузках останавливается**;
- г) ослабление вредного влияния сил инерции, благодаря **плавности перемещения поршня**;
- д) **незначительный износ деталей** узлов привода, которые постоянно находятся в масле, что обеспечивает надёжную работу механизмов.

Недостатки привода:

- а) **малый коэффициент полезного действия** (при периодической работе привода насос работает непрерывно, а жидкость, нагреваясь, перекачивается на слив);
- б) **сложность изготовления и высокая стоимость** из-за большой точности изготовления **деталей и узлов** привода для обеспечения герметичности соединений;
- в) **загрязнение** рабочих машин и рабочего места вытекающей **жидкостью** при неисправности уплотнения.

НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ПНЕВМОПРИВОДА

Пневматический привод — совокупность устройств, предназначенных для приведения в **движение** частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха.

Пневмопривод - «пневматическая вставка» **между** приводным двигателем и **нагрузкой** (механизмом) и выполняет те же функции, что и механическая передача (редуктор, ремённая передача, кривошипно-шатунный механизмами т. д.). Основное назначение пневмопривода — **преобразование механической характеристики** приводного двигателя в соответствии с требованиями нагрузки (преобразование вида движения выходного звена двигателя, его параметров, а также **регулирование, защита от перегрузок** и др.).

Обязательными **элементами** пневмопривода являются компрессор (генератор пневматической энергии) и пневмодвигатель.

Пневмопривод может быть вращательным **или** поступательным. Пневмоприводы с поступательным движением получили наибольшее распространение в технике.

Принцип действия пневматических машин

В общих чертах, передача энергии в пневмоприводе происходит следующим образом:

1. Приводной **двигатель передаёт вращающий момент на вал компрессора**, который сообщает **энергию рабочему газу**.
2. Рабочий **газ** после специальной подготовки **по пневмолиниям** через регулируюшую аппаратуру поступает **в пневмодвигатель**, где пневматическая **энергия преобразуется в механическую**.
3. После этого рабочий **газ** выбрасывается **в окружающую среду**, в отличие от гидропривода, в котором рабочая жидкость по гидролиниям возвращается либо в гидробак, либо непосредственно к насосу.

Воздух в пневмосистему поступает через **воздухозаборник**.

Фильтр осуществляет **очистку** воздуха в целях предупреждения повреждения элементов привода и уменьшения их износа.

Компрессор осуществляет **сжатие** воздуха.

Поскольку, сжатый в компрессоре воздух имеет высокую температуру, то перед подачей воздуха потребителям воздух **охлаждают в теплообменнике** (в холодильнике).

Чтобы предотвратить обледенение, а также для уменьшения коррозии деталей, в пневмосистеме устанавливают **влажготделитель**.

Ресивер служит для создания запаса сжатого воздуха.

В **маслораспылителе** в сжатый воздух добавляется **смазка**, благодаря чему уменьшается **трение** между подвижными деталями пневмопривода и предотвращает их заклинивание.

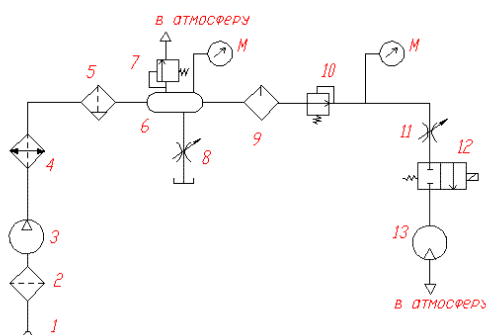
В **пневмоприводе** обязательно устанавливается **редукционный клапан**, обеспечивающий подачу к пневмодвигателям сжатого воздуха **при постоянном давлении**.

Распределитель управляет **движением** выходных звеньев **пневмодвигателя**.

В **пневмодвигателе** энергия сжатого **воздуха** преобразуется в **механическую** энергию.

Достоинства: отсутствие необходимости **возвращать** рабочее тело (**воздух**) назад к компрессору; **меньший вес рабочего тела**; **меньший вес исполнительных устройств**; простота и экономичность; **быстрота срабатывания** и **большие частоты вращения**; **пожаробезопасность** и **нейтральность рабочей среды**; способность передавать **энергию на большие расстояния**; **менее чувствителен к изменению температуры среды**.

Недостатки: **нагревание и охлаждение рабочего газа**; возможность **обмерзания** пневмосистем; **конденсация водяных паров** из рабочего газа, и в связи с этим необходимость его осушения; **высокая стоимость**



- 1 - воздухозаборник; 2 - фильтр 3 - компрессор;
4 - теплообменник; 5 - влаготделитель; 6 -
воздухосборник (ресивер); 7 -
предохранительный клапан; 8 - дроссель;
9 — маслораспылитель; 10 — редукционный
клапан; 11 - дроссель;
12 — распределитель; 13 пневмомотор;
М — манометр

пневматической энергии;ещё более **низкий КПД**, чем у гидропривода;**низкие точность срабатывания и плавность хода**;возможность взрывного **разрыва трубопроводов** или производственного травматизма, из-за чего в промышленном пневмоприводе применяются небольшие давления рабочего газа;для регулирования величины поворота штока привода необходимо использование дорогостоящих устройств — позиционеров.3. Подготовить отчет следующего содержания:

1. Изучить теоретический материал.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип действия ДВС. Достоинства и недостатки
2. Устройство и принцип действия гидропривода. Достоинства и недостатки.
3. Устройство и принцип действия пневмопривода. Достоинства и недостатки.

