

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.14 Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики**

**Направление подготовки 35.03.06. Агроинженерия**  
**Профиль образовательной программы «Электрооборудование и электротехнологии»**  
**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Общие вопросы эксплуатации электрооборудования.</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Основы рационального выбора и использования электрооборудования.</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Лекция № 3,4 Теоретические основы эксплуатации электрооборудования и методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации.</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Лекция № 5 Диагностика электрооборудования.</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Лекция № 6 Диагностика электрооборудования.</b>	<b>12</b>
<b>1.6 Лекция № 7 Техническая эксплуатация электрооборудования.</b>	<b>14</b>
<b>1.7 Лекция № 8 Эксплуатация электротехнического оборудования и эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средств автоматики.</b>	<b>19</b>
<b>1.8 Лекция № 9 Технология капитального ремонта электрооборудования.</b>	<b>23</b>
<b>1.9 Лекция № 10 Технология ремонта силовых трансформаторов и ремонта средств автоматики.</b>	<b>24</b>
<b>1.10 Лекция № 11 Электротехническая служба сельскохозяйственных предприятий.</b>	<b>27</b>
<b>2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ.</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № 1, 2 Сборка и проверка схемы шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.</b>	<b>29</b>
<b>2.2. Лабораторная работа № 3 Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам.</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Лабораторная работа № 4 Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам.</b>	<b>32</b>
<b>2.4. Лабораторная работа № 5 Отключить и заземлить линию 10 кВ тупикового питания ЛП1013 для ремонта линии и проведения ревизии выключателей на п/ст. 3 и п/ст.6.</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Лабораторная работа № 6 Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска.</b>	<b>35</b>
<b>2.6. Лабораторная работа № 7 Снять заземление и включить в работу линию 10 кВ ЛП1013 (Ввести в работу ЛП1013. Ввести в работу В-205. Ввести в работу В-232.</b>	<b>36</b>
<b>2.7. Лабораторная работа № 8 Снять заземление и включить в работу линию 10 кВ ЛП1013 (Ввести в работу ЛП1013. Ввести в работу В-205. Ввести в работу В-232.</b>	<b>37</b>
<b>2.8. Лабораторная работа № 9 Эксплуатация силовых трансформаторов и распределительных устройств.</b>	<b>38</b>
<b>2.9. Лабораторная работа № 10 Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередачи.</b>	<b>43</b>
<b>2.10. Лабораторная работа № 11 Отказ в отключении выключателя 10 кВ Т1 на ПС ОЗТП.</b>	<b>50</b>

## **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

### **1. 1 Лекция №1 ( 2 часа).**

**Тема:** «Общие вопросы эксплуатации электрооборудования »

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Основные понятия и определения теории эксплуатации.

2. Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению.

3. Характеристика внешней среды и качества электрической энергии, их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Основные понятия и определения теории эксплуатации.**

*Эксплуатация электрооборудования* - это совокупность всех фаз его существования после изготовления, включая транспортировку к месту применения, подготовку к использованию по назначению, техническое обслуживание, ремонт и хранение.

Электрооборудование применяют для выполнения конкретных функций. С народнохозяйственных позиций эксплуатация заключается в реализации потребительских свойств электрооборудования. При этом выделяют два взаимосвязанных вида эксплуатации: производственную и техническую.

*Производственная эксплуатация* - процесс использования оборудования по своему назначению, в результате которого различные виды энергии преобразуются в другие виды. В этом процессе участвует не только электротехнический персонал, но и персонал, обслуживающий технологические объекты (в кормоцехе - оператор, на насосной станции - дежурный и т. п.). Результатом (продукцией процесса использования) служит преобразованная и переданная сельскохозяйственному технологическому объекту энергия.

*Техническая эксплуатация* - это процесс обеспечения и поддержания требуемого состояния оборудования при использовании или хранении. Техническую эксплуатацию осуществляют специалисты энергетической службы сельскохозяйственного предприятия. Результатом (продукцией) технической эксплуатации - эксплуатационная надежность энергооборудования.

В дальнейшем для удобства изложения материала процессы производственной эксплуатации именуются *использованием*, а процессы технической эксплуатации - *обслуживанием*.

*Рабочие показатели* - это фактические значения, наблюдаемые в данный момент эксплуатации при конкретном сочетании действующих факторов. Они дают обычно «точечную» оценку свойств.

*Результатирующие показатели* - это средние или средневзвешенные значения за некоторый период эксплуатации (сезон, год или срок службы). Они дают более полное представление об эффективности использования и результативности обслуживания (ремонта) энергооборудования. Эксплуатация должна быть налажена таким образом, чтобы результирующие показатели были не хуже номинальных.

## **2. Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению.**

Основной показатель качества электрооборудования — его надежность работы в различных условиях эксплуатации. Надежность — это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели (производительность, экономичность, расход электроэнергии и другие паспортные характеристики) в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени.

Надежность — это комплексное свойство объекта, включающее в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и в значительной мере зависит от условий эксплуатации.

Безотказность — это свойство электроаппарата сохранять работоспособность в течение некоторого времени без вынужденных перерывов. Под работоспособностью в данном случае понимается состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в установленных документацией пределах. Понятие работоспособности уже понятия надежности. Например, электродвигатель, работающий в тяжелых условиях животноводческих ферм, работоспособен, но ненадежен и может выйти из строя в любой момент времени.

Долговечность — это свойство машины, агрегата сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Предельное состояние объекта определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации из-за непоправимого изменения заданных параметров, неустраняемого снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой и т. п.

Ремонтопригодность — это состояние объекта, при котором можно устранять повреждения и восстанавливать его технические параметры путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Остановимся на определениях некоторых терминов, которые необходимы для перехода к оценке показателей надежности.

Неисправность — это состояние оборудования, при котором оно не соответствует хотя бы одному из технических требований.

Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Это частичная или полная утрата таких свойств, которые обеспечивают работоспособность объекта.

Наработка — продолжительность или объем работы, выполненной электроаппаратом.

Наработка на отказ — средняя продолжительность работы между отказами. Если наработка выражается в единицах времени, можно применять термин «Средняя продолжительность безотказной работы».

Ресурс — продолжительность работы изделия до наступления предельного состояния. Различают ресурс до первого ремонта, межремонтный и т. д.

### **3. Характеристика внешней среды и качества электрической энергии, их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.**

В процессе эксплуатации на электрооборудование воздействуют многие факторы. Те из них, которые ухудшают его свойства и снижают надежность, называют дестабилизирующими воздействиями. Их число велико особенно в условиях сельского хозяйства. Наибольшее дестабилизирующее воздействие оказывают: окружающая среда, характер нагрузки, качество электрической энергии, нестабильная занятость в течение года и суток.

Условия эксплуатации — это совокупность всех внешних факторов, от которых зависит эффективность эксплуатации электрооборудования. К ним относят условия использования, окружающей среды, электроснабжения и обслуживания.

*Условия использования* зависят от особенностей технологического объекта. Их оценивают режимом работы, характером и уровнем нагрузки, занятости в течение суток, месяца и года, а также ответственности объекта, которую характеризуют размером технологического ущерба, возникающего при отказе электрооборудования.

*Условия окружающей среды* определяют дестабилизирующие воздействия на электрооборудование в период работы и простоя. В этой группе выделяют климатические условия, место размещения, запыленность, загазованность, влажность, уровень вибрации и другие воздействия, вызывающие ухудшение свойств электрооборудования.

*Условия электроснабжения* влияют на надежность работы электрооборудования. Их характеризуют качеством напряжения в установившемся и пусковом режимах.

*Условия обслуживания* определяют качество технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов, оперативность устранения отказов и затраты ресурсов на все эксплуатационные работы.

Электротехническая служба должна компенсировать дестабилизирующие воздействия и поддерживать работоспособность электрооборудования на требуемом уровне. К воздействиям относят: правильное комплектование электроустановок, качественное и своевременное проведение технического обслуживания и ремонта, соблюдение нормативов хранения, правильный выбор режимов использования, своевременную замену и модернизацию оборудования.

Можно считать, что главной проблемой технической эксплуатации электрооборудования служит выбор и реализация мер по устранению или ослаблению дестабилизирующих воздействий.

## **1. 2 Лекция № 2 ( 2 часа).**

**Тема:** «Основы рационального выбора и использования электрооборудования»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Общие сведения о методах выбора и комплектования.
2. Выбор ЭО по техническим характеристикам.
3. Выбор по экономическим критериям.

Выбор устройств защиты.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общие сведения о методах выбора и комплектования.**

Правильный выбор электрооборудования - необходимое условие его успешной эксплуатации. При проектировании комплексной электрификации сельского хозяйства электрооборудование выбирают, исходя из требований его качественного функционирования и наименьших затрат на электрифицированный объект. Однако по некоторым причинам это не всегда обеспечивает высокую эффективность эксплуатации выбранного электрооборудования.

На стадии проектирования не удастся точно предвидеть условия окружающей среды, в которых будет находиться электрооборудование, и приходится ориентироваться на средние данные. Они могут существенно отличаться от фактических условий. Такое же несовпадение может наблюдаться между расчетными и фактическими режимами работ, значениями потребляемой мощности, отклонениями напряжения и другими параметрами. Неопределенность исходной информации нарушает правильность выбора.

## **2. Выбор электрооборудования по техническим характеристикам**

Основные технические характеристики, учитываемые при выборе электрооборудования: климатическое исполнение и категория размещения; степень защищенности от попадания посторонних предметов и влаги; номинальные параметры (напряжение, ток, мощность, частота вращения и т.д.); дополнительные характеристики (пусковые свойства, перегрузочная способность, защитные характеристики и т.д.). Выбор по климатическому исполнению и категории размещения

Электротехнические изделия, выпускаемые промышленностью, предназначены для использования в определенном климатическом районе и в определенном месте размещения, в зависимости от их исполнения.

Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, в реках и озерах, имеют следующие климатические исполнения для макроклиматических районов: У - с умеренным климатом; ХЛ - с холодным климатом; ТВ - с влажным тропическим климатом; ТС - с сухим тропическим климатом; Т - с влажным и с сухим тропическим климатом; О - общеклиматическое исполнение.

Для обеспечения надежной работы в особых производственных условиях выпускают электрооборудование сельскохозяйственного (С) и химостойкого (Х) исполнения.

Категории размещения электрооборудования обозначают следующими цифрами: 1 - для работы на открытом воздухе; 2 - для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе, например, в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в кожухе комплектного устройства категории 1 или под навесом (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков на изделие); 3 - для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха, воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе; 4 - для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями; 5 - для работы в помещениях с повышенной влажностью.

Электротехнические изделия сельскохозяйственного назначения согласно ГОСТ 19348-74 должны быть изготовлены в климатическом исполнении У. К макроклиматическим районам с умеренным климатом относятся районы, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температуры воздуха равна плюс 40°С или ниже, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температуры воздуха равна минус 45°С или выше.

Данные ЭП, по климатическим условиям, относится к следующим климатическим исполнениям: «У» - с умеренным климатом, категорией размещения 5 - для работы в помещениях с повышенной влажностью.

### **3. Выбор по степени защиты**

Степень защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса электротехнических изделий, от попадания посторонних предметов и проникновения в корпус влаги в соответствии с ГОСТ 14254-69 условно характеризуется буквами IP и двумя цифрами (например, IP23, IP54 и т.н.). Эти обозначения проставляют на корпусах изделий или на табличках с паспортными данными.

Первая цифра после IP обозначает степень защиты от соприкосновения персонала с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь его твердых посторонних тел. Это обозначение расшифровывается следующим образом:

0 - отсутствует защита от возможности соприкосновения персонала с токоведущими частями и движущимися частями внутри оболочки и от попадания под корпус посторонних тел;

1-защита от случайного прикосновения большого участка поверхности тела с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Отсутствует защита от преднамеренного доступа к этим частям. Защита оборудования от попадания крупных твердых посторонних тел диаметром не менее 52,5 мм;

2-защита от возможности соприкосновения пальцев человека с токоведущими и движущимися частями внутри корпуса. Защита оборудования от попадания твердых посторонних тел среднего размера диаметром не менее 12,5 мм;

1.защита от соприкосновения инструментов, проволоки и других подобных предметов, толщина которых превышает 2,5 мм, с токоведущими или движущимися частями внутри оболочки. Защита оборудования от падения мелких твердых посторонних тел диаметром не менее 2,5 мм;

2.защита от соприкосновения инструментов, проволоки и других посторонних предметов, толщина которых превышает 1 мм;

3.полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса. Защита оборудования от вредных отложений, пыли

6 - полная защита персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса, и полная защита оборудования от попадания пыли.

Вторая цифра обозначает степень защиты оборудования от проникновения внутрь корпуса воды и расшифровывается следующим образом;

О - защита оборудования от проникновения воды внутрь корпуса отсутствует;

-защита от капель сконденсировавшейся воды. Капли сконденсировавшейся воды, вертикально падающие на корпус, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование;

2-защита от капель воды. Капли воды, падающие на корпус, наклоненный под углом не более  $15^\circ$  к вертикали, не должны оказывать вредного действия на оборудование;

-защита от дождя. Дождь, падающий на корпус, наклоненный под углом не более  $60^\circ$  к вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на оборудование;

1.защита от брызг. Брызги воды любого направления, падающие на корпус, не должны оказывать вредного воздействия на оборудование;

2.защита от водных струй. Вода, выбрасываемая через наконечник на оборудование в любом направлении при условиях, указанных в стандартах на отдельные виды электрооборудования, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование.