Лабораторная работа №5

Тема: Расчёт нагрузки на участке ВЛ 0.4-10 кВ.

Цель занятия: освоить методику составления схемы и плана распределительных сетей напряжением 10 кВ.

Приобретаемые умения и навыки:

- выполнять технологические операции по монтажу воздушных линий напряжением 0,4 кВ;
- выполнять технологические операции по монтажу воздушных линий напряжением 10 кВ
- измерять нагрузки и напряжения на воздушных линиях электропередач;

Норма времени: 2 ч.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Порядок выполнения работы:

1. В порядке самостоятельной подготовки к выполнению работы ознакомиться с литературными источниками:

- 1. Кратким описанием*
- 2. Исходными данными*
- 3. Расчетно технической частью*

Краткое описание

Воздушной линией электропередач называется инженерно-техническое сооружение, выполненное на открытом воздухе, состоящее из опор, проводов, крепящей и изолирующей арматуры, предназначенное для передачи электрической энергии на расстояние.

Воздушные линии подразделяются:

1. По классу напряжения (0,4; 10; 35; 110; 500кВ и выше)
2. По конструктивному исполнению

3. По назначению (распределительные, питающие, магистральные сети)

4. По условиям защиты (глухо-заземленная, изолированная нейтрали)

Для ВЛ - 10 кВ следует применять следующие типы опор:

1) промежуточные, устанавливаемые на прямых участках трассы ВЛ. Эти опоры в нормальных режимах работы не должны воспринимать усилий, направленных вдоль ВЛ;

2) анкерные, устанавливаемые для ограничения анкерного пролета, а также в местах изменения числа, марок и сечений проводов ВЛ. Эти опоры должны воспринимать в нормальных режимах работы усилия от разности тяжения проводов, направленные вдоль ВЛ;

3) угловые, устанавливаемые в местах изменения направления трассы ВЛ. Эти опоры при нормальных режимах работы должны воспринимать результирующую нагрузку от тяжения проводов смежных пролетов. Угловые опоры могут быть промежуточными и анкерного типа;

4) концевые, устанавливаемые в начале и конце ВЛ, а также в местах, ограничивающих кабельные вставки. Они являются опорами анкерного типа и должны воспринимать в нормальных режимах работы ВЛ одностороннее тяжение всех проводов.

Опоры, на которых выполняются ответвления от ВЛ, называются ответвительными; опоры, на которых выполняется пересечение ВЛ разных направлений или пересечение ВЛ с инженерными сооружениями, - перекрестными. Эти опоры могут быть всех указанных типов.

Конструкции опор должны обеспечивать возможность установки:

светильников уличного освещения всех типов;

концевых кабельных муфт;

защитных аппаратов;

секционирующих и коммутационных аппаратов;

шкафов и щитков для подключения электроприемников.

В качестве материала для неизолированных проводов служат алюминии и сталь, в редких случаях медь. На ВЛ - 10 кВ используют сталеалюминовые провода. В сталеалюминовых проводах внутренние проволоки выполнены из стали, а наружные из алюминия. Стальные - несут механическую нагрузку, алюминиевые - электрическую.

Неизолированные провода для воздушных линий выполняют однопроволочными и многопроволочными.

Однопроволочные провода изготавливают только из меди и стали. Алюминиевые однопроволочные провода для воздушных линий применять нельзя.

Многопроволочные провода изготавливаются из всех трех видов металлов в виде проволок одинакового сечения. Их число обычно равно 7, 12, 19 или 37. Для ВЛ-10 кВ применяют провода АС - 50, АС - 70, АС - 95.

Основное назначение изоляторов воздушных линий - изолировать провода от опор и других несущих конструкций. Их материал должен быть приспособлен к работе на открытом воздухе под воздействием переменных температур, осадков, солнца и т. д. Изоляторы главным образом изготавливаются из фарфора и специального стекла. Механическая прочность последних - выше, а размеры и масса меньше, чем у фарфоровых. При электрическом пробое стеклянные изоляторы разрушаются, что значительно упрощает контроль за их состоянием. Для воздушной линии 10 кВ применяют штыревые изоляторы: ШФ - 10; ШС - 10; ШФ - 20А. Если линия проходит по населённой местности, то ставится по два изолятора на каждый провод.

В данном проекте рассчитываем ВЛ-10 кВ, на основании расчета выбираем силовой трансформатор, аппараты защиты, оборудование и марку провода на линии электропередачи. Данное оборудование и аппараты защиты должны соответствовать государственным стандартам и требованиям по правилам устройства и эксплуатации электроустановок.

2. Исходные данные

3. Расчетно-техническая часть

Расчет электрических нагрузок

Расчет электрических нагрузок требуется для определения максимальной мощности, выбором мощности силовых трансформаторов, определения марки и сечения проводов, равномерности загрузки электрических сетей. Для этого необходимо знать характер нагрузки, режим работы электроустановок, коэффициенты дневного и вечернего максимума, установленную активную мощность.

Из справочных таблиц выбираем коэффициенты:

$$K_o = 0,6$$

$$K_d = 1$$

$$K_v = 0,4$$

Определяем активную, максимальную, дневную и вечернюю мощности.

$$P_{\text{мах д}} = P_{\text{уст}} \cdot K_o \cdot K_d \quad (3.1)$$

$$P_{\text{мах в}} = P_{\text{уст}} \cdot K_o \cdot K_v \quad (3.2)$$

Где $P_{\text{уст}}$ - установленная активная мощность (согласно таблицы 2.1) кВт.

K_o - коэффициент одновременности;

K_d - коэффициент дневного максимума;

K_v - коэффициент вечернего максимума.

$$P_{\text{мах д 1}} = 200 \times 0,6 \times 1 = 120 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 2}} = 200 \times 0,6 \times 1 = 120 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 3}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 4}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 5}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 6}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 7}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 8}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах д 9}} = 100 \times 0,6 \times 1 = 60 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 1}} = 200 \times 0,6 \times 0,4 = 48 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 2}} = 200 \times 0,6 \times 0,4 = 48 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 3}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 4}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 5}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 6}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 7}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 8}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{мах в 9}} = 100 \times 0,6 \times 0,4 = 24 \text{ кВт}$$

Определяем суммарную максимальную дневную и вечернюю мощности:

$$P_{\text{мах д}} = P_{\text{мах д 1}} + \dots + P_{\text{мах д 9}} \quad (3.3)$$

$$P_{\max \text{ д}} = 120 + 120 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 + 60 = 660 \text{ кВт}$$

$$P_{\max \text{ в}} = P_{\max \text{ в } 1} + \dots + P_{\max \text{ в } 9} \quad (3.4)$$

$$P_{\max \text{ в}} = 48 + 48 + 24 + 24 + 24 + 24 + 24 + 24 + 24 = 264 \text{ кВт}$$

В данном случае наибольшей мощностью является дневная - 660 кВт.

Находим отношение максимальной дневной к максимальной вечерней:

Для каждого токоприемника находим полную максимальную дневную и вечернюю мощности, при этом из таблицы выбираем коэффициенты мощности для полученного коэффициента:

$$\cos \varphi_{\text{д}} = 0,73$$

$$\cos \varphi_{\text{в}} = 0,76$$

Для каждого токоприемника определяем полную максимальную дневную и полную максимальную вечернюю нагрузки:

Определяем суммарную полную дневную и вечернюю мощности:

$$S_{\max \text{ д}} = S_{\max \text{ д } 1} + S_{\max \text{ д } 2} + \dots + S_{\max \text{ д } 9} \quad (3.7)$$

$$S_{\max \text{ в}} = S_{\max \text{ в } 1} + S_{\max \text{ в } 2} + \dots + S_{\max \text{ в } 9} \quad (3.8)$$

$$S_{\max \text{ д}} = 164 + 164 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 + 82 = 902 \text{ кВА}$$

$$S_{\max \text{ в}} = 63 + 63 + 31 + 31 + 31 + 31 + 31 + 31 + 31 = 343 \text{ кВА}$$

воздушный линия электрический трансформатор

Согласно расчетов наибольшую мощность получаем: дневную - 902 кВА. Расчет и выбор мощности силового трансформатора ТП-10/0,4 кВ

Силовой трансформатор для ТП - 10/0,4 кВ выбираем с учетом роста и перспективы развития электрической нагрузки в среднем на 5 - 7 лет.

При выборе трансформатора учитываем наибольшую максимальную мощность электроустановок. В дальнейшем расчет будем вести на примере ТП - 10/0,4 кВ. Принимаем трансформаторную подстанцию типа КТП, рассматриваем один трансформатор. Согласно раздела 3.1 - $S_{\max} = 164 \text{ кВА}$.

Силовой трансформатор принимаем марки ТМ согласно условия:

$$S_{\text{ном.т}} \geq S_{\max} [\text{ЛЗ}]$$

Согласно $S_{\max} = 164 \text{ кВА}$ принимаем силовой трансформатор марки ТМ - 250.

$$S_{\text{ном. тр}} = 250 \text{ кВА} \geq 164 \text{ кВА}$$

Техническую характеристику силового трансформатора заносим в таблицу

Техническая характеристика ТМ-250 Таблица 3.1

Тип	$S_{\text{ном}}$ кВА	$P_{\text{кз}}$	$P_{\text{х.х}}$	$U_{\text{кз}}$	$R_{\text{т}}$	$X_{\text{т}}$	$Z_{\text{т}}$	$\% Z_{\text{т}}$
		кВт	кВт	%	МОм	МОм	МОм	МОм
ТМ-250	250	0,74	3,7	4,5	9,4	27,2	28,7	104

3. Подготовить отчет следующего содержания:

1. Исходные данные.
2. Составить расчет нагрузки цепи на участки 04-10кВ.
3. Выводы.
4. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. По какой формуле рассчитывается нагрузка участка 04-10кВ.
2. Для чего необходим расчёт нагрузки на участках.
3. Как определяется суммарная полная мощность.
4. Основные назначения изоляторов воздушных линий.