### **1. 3 Лекция №3,4 ( 4 часа).**

**Тема:** «Теоретические основы эксплуатации электрооборудования и методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации»

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Основные понятия и определения теории надежности.
2. Показатели надежности.
3. Законы распределения случайных величин в теории надежности
4. Методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации.
5. Решение эксплуатационных задач методами теории надежности.
6. Пути повышения эксплуатационной надежности.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Основные понятия и определения теории надежности.**

*Теория надежности* – это научная дисциплина, занимающаяся вопросами обеспечения высокой надежности технических изделий при наименьших затратах.

Основными понятиями теории надежности являются понятия «надежность» и «отказ».

*Под надежностью* понимают свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции, в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения изделия и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

##### **2. Показатели надежности.**

Надежность является комплексным свойством изделия. Для описания различных сторон этого свойства на практике пользуются **показателями надежности**, представляющими собой количественные характеристики одного или нескольких свойств, определяющих надежность изделия. Используют единичные и комплексные показатели надежности. Под **единичным** понимают такой показатель, который характеризует одно из

свойств, составляющих надежность изделия. **Комплексный** показатель характеризует несколько свойств, составляющих надежность изделия. Для количественного описания различных сторон надежности как свойства обычно используют несколько групп показателей.

### 3. Законы распределения случайных величин в теории надежности

Теория надежности определяет общие закономерности изменения эксплуатационных свойств оборудования. Эти закономерности имеют важное значение для решения общих задач, связанных с выбором схем электроустановок, режимов их использования, стратегии обслуживания и т.п. Для решения инженерных задач необходимо иметь численные значения показателей надежности.

#### 4. Методы расчета надежности при проектировании и эксплуатации.

Основной закон надежности устанавливает связь между тремя показателями. Если известны два из них, то третий легко определяется из этого закона. Простейшие методы расчета надежности рассмотрим, решая задачи.

Задача 1. В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы  $F(t)=0,9$  за 10 000 часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов.

Принимаем экспоненциальное распределение отказов и записываем основной закон надежности  $P(t) = e^{-\lambda t}$ . Отсюда находим

$$\text{после логарифмирования } A.t = \ln P(t); X = \frac{-\ln P(t)}{t} = \frac{-\ln 0,9}{10000} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч.}$$

Примем линейную форму закона и определим интенсивность

$$\text{отказов. } P(t) = 1 - A.t; X.t = 1 - P(t); X = \frac{1 - P(t)}{t} = \frac{1 - 0,9}{10000} = 10^{-5} \text{ 1/ч.}$$

Как видим, погрешность расчета по упрощенной формуле не превышает 5%.

### 5. Решение эксплуатационных задач методами теории надежности.

Задача о периодичности технического обслуживания оборудования. Для многих видов оборудования оптимальной стратегией технической эксплуатации служит планово-предупредительный ремонт, когда в заранее намеченные сроки проводят профилактическое обслуживание или ремонт. При этом удастся с наименьшими затратами поддерживать интенсивность отказов на требуемом уровне. Решение задачи о периодичности профилактик основано на графическом представлении влияния планово-предупредительных обслуживании на надежность (рис.1).

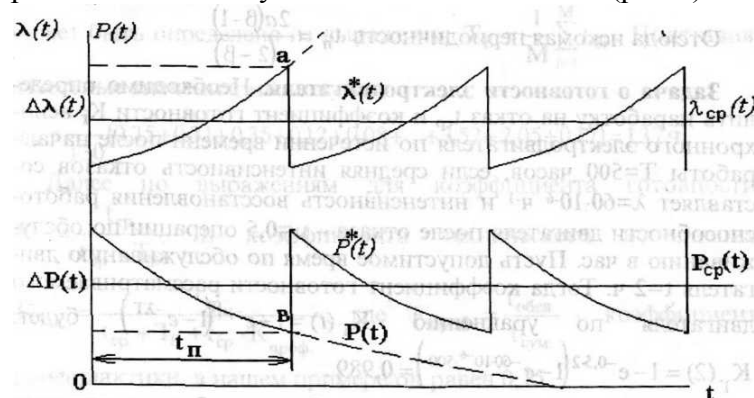


Рис. 1. Влияние планово-предупредительных обслуживании на надежность

### 6. Пути повышения эксплуатационной надежности.



Надежность машин в первую очередь определяется прочностью и жесткостью конструкции.

Рациональными способами повышения прочности, не требующими увеличения веса, являются: применение выгодных профилей и форм, максимальное использование прочности материала, по возможности равномерная нагрузка всех элементов конструкции.

Целесообразные способы повышения жесткости - правильный выбор схемы нагружения, рациональная расстановка опор, придание конструкциям жестких форм.

Безаварийность работы и длительность межремонтных сроков во многом зависят от правильности эксплуатации, бережного отношения к машине, тщательных уходов, своевременной профилактики, предотвращения перегрузок. Но было бы неправильным всецело полагаться на качество обслуживания. Условия правильной эксплуатации машины должны быть заложены в ее конструкции. Должна быть обеспечена надежная работа даже в условиях недостаточно квалифицированного обслуживания. Если машина портится в неумелых руках, это значит, что конструкция недостаточно продумана со стороны надежности.

#### **1. 4 Лекция № 5 ( 2 часа).**

##### **Тема: «Диагностика электрооборудования»**

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1.Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

**1. Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).**

Техническая диагностика — наука о методах и средствах распознавания технического состояния и обнаружения неисправностей (дефектов) изделий.

Техническое диагностирование — это процесс распознавания состояния объекта, конечным результатом которого служит заключение о техническом состоянии объекта, то есть какой-либо технический диагноз: асинхронный двигатель исправен, в обмотке фазы С1, С4 имеется витковое замыкание; изоляция увлажнена и т.п.

Диагностические и контролируемые параметры (признаки) -это характеристики объекта, используемые для определения его технического состояния. Определяющие диагностические параметры - такие параметры, которые дают наиболее полные сведения о работоспособности объекта, оценивая его состояние в целом (например, температура нагрева двигателя характеризует его общее состояние). Вспомогательные параметры оценивают лишь отдельные свойства объекта или место неисправности (например, сопротивление изоляции характеризует лишь состояние электрической части электрооборудования).

Способ (алгоритм) диагностирования — это совокупность и последовательность действий (экспериментов), позволяющих определить техническое состояние объекта. При эксперименте на объект осуществляют некоторое воздействие и измеряют диагностические параметры или контролируют диагностические признаки. По результатам наблюдений определяют состояние объекта. Например, испытывая изоляцию повышенным напряжением и наблюдая за током утечки, делают заключение об ее исправности.

Системы диагностирования (СД) - это совокупность объекта, способов и средств диагностирования. По назначению и виду решаемой диагностической задачи их условно

разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефектных деталей и элементов, выработавших свой ресурс, т.е. тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям. (для выявления слабых мест объекта без вывода его в ремонт). С этой целью систематически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и состав его операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения. Простейшие омметры (мегаомметры) позволяют выявлять неисправности типа обрыв, замыкание в проводах, контактах, изолирующих и других элементах электрооборудования. Специальные приборы контроля влажности (ПКВ) позволяют определить степень увлажнения изоляции, а приборы типа высокочастотного измерителя (ВЧФ) - витковые замыкания в обмотках электрических машин. Кроме того, дифференциальное диагностирование проводят при помощи таблиц характерных неисправностей, которые есть в справочной литературе или в техническом описании конкретного электрооборудования.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления их с номинальными или нормируемыми значениями. Например, при контрольных испытаниях асинхронного двигателя определяют сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление изоляции, ток и потери холостого хода, напряжение и потери короткого замыкания. Если измеренные параметры находятся в пределах установленных допусков, то двигатель признается работоспособным.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления отказа. Для этого оценивают остаточный ресурс элементов на основании информации о закономерностях изменения параметров в период, предшествующий прогнозу. Например, для подшипника известно фактическое и предельное значение зазора. Разделив разность этих значений на скорость изнашивания подшипника, получаем его остаточный ресурс, по которому легко определить ожидаемую дату отказа подшипника. Однако надежное прогнозирование освоено лишь для простейших случаев. При эксплуатации электрооборудования создание прогнозирующих СД связано с рядом методических трудностей, обусловленных сложностью процессов старения и износа электроустановок.

В известной мере прогнозирование реализуется при профилактическом испытании, так как статистические данные подтверждают высокую вероятность безотказной работы до очередного испытания того электрооборудования, которое успешно выдержало текущее профилактическое испытание.

Одно из главных направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации энергооборудования в сельском хозяйстве - более широкое внедрение в практику СД. Уже сейчас в целом профилактическая система ППРЭСх предусматривает для отдельных видов электрооборудования в составе работ по техническому обслуживанию контроль с целью прогнозирования его состояния до следующего технического обслуживания. В последующем СД позволит перейти к более прогрессивной по-слеосмотровой эксплуатации.

## **1. 5 Лекция №6 ( 2 часа).**

### **Тема: «Диагностика электрооборудования»**

#### **1.5.1 Вопросы лекции:**

**1.Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).**

#### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Диагностика электрооборудования (основные понятия, параметры диагностирования, методы и технические средства диагностики, техническая диагностика электрооборудования, перспективы совершенствования систем диагностики).

Техническая диагностика — наука о методах и средствах распознавания технического состояния и обнаружения неисправностей (дефектов) изделий.

Техническое диагностирование — это процесс распознавания состояния объекта, конечным результатом которого служит заключение о техническом состоянии объекта, то есть какой-либо технический диагноз: асинхронный двигатель исправен, в обмотке фазы С1, С4 имеется витковое замыкание; изоляция увлажнена и т.п.

Диагностические и контролируемые параметры (признаки) -это характеристики объекта, используемые для определения его технического состояния. Определяющие диагностические параметры - такие параметры, которые дают наиболее полные сведения о работоспособности объекта, оценивая его состояние в целом (например, температура нагрева двигателя характеризует его общее состояние). Вспомогательные параметры оценивают лишь отдельные свойства объекта или место неисправности (например, сопротивление изоляции характеризует лишь состояние электрической части электрооборудования).

Способ (алгоритм) диагностирования — это совокупность и последовательность действий (экспериментов), позволяющих определить техническое состояние объекта. При эксперименте на объект осуществляют некоторое воздействие и измеряют диагностические параметры или контролируют диагностические признаки. По результатам наблюдений определяют состояние объекта. Например, испытывая изоляцию повышенным напряжением и наблюдая за током утечки, делают заключение об ее исправности.

Системы диагностирования (СД) - это совокупность объекта, способов и средств диагностирования. По назначению и виду решаемой диагностической задачи их условно разделяют на профилактические, дифференциальные, функциональные и прогнозирующие.

Профилактические СД предназначены для выявления в процессе эксплуатации дефектных деталей и элементов, выработав-ших свой ресурс, т.е. тех элементов объекта, параметры которых близки к предельно допустимым значениям.(для выявления слабых мест объекта без вывода его в ремонт). С этой целью систематически проводят плановые профилактические испытания.

Дифференциальные СД служат для обнаружения отдельных неисправностей при плановом техническом обслуживании и ремонте электрооборудования. По полученным результатам уточняют вид необходимого ремонта (текущий или капитальный) и состав его операций. Для дифференциального диагностирования применяют приборы общего и специального назначения. Простейшие омметры (мегаомметры) позволяют выявлять неисправности типа обрыв, замыкание в проводах, контактах, изолирующих и других элементах электрооборудования. Специальные приборы контроля влажности (ПКВ) позволяют определить степень увлажнения изоляции, а приборы типа высокочастотного измерителя (ВЧФ) - витковые замыкания в обмотках электрических машин. Кроме того, дифференциальное диагностирование проводят при помощи таблиц характерных

неисправностей, которые есть в справочной литературе или в техническом описании конкретного электрооборудования.

Функциональные СД предназначены для оценки качества функционирования и работоспособности путем определения комплекса эксплуатационных свойств (характеристик) электрооборудования при контрольных, типовых или специальных испытаниях и сопоставления их с номинальными или нормируемыми значениями. Например, при контрольных испытаниях асинхронного двигателя определяют сопротивление обмоток постоянному току, сопротивление изоляции, ток и потери холостого хода, напряжение и потери короткого замыкания. Если измеренные параметры находятся в пределах установленных допусков, то двигатель признается работоспособным.

Прогнозирующие СД позволяют предсказать состояние изделия в будущем и определить вероятный момент появления отказа. Для этого оценивают остаточный ресурс элементов на основании информации о закономерностях изменения параметров в период, предшествующий прогнозу. Например, для подшипника известно фактическое и предельное значение зазора. Разделив разность этих значений на скорость изнашивания подшипника, получаем его остаточный ресурс, по которому легко определить ожидаемую дату отказа подшипника. Однако надежное прогнозирование освоено лишь для простейших случаев. При эксплуатации электрооборудования создание прогнозирующих СД связано с рядом методических трудностей, обусловленных сложностью процессов старения и износа электроустановок.

В известной мере прогнозирование реализуется при профилактическом испытании, так как статистические данные подтверждают высокую вероятность безотказной работы до очередного испытания того электрооборудования, которое успешно выдержало текущее профилактическое испытание.

Одно из главных направлений дальнейшего совершенствования технической эксплуатации энергооборудования в сельском хозяйстве - более широкое внедрение в практику СД. Уже сейчас в целом профилактическая система ППРЭСх предусматривает для отдельных видов электрооборудования в составе работ по техническому обслуживанию контроль с целью прогнозирования его состояния до следующего технического обслуживания. В последующем СД позволит перейти к более прогрессивной по-слеосмотровой эксплуатации.

## **1. 6 Лекция №7 ( 2 часа).**

### **Тема: «Техническая эксплуатация электрооборудования»**

#### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Эксплуатация линий электропередач (воздушных и кабельных).
2. Прием в эксплуатацию, причины отказов, осмотры, профилактические измерения и испытания, ремонт.
3. Эксплуатация электрических машин, силовых и сварочных трансформаторов, распределительных устройств (РУ).
4. Отказы трансформаторов и РУ.
5. Осмотры, вывод в ремонт.
6. Техническое обслуживание и текущий ремонт трансформаторных подстанций
7. Способы повышения эксплуатационной надежности
8. Эксплуатация трансформаторного масла.
9. Сушка трансформаторов потребительских подстанций.
10. Техническое обслуживание и текущий ремонт РУ.

## **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

### **1. Эксплуатация линий электропередач (воздушных и кабельных).**

Приемка линий электропередачи в эксплуатацию производится Государственной приемочной комиссией, назначаемой соответствующими министерствами и ведомствами. В состав комиссии входят представители заказчика и всех организаций, участвовавших в сооружении линии: управления электросетей, проектной организации, пожарной инспекции, инспекции по охране водных ресурсов и других организаций.

### **2. Прием в эксплуатацию, причины отказов, осмотры, профилактические измерения и испытания, ремонт.**

Организация, осуществляющая строительство линии электропередачи, представляет рабочей комиссии следующую документацию:

- ведомость объектов, предъявляемых к сдаче, с указанием основных и вспомогательных сооружений и их краткой характеристикой;
- ведомость отклонений от проекта с указанием причин, вызвавших эти отклонения, и документы по их согласованию;
- комплект рабочих чертежей на сдаваемый комплекс работ с внесенными в них изменениями и отклонениями от проекта (исполнительные чертежи);
- трехлинейную схему линии с нанесением расцветки фаз, транспозиции проводов и номеров транспозиционных опор;
- акт приемки трассы линии;
- журналы работ по устройству фундаментов и заземления опор;
- акты приемки скрытых работ по фундаментам и заземлению;
- журналы работ по сборке и установке опор;
- акты приемки установленных опор под монтаж проводов и тросов;
- журналы соединений проводов, монтажа натяжных, петлевых соединительных и ремонтных зажимов;
- журналы монтажа проводов и тросов анкерных участков и инвентарные описи анкерных пролетов;
- протоколы контрольной проверки стрел провеса проводов и габаритов линии;
- акты осмотров и замеров габаритов на пересечениях линий электропередач, составленные совместно с владельца\* ми пересекаемых сооружений;
- протоколы измерений сопротивлений заземления, соединений проводов, испытаний и осмотров разрядников.

### **3. Эксплуатация электрических машин, силовых и сварочных трансформаторов, распределительных устройств (РУ).**

Наиболее тяжелыми причинами, вызывающими те или иные повреждения или разрушения участков ВЛ, являются: наводнения, половодья, ледоходы в районе прохождения ВЛ; ураганные ветры; гололед и образование ледяных сосулек на проводах; низкие температуры воздуха; местные очаги пожара (возгорания) вблизи линии, нарушение правил перегона сельскохозяйственной техники. Для сетей, выполненных кабелем и изолированными проводами, в помещениях основными причинами нарушения работы являются: значительные и длительно действующие перегрузки проводов и кабелей, приводящие к старению изоляции и нарушению контактных соединений вследствие перегрева; сырость, влага, наличие агрессивных паров, снижающих прочность изоляции и создающих коррозию металлических конструкций и труб, контактных соединений, концевых и соединительных разделок; грязь, пыль, копоть.

### **4. Отказы трансформаторов и РУ.**

Особое внимание при техническом обслуживании КЛ уделяется кабельной изоляции. Одним из средств контроля состояния изоляции является измерение ее

сопротивления, выполняемое мегаомметром. Схемы измерения фазной и междуфазной изоляции кабеля показаны на рис. 2. Отсчет величины сопротивления изоляции осуществляется приблизительно через 1 минуту после начала процесса измерения. Сопротивление изоляции кабелей на напряжение до 1 кВ должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции кабелей на напряжение выше 1 кВ не нормируется.

На ВЛ выполняются следующие профилактические проверки и измерения.

Измерения габаритов линии и проверка разрегулировки проводов и тросов. Фактическая стрела провеса проводов и тросов не должна отличаться от расчетной более чем на  $\pm 5\%$ . Разрегулировка проводов любой фазы по отношению к другой, а также разрегулировка тросов допускается не более чем на  $10\%$  проектного значения при условии соблюдения необходимого расстояния до земли и пересекаемых объектов. Расстояния от проводов ВЛ до земли и различных пересекаемых объектов в местах сближения с ними должны быть не менее установленных ПУЭ.

#### **5. Осмотры, вывод в ремонт.**

Контроль соединения проводов. При эксплуатации состояние проводов, тросов и их соединений определяется визуально при осмотрах ВЛ. Электрические измерения болтовых соединений ВЛ 35 кВ и выше производят 1 раз в 6 лет, так как с течением времени плотность затяжки болтов ослабевает, а контактные поверхности болтовых соединений подвергаются влиянию атмосферных условий.

Если значения падения напряжения или сопротивления болтового соединения более чем в 2 раза превышают значения на участке целого провода, то производится ревизия соединения.

#### **6. Техническое обслуживание и текущий ремонт трансформаторных подстанций.**

Техническая эксплуатация трансформаторов включает плановые и оперативные работы. В плановом порядке проводятся: техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты. К оперативным работам относят: периодический и внеочередной осмотры, контроль режима работы, переключения и отключения и профилактические испытания.

Для обслуживания трансформаторов должны быть обеспечены удобные и безопасные условия для наблюдения за уровнем и температурой масла, газовым реле, а также для отбора масла. В каждом трансформаторе на основе заводских данных определяют максимально допустимую температуру верхних слоев масла. В трансформаторах без принудительной циркуляции масла эта температура должна быть не больше  $95^{\circ}\text{C}$ . Превышение температуры масла над температурой окружающего воздуха должно быть не более  $60^{\circ}\text{C}$ .

Текущие ремонты трансформаторов с их отключением проводят в следующие сроки: трансформаторов центральных распределительных подстанций - по местным инструкциям, но не реже 1 раза в год; всех остальных трансформаторов - по мере необходимости, но не реже 1 раза в три года. В объем текущего ремонта входят: наружный осмотр и устранение повреждений; чистка изоляторов и кожуха; спуск грязи из расширителя; доливка масла и проверка маслоуказателя; проверка термосифонных фильтров и при необходимости замена сорбента; проверка защит; отбор и проверка проб масла; проведение необходимых профилактических испытаний и измерений.

Объем работ по подготовке трансформатора к включению определяют на основании следующих показателей: мощности, исполнения, герметичности, даты выпуска или ремонта, условий транспортировки, длительности и качества хранения перед монтажом и т. д. Вопрос включения трансформаторов без сушки решают в соответствии с Инструкцией по эксплуатации трансформаторов, результатами испытаний с учетом условий их хранения и монтажа.

Одна из основных задач эксплуатации распределительных устройств - поддержание необходимых запасов по пропускной способности, динамической, термической устойчивости и по уровню напряжения в устройстве в целом и в отдельных его элементах. Выполнение этих задач можно обеспечить при правильном обслуживании распределительных устройств. При техническом обслуживании проводят осмотры распределительных устройств, а при текущем ремонте устраняют замеченные неисправности, требующие разборки оборудования. Текущий ремонт выполняют на месте установки оборудования, при этом неисправные детали заменяют, после их замены производят регулировку и испытания распределительных устройств.

#### **7. Способы повышения эксплуатационной надежности.**

Основные причины выхода из строя электродвигателей в сельском хозяйстве — это несоответствие условиям среды, неполнофазные режимы, аварийные перегрузки и недостаточный уровень эксплуатации.

Для устранения первой причины принимают следующие меры:  
выпускают электродвигатели повышенной надежности;  
модернизируют электродвигатели старых серий;  
выносят электродвигатели за пределы влажной агрессивной среды;  
включают электродвигатель в сеть через конденсаторы;  
защищают электродвигатели от аварийных технологических перегрузок, заклиниваний ротора и неполнофазных режимов работы;  
контролируют уровень изоляции электроустановок;  
своевременно проводят техническое обслуживание и текущий ремонт электродвигателей.

Повышая надежность двигателей, заводы выпускают электродвигатели узкоспециализированного исполнения для условий сельскохозяйственного производства.

Опыт эксплуатации показывает, что в наиболее тяжелых условиях работы в животноводстве срок службы электродвигателей сельскохозяйственного исполнения и электродвигателей новой, четвертой серии общепромышленного исполнения достигает 8 лет, а второй серии общепромышленного исполнения — всего 1...2 лет.

#### **8. Эксплуатация трансформаторного масла.**

Основные физико-химические и диэлектрические свойства трансформаторных масел следующие.

*Электрическая прочность* является одной из основных характеристик масла, которая определяется по пробивному напряжению. Для свежего масла пробивное напряжение должно быть не менее 30 кВ. Снижение пробивного напряжения свидетельствует, как правило, о загрязнении масла водой, воздухом, волокнами и другими примесями.

*Тангенс угла диэлектрических потерь ( $\tan \delta$ )* характеризует свойства трансформаторного масла как диэлектрика. Диэлектрические потери характеризуют его качество и степень очистки свежего масла, а в процессе эксплуатации — степень его загрязнения и старения. Ухудшение диэлектрических свойств (увеличение  $\tan \delta$ ) приводит к снижению изоляционных характеристик трансформатора в целом.

*Цвет масла* у большинства масел светло-желтый. Темный цвет свежего масла характеризует отклонения в технологии его изготовления на заводе. Цвет масла используется для ориентировочной оценки его качества как в отечественной, так и в зарубежной практике.

*Механические примеси* — нерастворенные вещества, содержащиеся в масле в виде осадка или в взвешенном состоянии. Это — волокна, пыль, продукты растворения в масле компонентов, применяемых в конструкции трансформатора (лаков, красок и т.п.). Другие примеси появляются в масле после внутренних повреждений трансформатора

(электрической дуги, мест перегревов) в виде обуглившихся частиц. По мере старения в масле накапливается шлам, который, осаждаясь на изоляции, ухудшает ее диэлектрические свойства.

*Влагосодержание* как показатель состояния масла тщательно контролируется в эксплуатации. Ухудшение этого показателя свидетельствует о потере герметичности трансформатора или о его работе в недопустимом нагрузочном режиме (интенсивном старении изоляции под воздействием значительных температур).

*Температура вспышки масла* характеризует степень его испаряемости. В эксплуатации она постепенно увеличивается за счет улетучивания легких фракций. Температура вспышки для обычных трансформаторных товарных масел колеблется в пределах 130... 150°C, а для арктического масла от 90 до 115 °C и зависит от упругости их насыщенных паров. В отношении пожарной безопасности большую роль играет *температура самовоспламенения* — это температура, при которой масло при наличии воздуха над поверхностью загорается самопроизвольно без поднесения пламени, температура самовоспламенения трансформаторных масел составляет 350...400°C.

*Кислотное число масла* — это количество едкого кали (KOH), выраженного в миллиграммах, необходимое для нейтрализации свободных кислот в 1 г масла. Этот показатель характеризует степень старения масла, о чем свидетельствует появление в нем кислотных соединений. Кислотное число не должно превышать 0,25 мг KOH на 1 г масла.

*Водорастворимые кислоты и щелочи*, содержащиеся в масле, свидетельствуют о его низком качестве. Они могут образовываться в процессе изготовления масла при нарушении технологии производства, а также в процессе эксплуатации в результате его окисления. Эти кислоты вызывают коррозию металла и ускоряют старение изоляции.

*Стабильность* проверяется в эксплуатации при получении партий свежего масла путем проведения его искусственного старения (окисления) в специальных аппаратах. Стабильность масла характеризует его долголетие, т.е. срок службы, и определяется двумя показателями — процентным содержанием осадка и кислотным числом.

*Температура застывания* проверяется для трансформаторных масел, работающих в северных районах. Это наибольшая температура, при которой масло застывает настолько, что при наклоне пробирки под углом 45° его уровень в течение 1 мин остается неизменным. Недопустимое повышение вязкости масла из-за снижения температуры окружающего воздуха может стать причиной повреждения подвижных элементов конструкции трансформатора (маслонасосов, РПН), а также ухудшает теплообмен, что приводит к перегреву и старению изоляции (особенно витков) токо-ведущих частей трансформатора.