Лабораторная работа №6

Тема: Составление типов и марок проводов ВЛ и ВЛИ

Цель занятия: освоить методику составления таблиц типов и марок проводов ВЛ и ВЛИ.

Приобретаемые умения и навыки:

- выполнять технологические операции по монтажу трансформаторных подстанций напряжением 0,4 кВ и 10 кВ;
- выполнять технологические операции по ремонту воздушных линий электропередач напряжением 0,4 кВ и 10 кВ;
- измерять нагрузки и напряжения на воздушных линиях электропередач;
- заменять изоляторы;

Норма времени: 2 ч.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Порядок выполнения работы:

1 Выявить виды проводов различных марок

2 Область применения проводов ВЛ и ВЛИ

Краткое описание

Первые воздушные линии с изолированными проводами (ВЛИ) появились во Франции в 1955 году. Из-за ограниченности выбора материалов в то время жилы были медными, а изоляция – из искусственной резины с неопреновой оболочкой для защиты от атмосферных воздействий.

Новая технология оказалась привлекательной и энергосистема Франции совместно с производителями кабеля и арматуры продолжила её развитие и улучшение.

На сегодняшний день проектируются и строятся линии электропередачи напряжением 0,38 - 35 кВ. Применение самонесущих изолированных и защищённых проводов является наиболее прогрессивным и перспективным путём развития электрических распределительных сетей.

Основными **конструктивными особенностями воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ** по сравнению с традиционными ВЛ с применением неизолированных проводов являются:

- наличие изоляции на токоведущих жилах;
- отсутствие траверс и изоляторов;
- минимальное расстояние между токоведущими жилами, которое ограничивается только толщиной изоляции и обуславливает малое реактивное сопротивление ВЛИ.

Основными преимуществами воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ являются значительное повышение надёжности распределительных электрических сетей и, как следствие этого, снижение эксплуатационных затрат. Все преимущества воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ можно объединить в три группы.

Первая группа – преимущества, которые сказываются при **проектировании и монтаже воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ**:

- простота конструктивного исполнения опор (отсутствие траверс и изоляторов);
- простота исполнения нескольких ответвлений от одной опоры;
- простота исполнения многоцепных линий электропередачи, возможность исполнения черырёх- и более цепных линий;
- возможность совместной подвески нескольких цепей ВЛИ с ВЛ 6-10 кВ и линиями связи;
- уменьшение безопасных расстояний от зданий и инженерных сооружений;
- возможность применения для опор ВЛИ стоек меньшей длины;
- увеличение длины пролётов (это преимущество не распространяется на систему СИП с изолированным нулевым несущим проводом);
- возможность прокладки СИП по стенам зданий и сооружений;
- эстетичность конструктивного исполнения воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ в условиях жилой застройки при отказе от опор на тротуарах и монтаже линии по фасадам зданий;
- эстетичность исполнения воздушных линий уличного освещения;
- отсутствие необходимости в вырубке просеки перед монтажом;
- простота монтажных работ и, соответственно, уменьшение сроков строительства.

Вторая группа – преимущества **эксплуатации и безопасность**:

- высокая надёжность в обеспечении электрической энергией в связи с низкой удельной повреждаемостью;
- отсутствие многочисленных замен повреждённых изоляторов, дефектного провода, выправки или замены дефектных траверс;
- сокращение объёмов и времени аварийно-восстановительных работ;
- резкое снижение (более 80 %) эксплуатационных затрат по сравнению с традиционными воздушными линиями электропередачи. Это обуславливается высокой надёжностью и бесперебойностью электроснабжения потребителей, а также отсутствием необходимости в расчистке просек в процессе эксплуатации линии;
- практическое исключение коротких междупазных замыканий и замыканий на землю;
- практическое отсутствие гололёда и налипание мокрого снега. Полиэтилен изоляционной оболочки проводников является неполярным диэлектриком и не образует ни электрических, ни химических связей с контактирующим с ним веществом;

- высокая механическая прочность проводов и, соответственно, меньшая вероятность их обрыва;
- пожаробезопасность, обусловленная исключением коротких замыканий при схлестывании проводов или перекрытии их посторонними предметами;
- адаптация к изменению режима и развитию сети;
- уменьшение безопасных расстояний до зданий и инженерных сооружений;
- возможность выполнения работ на воздушных линиях с изолированными проводами ВЛИ под напряжением без отключения потребителей (подключение абонентов, присоединение новых ответвлений);
- значительное уменьшение случаев электротравматизма при эксплуатации линии;
- обеспечение безопасности работ вблизи воздушных линий с изолированными проводами ВЛИ.

Третья группа – преимущества, влияющие на **качество электрической энергии, снижение технических и коммерческих потерь** в воздушных распределительных сетях напряжением до 1 кВ:

- снижение потерь напряжения как основного показателя качества электрической энергии вследствие малого реактивного сопротивления СИП по сравнению с традиционными воздушными линиями;
- снижение технических потерь электрической энергии вследствие малого реактивного сопротивления СИП;
- снижение коммерческих потерь электрической энергии. Существенно ограничен несанкционированный отбор электроэнергии, так как изолированные, скрученные между собой жилы исключают самовольное подключение к воздушным линиям с изолированными проводами ВЛИ путём набросов на провода;
- значительное снижение случаев вандализма и воровства. Температура плавления изоляции жил близка к температуре плавления алюминия. СИП не пригодны для вторичной переработки с целью получения цветного металла.

За рубежом линии с применением СИП называют необслуживаемыми.

Самонесущие изолированные провода представляют собой провод с алюминиевыми токопроводящими жилами, с изоляцией из **светостабилизированного сшитого или термопластичного полиэтилена**, скрученными с нулевым несущим проводом из алюминиевого сплава, причём несущий провод может быть изолирован или не изолирован.

Новый европейский стандарт HD626 описывает все типы **самонесущих изолированных проводов (СИП)**.

В мире распространены три основные системы СИП, рис.1.

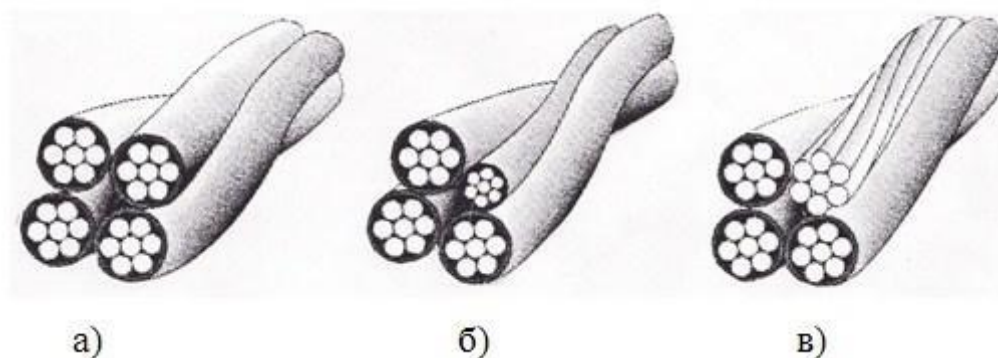


Рис. 1. Основные типы СИП до 1 кВ в соответствии с Европейским стандартом HD 626:

- а) – самонесущая система проводов СИП;
- б) – СИП с изолированной несущей нейтралью;
- в) – СИП с голой несущей нейтралью

Самонесущая система **СИП** представляет собой 4 изолированные алюминиевые жилы. Механическая прочность и сечение всех жил одинаковы. При натяжении линии все жилы несут одинаковую нагрузку (рис. 1а). Система СИП с изолированной несущей нейтралью, называемая также «Французской системой», состоит из 3-х изолированных алюминиевых жил и одной изолированной несущей нейтрали из алюминиевого сплава «Альмелек». Механическая прочность и сечение трёх фаз одинаковы. Проводник нейтрали предназначен для подвешивания СИП и имеет высокую механическую прочность. При натяжении линии только нейтраль несёт всю растягивающую нагрузку (рис. 1б).

Система СИП с голой несущей нейтралью, называемая также «Финской системой», состоит из 3-х изолированных алюминиевых жил и одной несущей нейтрали из алюминиевого сплава без изоляции. Механическая прочность и сечение трёх фаз одинаковы. Проводник нейтрали предназначен для подвешивания СИП и имеет высокую механическую прочность. При натяжении линии только нейтраль несёт всю растягивающую нагрузку (рис. 1в).

В каждую из трёх систем могут быть включены 1 или 2 добавочных изолированных алюминиевых проводника сечением 16 или 25 мм² в качестве дополнительных жил или жил для уличного освещения.

Провода марок СИП-1, СИП-1А, СИП-2, СИП-2А предназначены для сетей напряжением до 1 кВ частотой 50 Гц. Сечение проводов от 16 до 120 мм². Районы по гололёду и ветровым нагрузкам с I по VII и особый.

ВЛИ напряжением до 1 кВ представляют собой воздушные линии электропередачи, выполненные на опорах с применением железобетонных, деревянных или металлических стоек. К опорам посредством специальной арматуры подвешены самонесущие изолированные провода. Крепление СИП к опорам осуществляется в основном с помощью металлоконструкций (крюков, бандажных лент и др.), поддерживающих и натяжных зажимов. Соединения и ответвления проводов осуществляются с помощью соединительных и ответвительных зажимов. Помимо линейной арматуры на ВЛИ могут устанавливаться сопутствующие элементы: устройства для подключения переносных заземлений, мачтовые рубильники с предохранителями, ограничители перенапряжения, патроны для плавких предохранителей и др.

Разработаны и испытаны для применения на СИП **системы соединителей с прокалыванием изоляции**. Технология прокола повысила безопасность работы под напряжением, исключив снятие изоляции с провода, при этом упростив и ускорив монтаж соединителя. Одним из главных преимуществ технологии прокола является то, что алюминий не подвергается окислению перед монтажом контакта. Соприкасающаяся с соединителем поверхность не нуждается в предварительной зачистке. Благодаря большому контактному давлению и отличному внедрению в контактной точке технология прокола оказалась инновационным решением.