*Газосодержание масла* в герметичных трансформаторах должно соответствовать нормам. Измерение суммарного газосодержания производится с помощью хроматографа. Косвенно по этому показателю определяется герметичность трансформатора. Повышение содержания газа (в том числе воздуха) в масле приводит к ухудшению его свойств: возрастанию интенсивности окисления масла кислородом воздуха и, кроме того, некоторому снижению электрической прочности изоляции активной части трансформатора.

*Плотность* определяется для расчета массы поступившего на предприятие масла. Она характеризует содержание ароматических углеводородов, т.е. восприимчивость масел к присадкам, их гигроскопичность, сопротивляемость воздействию электрического поля и др.

*Вязкость* характеризует подвижность масла при температурных колебаниях в трансформаторе. Из-за ухудшения вязкости нарушается теплообмен в трансформаторе, ускоряется старение изоляции, возрастает сопротивление подвижным элементам конструкции трансформатора (например, устройств РПН). *Показатель преломления* контроля содержания в масле нафтоароматических углеводородов.



## **9. Сушка трансформаторов потребительских подстанций.**

Сушку трансформаторов производят по результатам предварительных испытаний. Твердая изоляция трансформаторов состоит в основном из органических волокнистых материалов (картон, бумага, хлопчатобумажная пряжа, дерево и т.п.), которые характеризуются значительной пористостью и влагопоглощаемостью. При длительной выдержке в условиях повышенной влажности они увлажняются и их диэлектрические свойства ухудшаются, что вызывает необходимость сушки трансформаторов. Сушке следует подвергать трансформаторы, изоляция которых подверглась увлажнению в период транспортирования, хранения и монтажа.

Увлажнение изоляции трансформатора происходит при соприкосновении ее с окружающим воздухом, относительная влажность которого изменяется в пределах от 50 до 90 %, или при контакте изоляции с увлажненным маслом. В обоих случаях влага связана с изоляцией адсорбционными силами.

## **10. Техническое обслуживание и текущий ремонт РУ.**

Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР, ТОРО — *техническое обслуживание и ремонтное обеспечение*) — комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности производственного оборудования (изделий, деталей) в процессе технической эксплуатации, хранения и транспортировки.

Техническое обслуживание — мероприятия профилактического характера, проводимые систематически, принудительно через установленные периоды, включающие определённый комплекс работ.

Все работы по поддержанию необходимого уровня технического состояния оборудования подразделяются на техническое обслуживание (ТО), ремонт, модернизацию и замену.

ТО подразделяется на регламентированное и нерегламентированное.

Регламентированное ТО включает в себя работы, выполняемые в соответствии с технической документацией в обязательном порядке после определенного пробега, наработки или временного интервала по заранее утвержденному регламенту. К таким работам обычно относятся: замена смазки в агрегатах, замена некоторых ответственных быстроизнашиваемых и легкозаменяемых деталей, испытания сосудов и грузоподъемных механизмов, регулировка и наладка ответственных рабочих машин (например, подъемных машин), периодическое техническое обслуживание по специальному графику и регламенту, и т.п., а также проверка технического состояния оборудования при помощи средств технической диагностики и визуально. Работы по регламентированному ТО обычно сопровождаются остановкой рабочих машин и проводятся по специальному графику. Нерегламентированное ТО включает в себя работы по чистке, обтяжке, регулировке, добавлению смазки, замене быстроизнашиваемых и легкозаменяемых деталей, и т.п. Потребность в этих работах выявляется при проведении периодических осмотров, мониторинга технического состояния с помощью диагностических систем и средств технической диагностики. Устраняются выявленные замечания во время технологических перерывов, переходов и обычно без остановки технологического процесса, или с кратковременной остановкой. К нерегламентированному ТО относится ежесменное техническое обслуживание (ЕТО).

## **1. 7 Лекция № 8 ( 2 часа).**

### **Тема: «Эксплуатация электротехнологического оборудования и эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средств автоматики»**

#### **1.7.1 Вопросы лекции:**

- 1.Эксплуатация электротехнологического оборудования.
- 2.Эксплуатация электропроводок.
- 3.Эксплуатация осветительных и облучательных установок.
- 4.Эксплуатация электронагревательных установок.
- 5.Эксплуатация электрооборудования электронно-ионной технологии.
- 6.Эксплуатация электрооборудования культурно-бытового назначения.
- 7.Эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средств автоматики.
- 8.Особенности эксплуатации электронных и микропроцессорных систем.
- 9.Наладка аппаратуры управления, защиты и устройств автоматики.

#### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Эксплуатация электротехнологического оборудования.**

К электротехнологическому оборудованию относятся: электрические печи и электронагревательные установки, электросварочные установки всех видов, установки для размерной электрофизической и электрохимической обработки металлов. Соответственно в понятие «электротехнология» включены следующие технологические процессы и методы обработки материалов:

- электротермические процессы, в которых используется превращение электрической энергии в тепловую для нагрева материалов и изделий в целях изменения их свойств или формы, а также для их плавления и испарения; – электросварочные процессы, в которых получаемая из электрической энергии тепловая энергия используется для нагрева тел в целях осуществления неразъемного соединения с обеспечением непосредственной сплошности в месте сварки;

- электрохимические методы обработки и получения материалов, при которых с помощью электрической энергии осуществляется разложение химических соединений и их разделение путем перемещения заряженных частиц (ионов) в жидкой среде под действием электрического поля (электролиз, гальванотехника, анодная электрохимическая обработка);

- электрофизические методы обработки, при которых для воздействия на материалы используется превращение электрической энергии как в механическую, так и в тепловую (электроэрозионная, ультразвуковая, магнитоимпульсная, электровзрывная);

- аэрозольная технология, при которой энергия электрического поля используется для сообщения электрического заряда взвешенным в газовом потоке мелким частицам вещества с целью перемещения их под действием поля в нужном направлении.

##### **2. Эксплуатация электропроводок.**

Электропроводки являются одним из самых важных элементов в электроустановках. Они обеспечивают питание электрооборудования, поэтому их эксплуатация является одним из самых важных элементов в эксплуатации всех без исключения электроустановок. Эксплуатация электропроводок заключается в систематическом проведении организационных и технических мероприятий по проведению технического обслуживания и текущего ремонта. При проведении технического обслуживания электропроводок выполняют следующие операции: осмотр и очистку электропроводки, проверку заземления, проверку состояния изоляции проводов и кабелей, проверку крепления и проверку натяжения.

В процессе осмотра и очистки электропроводки можно обнаружить обрывы, увеличенный провес проводов или троса, подтеки мастики на кабельных воронках и др. При очистке волосистой щеткой удаляют пыль и грязь с провода и кабеля, а также с

наружных поверхностей труб с электропроводкой и ответвительных коробок. В сырых и особо сырых помещениях при очистке применяют обтирочный материал

### **3.Эксплуатация осветительных и облучательных установок.**

Эксплуатация осветительных и облучательных установок заключается в систематическом проведении следующих организационных и технических мероприятий по соблюдению режимов освещения и облучения, по снижению энергозатрат и улучшению их технико-экономических показателей.

Электрические лампы, особенно лампы накаливания, очень чувствительны к колебаниям напряжения. При понижении напряжения светоотдача резко снижается (пропорционально напряжению в 3-й и 6-й степени), а при повышении - катастрофически падает срок службы лампы (обратно пропорционально напряжению в 14-й степени). Если напряжение выше номинального на 10%, то вместо 1500 ч лампа служит 300 ч, если на 15%, то не более 90 ч, т. е. всего одну неделю. Чтобы устранить перенапряжение в осветительных сетях, своевременно регулируют напряжение силовых трансформаторов и применяют различные ограничители напряжения: автотрансформаторные таристорные или резисторные. Они могут работать в режиме стабилизации или ограничения напряжения у группы ламп.

### **4. Эксплуатация электронагревательных установок.**

ЭНУ направлена на повышение технологической и энергетической эффективности. С этой целью ЭТС корректируют комплектование ЭНУ, подбирают такие режимы работы, при которых удовлетворяются агрозоотехнические требования температуры нагрева и требования энергосистемы в отношении использования внепиковой нагрузки.

*Рациональное комплектование* ЭНУ позволяет в полной мере реализовать потенциальные возможности электронагрева. Благодаря безграничной делимости и простоте передачи электрической энергии, ЭНУ можно располагать непосредственно в зоне обогреваемого объекта, они могут поддерживать оптимальные.

Техническое обслуживание проводят в плановом порядке 1 раз в два месяца на месте размещения ЭНУ, без демонтажа и разборки и без нарушения хода технологических процессов. Типовой состав работ, общий для всех видов ЭНУ, содержит следующие операции: очистку снаружи от пыли и грязи; проверку и при необходимости закрепление контактных соединений; проверку исправности заземления; включение ЭНУ в работу и проверку соответствия ее параметров заданным.

Текущий ремонт выполняют ежегодно, без демонтажа установки, но с частичной разборкой. Ремонт элементов нагревательного блока и настройка аппаратуры автоматики целесообразно выполнять в мастерской. Для всех установок общими будут следующие операции: очистка от пыли и загрязнения; разборка и обеспечение доступа к веновным узлам и деталям; устранение неисправностей; проверка работоспособности схемы управления; измерение сопротивления изоляции нагревательных элементов и переходного сопротивления заземления; включение ЭНУ в работу и проверка соответствия его параметров требуемым значениям во всех режимах работы.

### **5. Эксплуатация электрооборудования электронно-ионной технологии.**

Электронно-ионная технология включает в себя такие процессы, в которых в качестве рабочего органа непосредствен® используется электрическое, магнитное или электромагнитное поле.

Производственная эксплуатация поддерживает требуемые характеристики электромагнитного воздействия: напряженность электрического поля, частоту колебаний,

продолжительность экспозиции и т. п. Такая эксплуатация контролирует качество обрабатываемых материалов (влажность, наличие посторонних предметов и т. п.), а также заданные режимы работы.

Техническая эксплуатация обеспечивает безопасность и высокую надежность установок электронно-ионной технологии. Как правило, такие установки потребляют небольшую мощность, но напряжение на их рабочих элементах может достигать 50 кВ и выше.

При техническом обслуживании систематически контролируют правильность собранных схем, проверяют исправность защит и блокировок от случайного прикосновения к электрическим цепям, проверяют состояние заземления и работоспособность всей установки.

#### **6. Эксплуатация электрооборудования культурно-бытового назначения.**

Культурно-бытовой сектор сельскохозяйственных предприятий имеет высокий уровень электрификации. Электрические приборы и установки используют для освещения, приготовления пищи, обогрева помещений и т. п. Ими оборудованы столовые, детские сады и ясли, клубы, конторы, магазины, больницы, почтовые отделения и ряд других объектов. В номенклатуру электрооборудования входят следующие установки и приборы: установки наружного освещения; электронагревательные приборы; вводные распределительные устройства и распределительные щитки; осветительные установки; электропроводки.

#### **7. Эксплуатация пускозащитной аппаратуры и средств автоматики.**

Техническое обслуживание средств и систем управления, защиты и автоматики включает в себя повседневное обслуживание, профилактические осмотры, проверку контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, ремонт и наладку. При этом необходимо иметь в виду, что наряду с профилактическим обслуживанием, ремонтом и наладкой контрольно-измерительные приборы требуют проверки как после ремонта, так и в установленные сроки.

Техническое обслуживание терморезисторов заключается в периодическом их осмотре, очистке от грязи и различных корковых образований, проверке соединительных проводов и защитных оболочек. Основным видом ремонта полупроводниковых приборов в обычном исполнении - замена вышедшего из строя чувствительного элемента новым, а при необходимости - восстановление герметичности защитных оболочек, устранение неисправностей клеммной головки и зажимов.

#### **8. Особенности эксплуатации электронных и микропроцессорных систем.**

Перед проверкой терморезисторов измеряют сопротивление изоляции относительно корпуса мегаомметром на напряжение 500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм. При помощи моста измеряют сопротивление чувствительных элементов и сравнивают с нормируемыми значениями.

Техническое обслуживание термопар заключается в периодической проверке соответствия градуировочной характеристики испытуемой термопары стандартной (эталонной).

#### **9. Наладка аппаратуры управления, защиты и устройств автоматики.**

Техническое обслуживание логометра заключается в периодическом осмотре, очистке от пыли, проверке надежности крепления соединительных проводов и проверке его показаний при подключении на контрольный терморезистор. Сопротивление изоляции логометра при 20°C и 80% относительной влажности воздуха должно быть не ниже 40 МОм.

Техническое обслуживание мостовых схем измерения различных параметров (например; температуры) заключается в периодическом осмотре приборов, очистке от пыли наружных поверхностей, смазке подвижных узлов и деталей, регулировке чувствительности электронного усилителя, чистке реохорды, заправке; самопишущих приборов диаграммной бумагой.

### **1. 8 Лекция № 9 ( 2 часа).**

#### **Тема: «Технология капитального ремонта электрооборудования»**

##### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Общие вопросы капитального ремонта техники.
2. Виды ремонтов, источники их финансирования.
3. Значение, задачи, прогрессивные методы и организационные формы капитального ремонта.
4. Электроремонтные предприятия, их структура.

##### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

###### **1. Общие вопросы капитального ремонта техники.**

Энергетическое оборудование представляет собой технические системы, состоящие из множества узлов и деталей (элементов). Лишь некоторые изделия удается создать из равнопрочных элементов (трубчатый электронагреватель, подшипник и т.п.). Такие изделия называются неремонтируемыми, поскольку все элементы изнашиваются одновременно или отказавшие элементы невозможно восстановить по технологическим или экономическим соображениям.

Капитальный ремонт служит одним из вариантов решения более сложной технико-экономической задачи - систематического обновления парка энергооборудования сельскохозяйственного предприятия. Другими вариантами являются: замена новым оборудованием, модернизация или переход к новым технологиям. Энергетическая служба призвана выбрать наилучший вариант. Методические приемы решения этой задачи рассмотрены в шестой главе.

Капитальный ремонт электродвигателей, пускозащитной аппаратуры, сварочных генераторов и трансформаторов, а также автотракторного электрооборудования может быть выполнен как специализированными ремонтными предприятиями, так и небольшими ремонтными цехами Агропромэнерго или частными фирмами. Ремонт распределительных трансформаторов целесообразно выполнять на предприятиях энергоремонта энергетических систем, в ведении которых находится подавляющее число работающих на селе трансформаторов.

###### **2. Виды ремонтов, источники их финансирования.**

Ремонт энергооборудования делится на два вида: централизованный и нецентрализованный.

Централизованный ремонт энергооборудования проводят в крупных электроремонтных мастерских или на электроремонтных заводах, где обеспечивается соблюдение передовой технологии, где есть квалифицированные кадры, необходимые материалы и механизмы. Качество ремонта электрооборудования на крупных предприятиях может быть так высоко, что надежность отремонтированной машины не уступает надежности новой.

Нецентрализованный ремонт проводят в небольших мастерских, не имеющих преимуществ крупных специализированных предприятий.

###### **3. Значение, задачи, прогрессивные методы и организационные формы капитального ремонта.**

При капитальном ремонте электрических машин бывает необходимо производить разного рода расчеты. Такая необходимость возникает в тех случаях, когда ставится цель

изменения каких-либо параметров машины: номинальной (паспортной) мощности, напряжения, частоты вращения. Несмотря на то, что электромашиностроительными заводами выпускаются машины с различными параметрами, предназначенные для самых разнообразных производственных механизмов и условий работы, это не полностью удовлетворяет сельскохозяйственное производство. Непрерывная интенсификация производства, внедрение более прогрессивной технологии вызывают необходимость в изменении заводских параметров серийных электрических машин и в индивидуальном приспособливании их к работе с различными производственными механизмами.

#### **4. Электроремонтные предприятия, их структура.**

Электроремонтные предприятия располагают альбомами обмоточных данных электрических машин различных серий и типов, как выпускаемых в настоящее время, так и снятых с производства. В альбомах содержатся необходимые для ремонта данные. Но даже в этом случае конкретные условия ремонта могут вызвать необходимость в определенных расчетах; например, при отсутствии требуемых обмоточных проводов (по марке и сечению) или изоляционных материалов и замене их другими, имеющимися в данный момент в наличии, могут быть допущены некоторые отступления от заводских параметров машины, но эти отступления должны быть технически обоснованы, а следовательно, подтверждены расчетом. Кроме того, в ремонтной практике часто приходится перематывать машины, а заводские обмоточные данные отсутствуют, например, в машинах устаревших типов или иностранных фирм. В этих случаях, даже если есть возможность по сохранившимся элементам обмотки восстановить ее параметры: схему соединения, число витков в катушке, размер обмоточного провода, производить перемотку машин без выполнения хотя бы сокращенного поверочного расчета было бы неправильным. При определении обмоточных данных могут быть допущены ошибки, и перемотка будет произведена по искаженным данным. Если же поступивший в ремонт электродвигатель ранее уже перематывался, есть вероятность, что при предыдущих ремонтах могли быть допущены существенные отступления от заводских данных, которые, возможно, и явились причиной выхода его из строя.

#### **1. 9 Лекция № 10 ( 2 часа).**

**Тема: «Технология ремонта силовых трансформаторов и ремонта средств автоматики»**

##### **1.9.1 Вопросы лекции:**

- 1.Технология ремонта силовых трансформаторов.
- 2.Схема технологического процесса ремонта трансформаторов.
- 3.Технология ремонта отдельных узлов трансформатора (обмоток, бака, арматуры и др.)
- 4.Ремонт средств автоматики.
- 5.Ремонт датчиков температуры, манометрических приборов и датчиков-реле давления, разряджения, уровня, расхода.

##### **1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Технология ремонта силовых трансформаторов.**

Наиболее уязвимой и часто повреждающейся частью трансформатора являются его обмотки ВН и режее НН. Повреждения чаще всего возникают вследствие снижения электрической прочности изоляции на каком-либо участке обмотки.

В трансформаторах могут повреждаться также вводы, переключатели, крышка и другие детали. Примерное соотношение (%) повреждений отдельных частей трансформатора следующее:

- обмотки и токопроводящие части - 53%;

- вводы-18%;
- переключатели -12%;
- все остальные части, взятые вместе, -17%. Исследования причин аварийных выходов трансформаторов

из строя показали, что обычно аварии происходят из-за неудовлетворительного обслуживания и низкого качества ремонта.

## **2. Схема технологического процесса ремонта трансформаторов**

Принципиально схема технологического процесса ремонта трансформаторов отличается от аналогичной схемы ремонта электрических машин только наличием масляного хозяйства. Слив масла при разборке трансформатора, его испытание и химический анализ, при необходимости сушка его и регенерация дополняют процесс ремонта. Однако наличие масляного хозяйства повышает пожарную опасность и взрывоопасность ремонтного производства и требует усиленного внимания к вопросам техники безопасности.

Погрузка трансформаторов на автомобили должна быть механизирована и вестись строго с соблюдением правил безопасности. Применяемые при этом механизмы, приспособления и инструменты должны быть исправны, проверены и соответствовать рабочей нагрузке.

При перемещении трансформатора по наклонному настилу применяют листовую или иного сечения сталь. Угол наклона трансформатора при погрузке не должен превышать 15°, тросы крепят за его верхнюю часть, чтобы избежать его опрокидывания. С обратной стороны трансформатора применяют оттяжку.

При подъеме и спуске трансформатора стропы подъемных механизмов крепят за скобы (рымы), приваренные к стенке бака. Нельзя поднимать трансформатор в сборе за кольца выемной (активной) части. При транспортировке на автомобилях трансформатор нужно крепить в кузове при помощи растяжек и деревянных клиньев. Наклон трансформатора при перевозке должен быть не более 15°. Выемную часть трансформатора поднимают только в том случае, если температура активной его части не более чем на 5° ниже температуры помещения, иначе влага, содержащаяся в теплом воздухе помещения, соприкасаясь с холодным сердечником трансформатора, будет конденсироваться на его поверхности. Это может сильно увлажнить сердечник, потребуются его сушить. Обычно трансформаторы мощностью до 1000 кВ-А достаточно выдержать в помещении до разборки в течение суток. Во избежание возможного увлажнения нежелательно надолго оставлять активную часть трансформатора (вне ремонта) на открытом воздухе помещения. При относительной влажности воздуха 50...60% длительность такого простоя не должна превышать 12...8 ч.

Каждому трансформатору присваивают ремонтный номер, на картонной бирке отмечают этот номер, тип трансформатора и необходимые данные.

## **3. Технология ремонта отдельных узлов трансформатора (обмоток, бака, арматуры и др.)**

Трансформатор с поврежденными обмотками или другими его частями подлежит немедленному выводу из работы и ремонту. На предприятии составляется приемо-сдаточный акт с приложением ведомости дефектов и оформляется заказ. В документах записывают номер заказа, паспортные данные, требования заказчика, результаты внешнего осмотра, проверочных испытаний и измерений. Все дефекты, обнаруженные в дальнейшем процессе разборки трансформатора, также заносят в ведомость дефектов. По этим данным определяют объем ремонтных работ.

Комплекс работ по выявлению характера и степени повреждения отдельных частей трансформатора называют диагностикой. Работа по диагностике - наиболее

ответственный этап ремонта, поскольку определяются действительный характер и размеры повреждений, а также объем предстоящего ремонта и потребность в ремонтных материалах и оснастке. Поэтому производящий диагностику должен хорошо знать не только признаки и причины неисправности, но и способы их безошибочного выявления и устранения.

#### **4. Ремонт средств автоматики.**

Переизолировка обмоточного провода. Обмотку, поступившую в ремонт, осматривают для уточнения масштабов повреждения, а также определения способа ремонта и необходимых для этого материалов и оборудования. Выясняют возможность повторного использования обмоточного провода и изоляционных деталей поврежденной обмотки. Поскольку в электроустановках имеются современные устройства релейной защиты и автоматики, полное разрушение обмоток происходит очень редко, так как трансформатор, как правило, отключается защитой на стадии возникновения повреждения, когда из-за электрического пробоя оказывается поврежденной только изоляция витков обмоточного провода, а не сам провод.

#### **5. Ремонт датчиков температуры, манометрических приборов и датчиков-реле давления, разряджения, уровня, расхода.**

Снятый с обмотки провод после восстановления его изоляции переизолировкой можно использовать повторно и при поступлении в ремонт обмоток с признаками сильного износа (старения) их изоляции вследствие продолжительной работы в условиях частых и длительных перегревов. При правильном выполнении операции переизолировки старый обмоточный провод по своим качествам будет равноценен новому.

Магнитопроводы, поступающие в ремонт, нуждаются преимущественно в частичном ремонте, реже - в ремонте с полной разборкой и перешихтовкой активной стали.

При частичном ремонте магнитопровода не требуется его полная разборка. Частичный ремонт выполняют при незначительных повреждениях активной стали или отдельных деталей магнитопровода, например, при местных замыканиях и небольших оплавлениях листов активной стали, повреждениях изоляционных деталей, ослаблении крепления ярмовых балок, забоинах и т.д.

Очаги прогара и оплавления активной стали расчищают, снимая образовавшиеся наплывы металла. После этого частично распрессовывают пластины магнитопровода на этом участке, отделяют сварившиеся кромками пластины друг от друга, снимают заусеницы с кромки пластин и, очистив участок от остатков старой изоляции и металлических опилок, изолируют пластины, прокладывая между ними листы телефонной или кабельной бумаги.

При наличии забоин в стержнях активной стали магнитопровода пластины такого стержня распрессовывают (ослабляют прессовку стержня, отворачивая на несколько оборотов гайку прессующей шпильки), а затем с помощью деревянных клиньев разводят пластины и после выпрямления плоскогубцами загнутых кромок пластин прокладывают между ними листы изоляции из кабельной или телефонной бумаги и с помощью прессующей шпильки вновь спрессовывают стержень.

Ремонт вводов. К основным неисправностям вводов можно отнести: трещины и сколы изоляторов, разрушение изоляторов, некачественную армировку и уплотнение, срыв резьбы стержня при неправильном навинчивании и затягивании гайки. При значительных сколах и трещинах ввод заменяется. Могут встретиться в старых, но еще пригодных для работы типах трансформаторов несъемные вводы, которые целесообразно выполнить съемными, для чего делают переходной фланец, который приваривают к крышке маслоуплотненным швом.



## **1. 10 Лекция №11 ( 2 часа).**

**Тема: «Электротехническая служба сельскохозяйственных предприятий»**

### **1.10.1 Вопросы лекции:**

1. Организация электротехнической службы.
2. Анализ деятельности и задачи проектирования электротехнической службы.
3. Расчет объема работ и определение штатной численности исполнителей.

### **1.10.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Организация электротехнической службы.**

Электротехническая служба сельхозпредприятия выполняет техническое обслуживание существующих, монтаж и наладку вновь вводимых в эксплуатацию электроустановок.

Основным в работе электротехнической службы совхоза или колхоза являются безотказная работа электроустановок и электрифицированного оборудования и надежное электроснабжение всех объектов и токоприемников хозяйства. Это должно решаться электротехническим персоналом в условиях четкой деловой взаимосвязи с предприятием электрических сетей и органами Главгосэнергонадзора. На основе имеющегося опыта и действующих организационных положений рекомендуется следующая примерная структура электротехнической службы сельхозпредприятия.

Службу возглавляет главный (старший) инженер-электрик, в подчинении которого находятся эксплуатационная, ремонтная и монтажная группы, руководимые соответственно инженером (техником) и техниками (старшим электромонтером). Главный (старший) инженер-электрик в административном отношении подчиняется директору совхоза или правлению колхоза, а по техническим вопросам — главному (старшему) инженеру-электрику районного агропромышленного объединения.