Герметичные соединители проходят испытания для проверки надёжной работоспособности в самых тяжёлых условиях окружающей среды:

- монтаж и эксплуатация при низких температурах;
- гарантированная герметичность при испытании напряжением 6 кВ при погружении в воду на глубину 30 см в течение 30 мин.;
- коррозионная стойкость металлических деталей;
- неизменная температура и сопротивление контакта при циклических нагрузках и перегрузках.

Воздушные линии с СИП получают всё большее распространение на территории России. Их использование такими предприятиями, как ОАО «Мосгорсвет», ОАО «Ленэнерго», ОАО

«Новгородэнерго», даёт возможность для сравнения некоторых технико-экономических показателей использования изолированного и голого провода, табл. 1.

Провода марки СИП-3 – высоковольтные самонесущие изолированные провода, рассчитанные на рабочее напряжение до 20 кВ частотой 50 Гц, и предназначены для воздушных линий электропередачи.

Поводом для разработки этих проводов послужила возможность уменьшить ширину просеки при прохождении лесных массивов. Конструкция само-несущих изолированных проводов позволяет обеспечить бесперебойную работу линии даже в случае падения деревьев на провода или их схлестывания, что совершенно невозможно для аналогичных линий с голыми проводами марок А и АС,

Это одножильный провод, в котором уплотнённая сталеалюминиевая жила имеет изоляционный покров из сшитого светостабилизированного полиэтилена (XLPE), рис. 2. Сечение проводов от 50 до 120 мм². Районы по гололёду и ветровым нагрузкам с I по IV.

Таблица 1 – Техничко-экономическое сравнение показателей использования ВЛ и ВЛЗ

Показатель	Неизолированный провод	СИП	Экономический результат
Капитальные вложения на 1 км ВЛ (в ценах 2007 г.), в тыс. руб ВЛ-0,4 кВ ВЛ-10 кВ	144 132	169,8 160,2	Стоимость линий с использованием СИП увеличивается на 30%
Эксплуатационные расходы на 1 км ВЛ (в ценах 2007 г.), в тыс. руб. ВЛ- 0,4 кВ ВЛ-10 кВ	99 59,4	14,58 8,91	Сокращаются на 80-85 % при использовании СИП
Возникновение механических повреждений, %: - в случае обрыва проводов - в случае схлестывания проводов - в случае обрыва вязки проводов	24,4 17 9,8	0 0 0	Практически устраняются
Реактивное сопротивление проводника	0,35 Ом/км	0,1 Ом/км	Энергосбережение составляет 6,5 %
Отключение абонентов, %: - из-за аварий на линиях - при проведении ремонтных работ	40-90 100	0 0	Устраняется
Срок службы линий при частом воздействии выбросов вредных производств	4 года	25-30 лет	Увеличивается срок службы в 6-8 раз

Необходимость подрезки зелёных насаждения при прохождении вблизи них линий	1 раз в год	1 раз в 5 лет	Сокращаются затраты на содержание трасс линий
Возможность совместной подвески линий связи, электроснабжения, электроосвещения	Нет	Есть	Сокращается количество опор линий. Каждая опора – 0,17 м ³ железобетона и 13 кг металлоконструкций

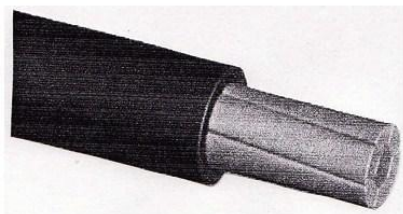


Рис. 2. Конструкция СИП-3

3. Подготовить отчет следующего содержания:

1. Исходные данные.
2. Составить таблицу марок проводов ВЛ и ВЛИ
3. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитать сечение проводов
2. Какие провода используются на ВЛ
3. Какие виды опор используются на ВЛ и ВЛИ

Лабораторная работа №7

Тема: Расчёт и выбор сечения проводов ВЛ по нагрузке

Цель занятия: Научится определять нагрузки, действующие на провода воздушных линий электропередачи.

Приобретаемые умения и навыки:

- монтажа воздушных линий электропередач;
- выполнять технологические операции по монтажу воздушных линий напряжением 10 кВ;

Норма времени: 2 ч.

Оборудование: Инструменты электрика, макет воздушных электролиний.

Правила охраны труда: см. инструкцию по охране труда.

Литература:

Краткое описания

Метод контурных токов является наиболее распространенным методом анализа сложных электрических цепей. В основе его лежат законы Кирхгофа. Метод предполагает, что в каждом независимом контуре протекает собственный контурный ток, а ток каждой ветви равен алгебраической сумме контурных токов, замыкающихся через эту ветвь.

Решение задачи по теме «Расчет трехфазных сетей»

Условие задачи. Силовой распределительный щит стройплощадки питается от трехфазной четырехпроводной линии напряжением 380/220 В. Вид, протяженность и материал проводов линии, способ прокладки кабельной линии, а также характер и мощность приемников электрической энергии приводятся в табл. 2.19. В качестве потребителей применяются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором при $\cos \varphi = 0.8$ и осветительная нагрузка.

Требуется: 1) определить реактивную мощность каждого приемника и полную мощность всей нагрузки; 2) определить расчетный ток; 3) выбрать стандартное сечение провода (воздушная линия или кабель) по допустимому нагреву; 4) выполнить проверку сечения проводов по потере напряжения.

Таблица 2.19

Исходные данные

Вариант	Вид линии	Материал проводов и жил кабелей	Протяженность, м	Мощность двигателей, кВт	Мощность осв. нагрузки, кВт
1	Воздушная	Сталеалюминий	140	60	20
2	Кабельная в возд.	Алюминий	75	80	30
3	Кабельная в земле	Медь	85	70	25
4	Воздушная	Алюминий	130	55	28
5	Кабельная в возд.	Медь	150	70	32
6	Кабельная в возд.	Алюминий	120	85	34
7	Воздушная	Сталеалюминий	150	65	36
8	Кабельная в возд.	Медь	135	80	27
9	Кабельная в земле	Алюминий	125	60	31
0	Воздушная	Алюминий	135	65	23

Методические указания. Работа приемников электрической энергии (источников света, электродвигателей и т.д.) зависит от качества электрической энергии, а именно, от величины подводимого к ним напряжения. При протекании тока в линии возникают потери напряжения, что приводит к отклонению величины напряжения от номинального. При этом под потерей напряжения ΔU понимают разность действующих значений напряжений в начале линии U_1 и в конце линии U_2 .

ГОСТ 13109-67 на качество электрической энергии допускает отклонение напряжения на зажимах приборов рабочего освещения $-2.5\% + 5\%$ номинального, а на зажимах электродвигателей и аппаратов $-5\% + 10\%$ от номинального.

Потери напряжения зависят от сечения проводов. Поэтому при расчете линии, выборе сечения проводов и жил кабеля необходимо учитывать допустимые потери напряжения.

Потеря напряжения, выраженная в процентах от номинального, для трехфазной системы

$$\Delta U\% = \frac{L}{U_n^2} (P r_0 + Q x_0) \cdot 105,$$

где $\Delta U\%$ – потеря напряжения; U_n – номинальное линейное напряжение на потребителе, В; L – длина линии, км; r_0 , x_0 – активное и реактивное сопротивление 1 км провода линии, Ом/км; P и Q – активная и реактивная мощности приемника, кВт и квар.

Активное сопротивление 1 км провода линии

$$r_0 = 1000 r / q ,$$

где r – удельное электрическое сопротивление материала провода, Ом·мм²/м (для меди $r = 0.0175$ Ом·мм²/м, для алюминия $r = 0.0283$ Ом·мм²/м); q – площадь поперечного сечения провода, мм².

Индуктивное сопротивление воздушной линии напряжением до 10 кВ с медными и алюминиевыми проводами находится в пределах

$$x_0 = 0.35 \frac{L}{U_n} \cdot 0.4 \text{ Ом/км, а для кабельных линий } x_0 = 0.07 \frac{L}{U_n} \cdot 0.08 \text{ Ом/км.}$$

Выражение потерь в линии можно преобразовать так, чтобы по заданной потере напряжения определить необходимое сечение проводов

$$q = \frac{1000 P \rho}{\Delta U\% U_n^2 \cdot 10^{-5} / L - Q x_0}.$$

Если в конце линии включено несколько потребителей, имеющих различный коэффициент мощности, то активная и реактивная мощности определяются как

$$P = \sum_{k=1}^n P_k ; Q = \sum_{k=1}^n Q_k ,$$

где k – номер потребителя; n – количество потребителей.

Реактивная мощность каждого потребителя определяется по активной мощности и коэффициенту мощности

$$Q_k = P_k \operatorname{tg} \varphi_k.$$

Далее определяем полную мощность всей нагрузки и расчетный ток

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} ; I_p = \frac{S}{\sqrt{3} U_n},$$

где S – полная мощность приемника, кВА; I_p – расчетный ток в линии, А.

По табл. 2.20 и 2.21 выбираем стандартное сечение, соответствующее ближайшему большему току по условию $I_{\text{доп}} \geq I_p$, где $I_{\text{доп}}$ – ток, соответствующий выбранному сечению провода и удовлетворяющий допустимому нагреву и требованиям механической прочности, А.