#### **2. Анализ деятельности и задачи проектирования электротехнической службы.**

Группы эксплуатации и ремонта обеспечивают проведение плановых осмотров, технического ухода, текущего и капитального ремонтов с целью поддержания электроустановок и электрифицированного оборудования в надлежащем техническом состоянии. Группу эксплуатации укомплектовывают электромонтерами, обслуживающими электрохозяйство в бригадах, на фермах и в отделениях совхоза или колхоза, а также аварийной группой, состоящей из дежурных электромонтеров, осуществляющих оперативное обслуживание электроустановок и устранение аварийных повреждений в электроустановках совхоза или колхоза. Группу ремонта укомплектовывают электрослесарями-ремонтниками, осуществляющими ремонтные работы в электроустановках хозяйства. Электромонтажная служба обеспечивает выполнение работ по механизации трудоемких процессов, заключающихся в монтаже и наладке новых электрифицированных установок. В задачи службы входят также проведение электрических измерений, оформление соответствующей документации и сдача смонтированной и отлаженной электроустановки в эксплуатацию.

Для учета находящегося в эксплуатации оборудования, организации и учета выполняемых работ в электротехнической службе должна храниться следующая техническая документация: схема электроснабжения всех объектов хозяйства и журнал учета источников электроснабжения и линий электропередачи, состоящих на балансе хозяйства; журналы учета электрооборудования, внутренних осветительных и силовых проводов, протоколы испытаний изоляции электрооборудования и измерения сопротивлений заземляющих устройств; журнал учета отключений и перерывов в подаче электроэнергии; акты расследования причин выхода из строя электрооборудования; акты ввода электроустановок в эксплуатацию; журнал телефонограмм и журнал учета вызовов электромонтеров на устранение повреждений.

Кроме того, должны регулярно заполняться журналы проверки контуров заземлений, учета и проверки защитных средств, журналы инструктажа по технике безопасности и учета технической учебы.

Перечисленные выше особенности схем электроснабжения производственных и коммунально-бытовых объектов в сельской местности определяют то, что в большинстве случаев значительная часть времени перерыва электроснабжения затрачивается на отыскание места повреждения.

### **3. Расчет объема работ и определение штатной численности исполнителей.**

Хорошо налаженное сотрудничество энергетиков сельхозпредприятий с оперативно-диспетчерской службой ПЭС или оперативно-диспетчерской группой (ОДГ) РЭС является важным фактором, позволяющим ускорить отыскание мест повреждения, устранить неисправность и неполадки в электроснабжении, повысить безопасность производства работ. Опыт показал, что сообщения о повреждениях непосредственно от населения не дают полной информации о месте и характере повреждения, вместе с тем значительное число повреждений приходится на вводы в жилые дома населенных пунктов. Для предотвращения неправильных сообщений о перерывах электроснабжения в Латвии, например, принят порядок, при котором сообщения о всех неполадках поступают в РЭС от персонала электротехнической службы хозяйства [2]. При получении сообщения о перерыве электроснабжения от потребителей своего хозяйства электрики сельскохозяйственного предприятия немедленно определяют характер повреждения. Повреждения в сети 0,38 кВ, если для их устранения по правилам техники безопасности не требуется подготовка рабочих мест, устраняются персоналом хозяйства самостоятельно, о чем сообщается ОДГ района электрических сетей. Если для устранения повреждения необходимо готовить рабочее место или имеет место повреждение на стороне 6—20 кВ, электротехнический персонал сельхозпредприятия немедленно сообщает об этом оперативному персоналу РЭС и в дальнейшем действует по указаниям оперативного персонала. Электрики хозяйства могут включать и отключать разъединители на переключательных пунктах и трансформаторных подстанциях (ТП) потребителей. Для этого электромонтеры сельхозпредприятия проходят целевое обучение, сдают экзамен и получают допуск

к работе на электроустановках района электрических сетей, им выдаются ключи от ТП и приводов коммутационных аппаратов переключательных пунктов. Получение ключей оформляется в соответствующем журнале. Сельхозпредприятие и район электрических сетей обмениваются списками лиц, имеющих право вести оперативные переговоры. Списки утверждаются руководителями сельхозпредприятия и района электросетей соответственно. В списках указывается квалификационная группа по технике безопасности и номера телефонов, по которым можно вызвать необходимых в данном случае лиц. Работникам РЭС, включенным в список, предоставляется право вести оперативные переговоры от имени ПЭС и давать указания электротехническому персоналу сельхозпредприятия на выполнение работ в электроустановках ПЭС. Материалы, необходимые для ликвидации повреждений в электроустановках, принадлежащих ПЭС, передаются сельхозпредприятиям в необходимых количествах (например, предохранители на все номинальные токи, используемые в данной установке).

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа № 1,2 ( 4 часа).

**Тема: «Сборка и проверка схемы шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста»**

**2.1.1 Цель работы:** Приобретение навыков в сборке и проверке схем шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.

#### 2.1.2 Задачи работы:

1. собрать схему шкафа для нереверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.

#### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.
- 2.автоматических трехполюсный выключатель.
- 3.автоматический однополюсный выключатель.
- 4.контактор.
- 5.электротепловое реле.
- 6.кнопка.
- 7.лампа индикаторная.
- 8.вольтметр.
- 9.амперметр.

#### 2.1.4 Описание (ход) работы:

- Обеспечьте, чтобы шкаф управления асинхронным двигателем (далее - шкаф) был заперт и отключен от сети электропитания лаборатории внешним коммутационным аппаратом, например, автоматическим выключателем.
- Откройте дверь шкафа.
- Если включены выключатели QF1 и SF1, то отключите их.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической принципиальной. Для соединения аппаратуры, установленной на двери шкафа, с аппаратурой внутри шкафа используйте в качестве промежуточных контактов блоки зажимов X5, X6, расположенные на шасси шкафа.
- Если выступает шток электротеплового реле КК1, то нажмите его.
- Включите выключатели QF1 и SF1.
- Закройте дверь шкафа ключом.
- Подайте на шкаф электропитание от сети лаборатории. О наличии последнего должна сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»).
- Нажмите кнопку SB1 («ВПЕРЕД»). В результате произойдет **прямой пуск двигателя** М1, о чем должна будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД»). Стрелки вольтметра PV1 и амперметра PA1 укажут напряжение и ток двигателя М1. Зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ») погаснет.
- Нажмите кнопку SB2 («СТОП»). В результате произойдет **отключение двигателя М1 от электрической сети и последующий его останов**. Двигатель М1 будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»). Красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД») погаснет.
- Осуществите повторный пуск двигателя нажатием кнопки SB1 («ВПЕРЕД»).
- Смоделируйте **обрыв фазы двигателя М1** выниманием перемычки, например, в фазе «В» на его терминальной панели. Двигатель М1 начнет издавать характерный гудящий звук. Амперметр укажет увеличившийся ток двигателя М1. Через некоторое

время должно сработать электротепловое реле, в результате чего двигатель М1 должен аварийно отключиться от электрической сети и остановиться.

- Устраните искусственно созданный обрыв фазы «В» двигателя М1.
- Отключите шкаф от сети электропитания лаборатории.
- Откройте дверь шкафа.
- Отключите выключатели QF1 и SF1.
- Создайте *механический момент сопротивления на валу двигателя М1, исключающий его пуск*.

Для этого снимите кожух, защищающий от прикосновения к валу двигателя М1. Закрепите на валу двигателя стопорное устройство так, чтобы исключалось вращение вала в обе стороны.

- Нажмите выступающий шток электротеплового реле КК1.
- Включите выключатели QF1 и SF1.
- Закройте дверь шкафа ключом.
- Подайте на шкаф электропитание от сети лаборатории. О наличии последнего должна сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»).

• Нажмите кнопку SB1 («ВПЕРЕД»). В результате произойдет подключение двигателя М1 к электрической сети, о чем должна будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД»). Стрелки вольтметра PV1 и амперметра PA1 укажут напряжение и увеличившийся ток двигателя М1. Зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ») погаснет. Двигатель М1 останется неподвижным и начнет издавать характерный гудящий звук. Через некоторое время должно сработать электротепловое реле, в результате чего двигатель М1 должен аварийно отключиться от электрической сети.

• По завершении эксперимента отключите шкаф от сети электропитания лаборатории, снимите стопорное устройство с вала двигателя М1 и установите защитный кожух.

## **2.2 Лабораторная работа № 3 ( 2 часа).**

**Тема: «Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам»**

**2.2.1 Цель работы:** отработка навыков дежурного персонала смены по принятию оперативных решений, по предупреждению аварии, оценки аварийной ситуации, предотвращению развития аварии и ее ликвидации.

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. найти повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Наглядное техническое оборудование

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

1. "Направить ОВБ на ПС НПС"
2. Сообщить: "руководству СЭС"
3. Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
4. Осмотреть: "в ОПУ панели РЗА и сигнализации, записать выпавшие бланкеры."
5. Проверить U по киловольтметрам на ПС НПС"
6. Сообщить: "руководству СЭС"
7. Сообщить: "службе подстанций"
8. Сообщить: "службе линий"
9. Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
10. Выведено АВР ( выключатель СМВ-35 кВ на ПС НПС )

11. Снят оперативный ток ( выключатель СМВ-35 кВ на ПС НПС )
12. Осмотреть: "ОРУ-35 кВ"
13. Дать распоряжение: "руководителю работ бр. сл. линий о срочном завершении работ на ВЛ-35 кВ «Бугуруслан-Александровка»"
14. Сообщить: "руководству СЭС"
15. Сообщить: "службе подстанций"
16. Сообщить: "БПЭС"
17. Сообщить: "АО БЗР"
18. Сообщить: "БКЭС"
19. Выведено АВР ( выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка )
20. Включен выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка
21. Отключен выключатель ВВ-6кВ Т-2 на ПС Александровка
22. Отключен выключатель ЭВ-35кВ Т-2 на ПС Александровка
23. Отключен выключатель СЭВ-35кВ на ПС Александровка
24. Введена в работу ( линия ВЛ-35кВ «Бугуруслан – Александровка» )
25. Включен выключатель ЭВ-35кВ Т-2 на ПС Александровка
26. Включен выключатель ВВ-6кВ Т-2 на ПС Александровка
27. Отключен выключатель ВВ-6кВ Т-1 на ПС Александровка
28. Включен выключатель СМВ-6кВ на ПС Юбилейная
29. Отключен выключатель МВ-6кВ Т-2 на ПС Юбилейная
30. Отключен выключатель СМВ-35кВ на ПС Юбилейная
31. Включен выключатель СЭВ-35кВ на ПС Александровка
32. Включен выключатель ВВ-6кВ Т-1 на ПС Александровка
33. Отключен выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка
34. Введено АВР ( выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка )
35. Включен выключатель МВ-6кВ Т-2 на ПС Юбилейная
36. Отключен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Юбилейная
37. Отключен выключатель МВ-35кВ Радиатор на ПС НПС
38. Отключен выключатель МВ-35кВ Т-2 на ПС НПС
39. Включен выключатель СМВ-35кВ на ПС Юбилейная
40. Включен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Юбилейная
41. Отключен выключатель СМВ-6кВ на ПС Юбилейная
42. Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
43. Осмотреть: "в ОПУ панели РЗА и сигнализации, записать выпавшие блинкера."
44. Сообщить: "БПЭС"
45. Сообщить: "руководству СЭС"
46. Сообщить: "ЦДС"
47. Дать распоряжение: "диспетчеру АсРЭС"
48. Включен выключатель МВ-35кВ НПС на ПС Чкаловская
49. Проверено наличие нагрузки ( выключатель МВ-35кВ НПС на ПС Чкаловская )
50. "Проверить отсутствие «земли» по киловольтметру на ПС Чкаловская"
51. Отключен выключатель МВ-35кВ Красноярка на ПС НПС
52. Отключен выключатель МВ-35 кВ Т-1 на ПС НПС
53. Проверена схема ПС ПС Городская
54. Дать распоряжение: "дежурному ПС Елатомка"
55. Включен выключатель МВ-35 кВ Тюрино на ПС Елатомка
56. Проверено наличие нагрузки ( выключатель МВ-35 кВ Тюрино на ПС Елатомка )
57. Проверена нагрузка Трансформатор Т-1 ПС Тюрино
58. Включен выключатель МВ-35 кВ Т-2 на ПС Тюрино
59. Отключен выключатель СМВ-35кВ на ПС Тюрино
60. Включен выключатель СМВ-6кВ на ПС Тюрино

- 61.Отключен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Тюрино
- 62.Переведено РПН Трансформатор Т-1 ПС Тюрино
- 63.Переведено РПН Трансформатор Т-2 ПС Тюрино
- 64.Сообщить: "деж. персоналу ЛПДС"
- 65.Дать распоряжение: "энергодиспетчеру КЖД"

### **2.3 Лабораторная работа № 4 ( 2 часа).**

**Тема: «Повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС, аварийный вывод в ремонт ОРУ-35 кВ и перевод питания потребителей 35 кВ по резервным схемам»**

**2.3.1 Цель работы:** отработка навыков дежурного персонала смены по принятию оперативных решений, по предупреждению аварии, оценки аварийной ситуации, предотвращению развития аварии и ее ликвидации.

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. найти повреждение СМВ-35 кВ на пс. НПС.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Наглядное техническое оборудование

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

- 66."Направить ОВБ на ПС НПС"
- 67.Сообщить: "руководству СЭС"
- 68.Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
- 69.Осмотреть: "в ОПУ панели РЗА и сигнализации, записать выпавшие блинкера."
- 70."Проверить U по киловольтметрам на ПС НПС"
- 71.Сообщить: "руководству СЭС"
- 72.Сообщить: "службе подстанций"
- 73.Сообщить: "службе линий"
- 74.Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
- 75.Выведено АВР ( выключатель СМВ-35 кВ на ПС НПС )
- 76.Снят оперативный ток ( выключатель СМВ-35 кВ на ПС НПС )
- 77.Осмотреть: "ОРУ-35 кВ"
- 78.Дать распоряжение: "руководителю работ бр. сл. линий о срочном завершении работ на ВЛ-35 кВ «Бугуруслан-Александровка»"
- 79.Сообщить: "руководству СЭС"
- 80.Сообщить: "службе подстанций"
- 81.Сообщить: "БПЭС"
- 82.Сообщить: "АО БЗР"
- 83.Сообщить: "БКЭС"
- 84.Выведено АВР ( выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка )
- 85.Включен выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка
- 86.Отключен выключатель ВВ-6кВ Т-2 на ПС Александровка
- 87.Отключен выключатель ЭВ-35кВ Т-2 на ПС Александровка
- 88.Отключен выключатель СЭВ-35кВ на ПС Александровка
- 89.Введена в работу ( линия ВЛ-35кВ «Бугуруслан – Александровка» )
- 90.Включен выключатель ЭВ-35кВ Т-2 на ПС Александровка
- 91.Включен выключатель ВВ-6кВ Т-2 на ПС Александровка
- 92.Отключен выключатель ВВ-6кВ Т-1 на ПС Александровка
- 93.Включен выключатель СМВ-6кВ на ПС Юбилейная
- 94.Отключен выключатель МВ-6кВ Т-2 на ПС Юбилейная

- 95.Отключен выключатель СМВ-35кВ на ПС Юбилейная
- 96.Включен выключатель СЭВ-35кВ на ПС Александровка
- 97.Включен выключатель ВВ-6кВ Т-1 на ПС Александровка
- 98.Отключен выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка
- 99.Введено АВР ( выключатель СВВ-6кВ на ПС Александровка )
- 100.Включен выключатель МВ-6кВ Т-2 на ПС Юбилейная
- 101.Отключен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Юбилейная
- 102.Отключен выключатель МВ-35кВ Радиатор на ПС НПС
- 103.Отключен выключатель МВ-35кВ Т-2 на ПС НПС
- 104.Включен выключатель СМВ-35кВ на ПС Юбилейная
- 105.Включен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Юбилейная
- 106.Отключен выключатель СМВ-6кВ на ПС Юбилейная
- 107.Дать распоряжение: "дежурному ОВБ"
- 108.Осмотреть: "в ОПУ панели РЗА и сигнализации, записать выпавшие блинкера."
- 109.Сообщить: "БПЭС"
- 110.Сообщить: "руководству СЭС"
- 111.Сообщить: "ЦДС"
- 112.Дать распоряжение: "диспетчеру АсРЭС"
- 113.Включен выключатель МВ-35кВ НПС на ПС Чкаловская
- 114.Проверено наличие нагрузки ( выключатель МВ-35кВ НПС на ПС Чкаловская )
- 115."Проверить отсутствие «земли» по киловольтметру на ПС Чкаловская"
- 116.Отключен выключатель МВ-35кВ Красноярка на ПС НПС
- 117.Отключен выключатель МВ-35 кВ Т-1 на ПС НПС
- 118.Проверена схема ПС ПС Городская
- 119.Дать распоряжение: "дежурному ПС Елатомка"
- 120.Включен выключатель МВ-35 кВ Тюрино на ПС Елатомка
- 121.Проверено наличие нагрузки ( выключатель МВ-35 кВ Тюрино на ПС Елатомка )
- 122.Проверена нагрузка Трансформатор Т-1 ПС Тюрино
- 123.Включен выключатель МВ-35 кВ Т-2 на ПС Тюрино
- 124.Отключен выключатель СМВ-35кВ на ПС Тюрино
- 125.Включен выключатель СМВ-6кВ на ПС Тюрино
- 126.Отключен выключатель МВ-6кВ Т-1 на ПС Тюрино
- 127.Переведено РПН Трансформатор Т-1 ПС Тюрино
- 128.Переведено РПН Трансформатор Т-2 ПС Тюрино
- 129.Сообщить: "деж. персоналу ЛПДС"
- 130.Дать распоряжение: "энергодиспетчеру КЖД"

## **2.4 Лабораторная работа № 5 ( 2 часа).**

**Тема: «Отключить и заземлить линию 10 кВ тупикового питания Л1013 для ремонта линии и проведения ревизии выключателей на п/ст. 3 и п/ст.6 »**

**2.4.1 Цель работы:** Отключить и заземлить линию 10кВ тупикового питания Л1013 для ремонта линии и проведения ревизии выключателей .

### **2.4.2 Задачи работы:**

1. провести опыт по отключению и заземлению линии 10кВ

### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Наглядное техническое оборудование.

#### 2.4.4 Описание (ход) работы:

- 1.Получено у диспетчера распоряжение о производстве оперативных переключений (Телефон)
- 2.Сделана запись (Журнал)
- Выполненные действия:
- 3.Получено распоряжение у диспетчера на производство оперативных переключений
- 4.Записано задание в оперативный журнал
- 5.Составлен бланк переключений
- 6.Получено разрешение у диспетчера на производство переключений по бланку переключений
- 7.Отключен выключатель В-232 Л1013 п/ст.6
- 8.Проверено отключенное положение В-232 Л1013 п/ст.6
- 9.Отключен ключ АПВ Л1013 на п/ст.3
- 10.Отключен выключатель В-205 Л1013 п/ст.3
- 11.Проверено отключенное положение В-205 Л1013 п/ст.3
- 12.Проверено состояние колонок изоляторов линейного разъединителя ЛР-207 Л1013 п/ст.3
- 13.Отключен линейный разъединитель ЛР-207 Л1013 п/ст.3
- 14.Открыта дверца нижнего отсека
- 15.Закрыта дверца нижнего отсека
- 16.Проверено состояние колонок изоляторов шинного разъединителя ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 17.Отключен шинный разъединитель ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 18.Открыта дверца среднего отсека
- 19.Закрыта дверца среднего отсека
- 20.Открыта дверца В-232 Л1013 п/ст.6
- 21.Перемещена в ремонтное положение тележка В-232 Л1013 п/ст.6
- 22.Действие: "Убедиться в исправности индикатора"
- 23.Проверено отсутствие напряжения (на Л1013 со стороны п/ст.6, (1))
- 24.Проверено отсутствие напряжения (на Л1013 со стороны п/ст.6, (2))
- 25.Проверено отсутствие напряжения (на Л1013 со стороны п/ст.6, (3))
- 26.Включены заземляющие ножи ЗН-234 В-232 п/ст.6
- 27.Проверено включенное положение заземляющих ножей ЗН-234 В-232 п/ст.6
- 28.Действие: "Убедиться в исправности индикатора"
- 29.Открыта дверца нижнего отсека
- 30.Проверено отсутствие напряжения (ЛР-207 Л1013 п/ст.3 в сторону Л1013, (1))
- 31.Проверено отсутствие напряжения (ЛР-207 Л1013 п/ст.3 в сторону Л1013, (2))
- 32.Проверено отсутствие напряжения (ЛР-207 Л1013 п/ст.3 в сторону Л1013, (3))
- 33.Закрыта дверца нижнего отсека
- 34.Включены заземляющие ножи ЗН-211 ЛР-207 п/ст.3
- 35.Проверено включенное положение заземляющих ножей ЗН-211 ЛР-207 п/ст.3
- 36.Действие: "Убедиться в исправности индикатора"
- 37.Проверено отсутствие напряжения (ШР-210 Л1013 п/ст.3 в сторону В-205, (1))
- 38.Проверено отсутствие напряжения (ШР-210 Л1013 п/ст.3 в сторону В-205, (2))
- 39.Проверено отсутствие напряжения (ШР-210 Л1013 п/ст.3 в сторону В-205, (3))
- 40.Включены заземляющие ножи ЗНВ ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 41.Проверено включенное положение ЗНВ ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 42.Сделана запись в оперативный журнал
- 43.Доложено диспетчеру об окончании оперативных переключений



## 2.5 Лабораторная работа №6 ( 2 часа).

Тема: «Сборка и проверка схемы управления асинхронным двигателем с обеспечением его прямого пуска»

**2.5.1 Цель работы:** Приобретение навыков в сборке и проверке схем шкафа для неререверсивного управления асинхронным двигателем с помощью кнопочного поста.

### 2.5.2 Задачи работы:

1. собрать и проверить схему шкафа.

### 2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.
- 2.автоматических трехполюсный выключатель.
- 3.автоматический однополюсный выключатель.
- 4.контактор.
- 5.электротепловое реле.
- 6.кнопка.
- 7.лампа индикаторная.
- 8.вольтметр.
- 9.амперметр.

### 2.5.4 Описание (ход) работы:

- Обеспечьте, чтобы шкаф управления асинхронным двигателем (далее - шкаф) был заперт и отключен от сети электропитания лаборатории внешним коммутационным аппаратом, например, автоматическим выключателем.
- Откройте дверь шкафа.
- Если включены выключатели QF1 и SF1, то отключите их.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической принципиальной. Для соединения аппаратуры, установленной на двери шкафа, с аппаратурой внутри шкафа используйте в качестве промежуточных контактов блоки зажимов X5, X6, расположенные на шасси шкафа.
- Если выступает штوك электротеплового реле КК1, то нажмите его.
- Включите выключатели QF1 и SF1.
- Закройте дверь шкафа ключом.
- Подайте на шкаф электропитание от сети лаборатории. О наличии последнего должна сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»).
- Нажмите кнопку SB1 («ВПЕРЕД»). В результате произойдет **прямой пуск двигателя М1**, о чем должна будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД»). Стрелки вольтметра PV1 и амперметра PA1 укажут напряжение и ток двигателя М1. Зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ») погаснет.
- Нажмите кнопку SB2 («СТОП»). В результате произойдет **отключение двигателя М1 от электрической сети и последующий его останов**. Двигатель М1 будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»). Красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД») погаснет.
- Осуществите повторный пуск двигателя нажатием кнопки SB1 («ВПЕРЕД»).
- Смоделируйте **обрыв фазы двигателя М1** выниманием перемычки, например, в фазе «В» на его терминальной панели. Двигатель М1 начнет издавать характерный гудящий звук. Амперметр укажет увеличившийся ток двигателя М1. Через некоторое время должно сработать электротепловое реле, в результате чего двигатель М1 должен аварийно отключиться от электрической сети и остановиться.
- Устраните искусственно созданный обрыв фазы «В» двигателя М1.
- Отключите шкаф от сети электропитания лаборатории.

- Откройте дверь шкафа.
- Отключите выключатели QF1 и SF1.
- Создайте **механический момент сопротивления на валу двигателя М1, исключающий его пуск**. Для этого снимите кожух, защищающий от прикосновения к валу двигателя М1. Закрепите на валу двигателя стопорное устройство так, чтобы исключалось вращение вала в обе стороны.
  - Нажмите выступающий шток электротеплового реле КК1.
  - Включите выключатели QF1 и SF1.
  - Закройте дверь шкафа ключом.
  - Подайте на шкаф электропитание от сети лаборатории. О наличии последнего должна сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ»).
- Нажмите кнопку SB1 («ВПЕРЕД»). В результате произойдет подключение двигателя М1 к электрической сети, о чем должна будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа HLR1 («ВПЕРЕД»). Стрелки вольтметра PV1 и амперметра PA1 укажут напряжение и увеличившийся ток двигателя М1. Зеленая лампа HLG1 («ГОТОВ») погаснет. Двигатель М1 останется неподвижным и начнет издавать характерный гудящий звук. Через некоторое время должно сработать электротепловое реле, в результате чего двигатель М1 должен аварийно отключиться от электрической сети.
- По завершении эксперимента отключите шкаф от сети электропитания лаборатории, снимите стопорное устройство с вала двигателя М1 и установите защитный кожух.

## 2.6 Лабораторная работа № 7 ( 2 часа).

**Тема: «Снять заземление и включить в работу линию 10 кВ Л1013 (Ввести в работу Л1013. Ввести в работу В-205. Ввести в работу В-232)»**

**2.6.1 Цель работы:** Снять заземление и включить в работу линию 10кВ Л1013

### 2.6.2 Задачи работы:

1. проверить работу линии.