Таблица 2.20

Токовые нагрузки на четырехжильные кабели до 1 кВ

Сечение жилы, мм ²	Алюминиевая жила и способ прокладки		Медная жила и способ прокладки	
	в земле	в воздухе	в земле	в воздухе
4	38	27	50	35
6	46	35	60	45
10	65	45	85	60
16	90	60	115	80
25	115	75	150	100
35	135	95	175	120
50	165	110	215	145
70	200	140	265	185
95	240	165	310	215
120	270	200	350	260
150	305	230	395	300
185	345	260	450	340

Таблица 2.21

Допустимые длительные токовые нагрузки на провода, прокладываемые вне помещений по ГОСТ 839-59 (допустимый нагрев +700 С при температуре воздуха +25 0С)

Алюминиевые		Сталесалюминиевые			
Марка провода	Ток, А	Марка провода	Ток, А	Марка провода	Ток, А
A – 16	105	AC – 10	80	AC0 – 150	450
A – 25	135	AC – 16	105	AC0 – 185	505
A – 35	170	AC – 25	130	AC0 – 240	605
A – 50	215	AC – 35	175	AC0 – 300	690
A – 70	265	AC – 50	210	AC0 – 400	825
A – 95	320	AC – 70	265	AC0 – 500	945
A – 120	375	AC – 95	330	AC0 – 600	1050
A – 150	440	AC – 120	380	AC0 – 700	1220

A – 185	500	AC – 150	445	АСУ – 120	375	После этого линию проверяем по потере напряжения. Если значение этого напряжения лежит в пределах, допустимых ГОСТ 13109-67, то выбранное сечение принимаем, иначе определяем сечение проводов по допустимой потере напряжения и по табл. 2.20 и 2.21 выбираем ближайшее большее стандартное сечение $q_{\text{доп}} \geq q$, где $q_{\text{доп}}$ – стандартное сечение провода, удовлетворяющее допустимой потере напряжения, мм ² .
A – 240	590	AC – 185	510	АСУ – 150	450	
A – 300	680	AC – 240	610	АСУ – 185	515	
A – 400	815	AC – 300	690	АСУ – 240	610	
A – 500	880	AC – 400	835	АСУ – 300	705	
A – 600	930			АСУ – 400	850	

Пример. Трехфазная четырехпроводная воздушная линия питает силовой распределительный щит строительной площадки. Протяженность линии 155 м, материалом является алюминиевый провод, а нагрузкой служат бетономешалки, транспортеры и подъемные краны, приводимые в движение асинхронными двигателями. Суммарная мощность двигателей 70 кВт при коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0.78$. Осветительная нагрузка мощностью 25 кВт распределена симметрично (равномерно) по фазам.

Требуется: 1) определить реактивную мощность каждого приемника и полную мощность всей нагрузки; 2) определить расчетный ток; 3) выбрать сечение проводов воздушной линии; 4) выполнить проверку сечения проводов по потере напряжения.

Решение. Так как в конце линии включено два вида потребителей (асинхронные двигатели и осветительная нагрузка), то суммарная активная мощность

$$P = P_1 + P_2 = 70 + 25 = 95 \text{ кВт.}$$

Реактивная мощность потребляется только асинхронными двигателями, так как при осветительной нагрузке коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$

$$Q = P_1 \tan \varphi_1 = 70 \times \tan 32^\circ = 70 \times 0.795 = 55.65 \text{ квар.}$$

Полная мощность всей нагрузки и расчетный ток в линии определяются по формулам

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{95^2 + 55.65^2} = 110.1 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} U_n} = \frac{110.1}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 167.3 \text{ А.}$$

По табл. 2.21 принимаем сталеалюминиевый провод марки АС-35 при допустимом длительном токе 175 А, сечением 35 мм²

$$I_{\text{доп}} = 175 \text{ А; } I_p = 167.3 \text{ А; } q = 35 \text{ мм}^2.$$

Активное сопротивление 1 км провода воздушной линии

$$r_0 = 1000 r / q = 1000 \times 0.0283 / 35 = 0.808 \text{ Ом/км.}$$

Индуктивное сопротивление воздушной линии $x_0 = 0.38 \text{ Ом/км}$. Тогда потеря напряжения, выраженная в процентах от номинального напряжения, определяется по формуле

$$\Delta U\% = \frac{L}{U_n^2} (Pr_0 + Qx_0) 105 = \frac{155}{0.38^2} (95 \times 0.808 + 55.65 \times 0.38) 105 = +10.1 \text{ \%}.$$

В данном случае потери напряжения +10.1 % выше допустимого, так как ГОСТ 13109-67 для осветительной нагрузки допускает отклонение напряжения +5 %. Следовательно, определяем сечение проводов по допустимым потерям

$$q = \frac{1000 P \rho}{\Delta U \% U_H^2 10^{-5} / L - Q x_0} = 105.7 \text{ мм}^2.$$

По табл. 12.3 выбираем провод марки АС-120 стандартным сечением 120 мм², удовлетворяющим допустимой потери напряжения

q доп q; 120 мм² 105.7 мм².

Вывод. Для энергоснабжения потребителей на строительной площадке (осветительная нагрузка и асинхронные двигатели) с учетом допустимого ГОСТ 13109-67 отклонения напряжения +5 % выбираем сталеалюминиевый провод марки АС-120, площадь поперечного сечения которого в 3.5 раза превышает сечение, выбранное по допустимому нагреву.

Подготовить отчет следующего содержания:

1. Исходные данные.
2. произвести расчеты нагрузки ВЛ согласно данным .
3. Выводы.
4. ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что называется нагрузкой ВЛ
2. Как рассчитывается нагрузка на ВЛ.
3. Как определить полную мощность
4. по какому методу контурных токов является наиболее распространенным методом анализа сложных электрических цепей
5. Дайте определения закона Кирхгофа