### 2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Наглядное техническое оборудование

### 2.6.4 Описание (ход) работы:

Выполнить действия:

- 1)Получить распоряжение у диспетчера на производство оперативных переключений
- 2)Записать задание в оперативный журнал
- 3)Составить бланк переключений
- 4)Получить разрешение у диспетчера на производство переключений по бланку переключений
- 5)Отключить заземляющие ножи ЗНВ ШР-210
- 6)Открыть дверцу среднего отсека
- 7)Закрыть дверцу среднего отсека
- 8)Отключить заземляющие ножи ЗН-211 ЛР-207 п/ст.3
- 9)Открыть дверцу нижнего отсека
- 10)Закрыть дверцу нижнего отсека
- 11)Отключить заземляющие ножи ЗН-234 В-232 п/ст.6

- 12) Проверить отключенное положение заземляющих ножей ЗН-234 В-232 п/ст.6
- 13) Проверить отключенное положение В-232 Л1013 п/ст.6
- 14) Переместить в рабочее положение тележку В-232 Л1013 п/ст.6
- 15) Заккрыть дверцу В-232 Л1013 п/ст.6
- 16) Открыть дверцу среднего отсека
- 17) Заккрыть дверцу среднего отсека
- 18) Включить шинный разъединитель ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 19) Открыть дверцу среднего отсека
- 20) Заккрыть дверцу среднего отсека
- 21) Открыть дверцу нижнего отсека
- 22) Заккрыть дверцу нижнего отсека
- 23) Включить линейный разъединитель ЛР-207 Л1013 п/ст.3
- 24) Открыть дверцу нижнего отсека
- 25) Заккрыть дверцу нижнего отсека
- 26) Включить выключатель В-205 Л1013 п/ст.3
- 27) Проверить включенное положение В-205 Л1013 п/ст.3
- 28) Включить выключатель В-232 Л1013 п/ст.6
- 29) Проверить включенное положение В-232 Л1013 п/ст.6
- 30) Включить ключ АПВ Л1013 п/ст.3
- 31) Сделать запись в оперативный журнал
- 32) Доложить диспетчеру об окончании оперативных переключений

## **2.7 Лабораторная работа № 8 ( 2 часа).**

**Тема: «Снять заземление и включить в работу линию 10 кВ Л1013 (Ввести в работу Л1013. Ввести в работу В-205. Ввести в работу В-232)»**

**2.7.1 Цель работы:** Снять заземление и включить в работу линию 10кВ Л1013

### **2.7.2 Задачи работы:**

1. проверить работу линии.

### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Наглядное техническое оборудование

### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

Выполнить действия:

- 1) Получить распоряжение у диспетчера на производство оперативных переключений
- 2) Записать задание в оперативный журнал
- 3) Составить бланк переключений
- 4) Получить разрешение у диспетчера на производство переключений по бланку переключений
- 5) Отключить заземляющие ножи ЗНВ ШР-210
- 6) Открыть дверцу среднего отсека
- 7) Заккрыть дверцу среднего отсека
- 8) Отключить заземляющие ножи ЗН-211 ЛР-207 п/ст.3
- 9) Открыть дверцу нижнего отсека
- 10) Заккрыть дверцу нижнего отсека
- 11) Отключить заземляющие ножи ЗН-234 В-232 п/ст.6

- 12) Проверить отключенное положение заземляющих ножей ЗН-234 В-232 п/ст.6
- 13) Проверить отключенное положение В-232 Л1013 п/ст.6
- 14) Переместить в рабочее положение тележку В-232 Л1013 п/ст.6
- 15) Заккрыть дверцу В-232 Л1013 п/ст.6
- 16) Открыть дверцу среднего отсека
- 17) Заккрыть дверцу среднего отсека
- 18) Включить шинный разъединитель ШР-210 Л1013 п/ст.3
- 19) Открыть дверцу среднего отсека
- 20) Заккрыть дверцу среднего отсека
- 21) Открыть дверцу нижнего отсека
- 22) Заккрыть дверцу нижнего отсека
- 23) Включить линейный разъединитель ЛР-207 Л1013 п/ст.3
- 24) Открыть дверцу нижнего отсека
- 25) Заккрыть дверцу нижнего отсека
- 26) Включить выключатель В-205 Л1013 п/ст.3
- 27) Проверить включенное положение В-205 Л1013 п/ст.3
- 28) Включить выключатель В-232 Л1013 п/ст.6
- 29) Проверить включенное положение В-232 Л1013 п/ст.6
- 30) Включить ключ АПВ Л1013 п/ст.3
- 31) Сделать запись в оперативный журнал
- 32) Доложить диспетчеру об окончании оперативных переключений

## **2.8 Лабораторная работа № 9 ( 2 часа).**

**Тема: «Эксплуатация силовых трансформаторов и распределительных устройств»**

**2.8.1 Цель работы:** Изучить основы эксплуатации и устройство трансформаторов и распределительных устройств.

### **2.8.2 Задачи работы:**

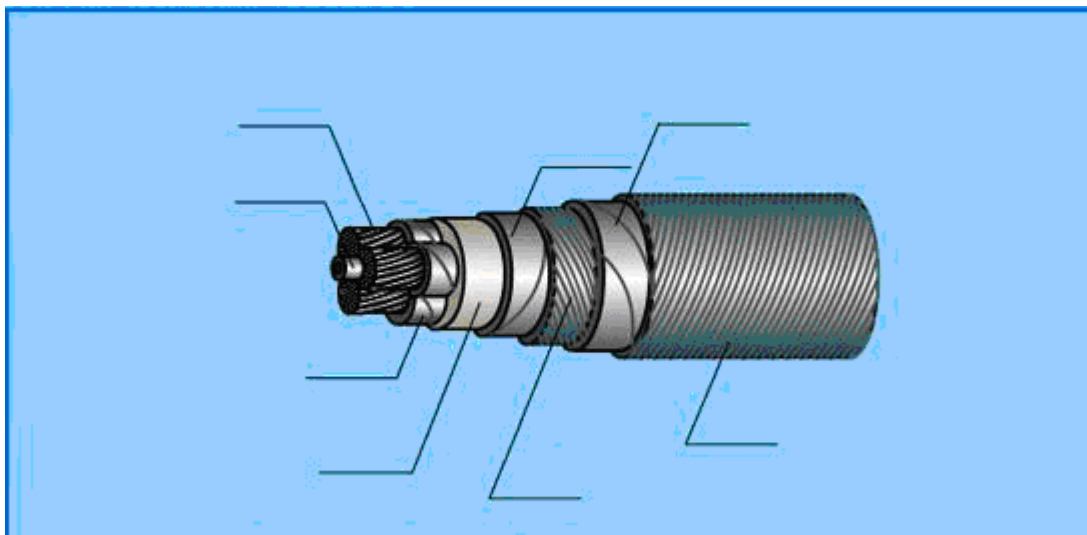
1. изучить обозначения и маркировку трансформаторов и распределительных устройств.

### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Наглядное техническое оборудование

### **2.8.4 Описание (ход) работы:**

Обозначьте элементы силового кабеля, переместив названия на соответствующие позиции.

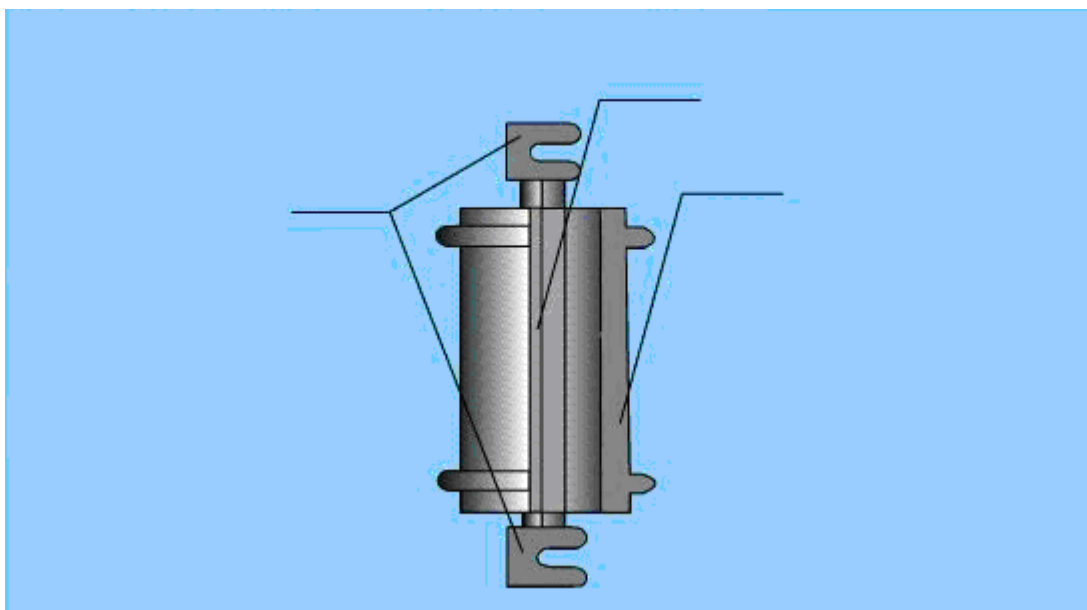


1. покровная оболочка 2. внутренняя оболочка 3. токопроводящая жила 4. броня 5. жильная изоляция 6. нулевая жила 7.подушка 8. поясная бумажная изоляция

2.Укажите, каким измерительным прибором можно измерить температуру контактных соединений в местах присоединения проводов и кабелей к аппаратам?

- ☒ прибором "Цельсий";
- ☐ прибором "Кельвин";
- ☐ термометром;
- ☐ пирометром;
- ☐ омметром на 220 В.

3.Обозначте элементы предохранителя в открытых фарфоровых трубках, переместив названия на соответствующие позиции.

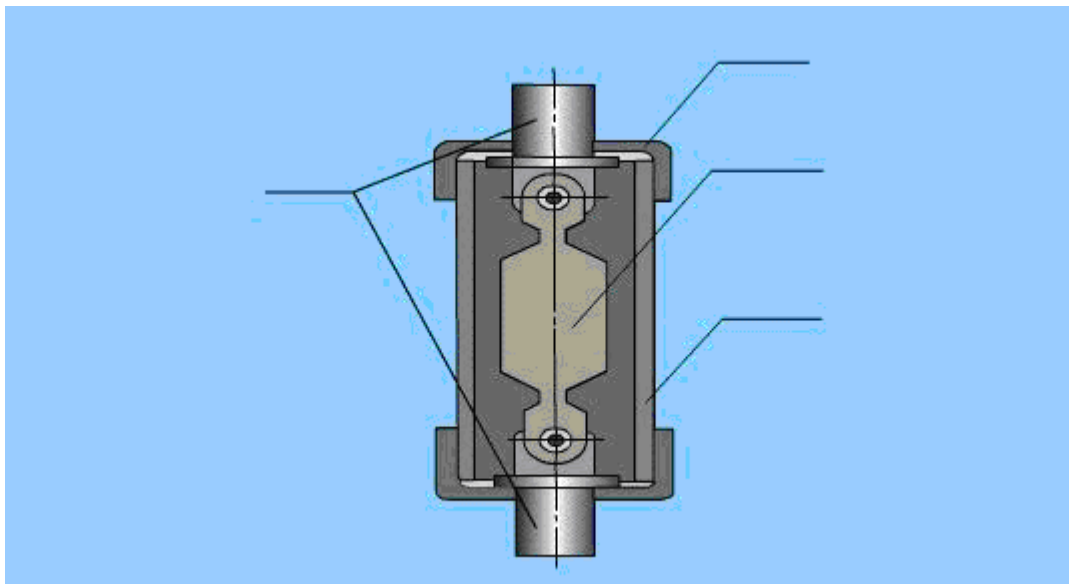


1.фарфоровая трубка 2. плавкая вставка 3. выводы

4.Маркировка каких электрических устройств проверяется при уходе за распределительными устройствами напряжением до 1кВ?

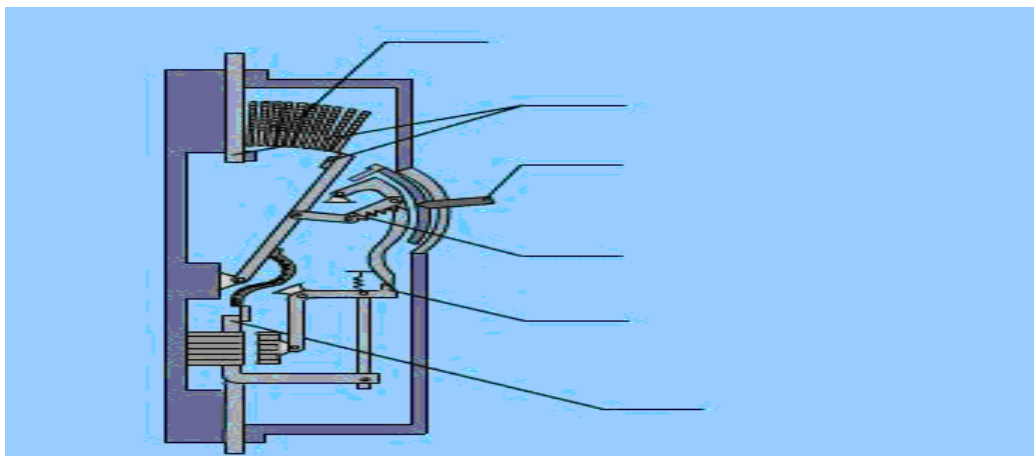
<input type="checkbox"/>	шин;
<input type="checkbox"/>	реле прямого действия;
<input type="checkbox"/>	проводов;
<input type="checkbox"/>	трансформаторов тока;
<input type="checkbox"/>	кабелей;
<input type="checkbox"/>	предохранителей;
<input type="checkbox"/>	автоматических выключателей.

5.Обозначьте элементы разборного предохранителя, переместив названия на соответствующие позиции.



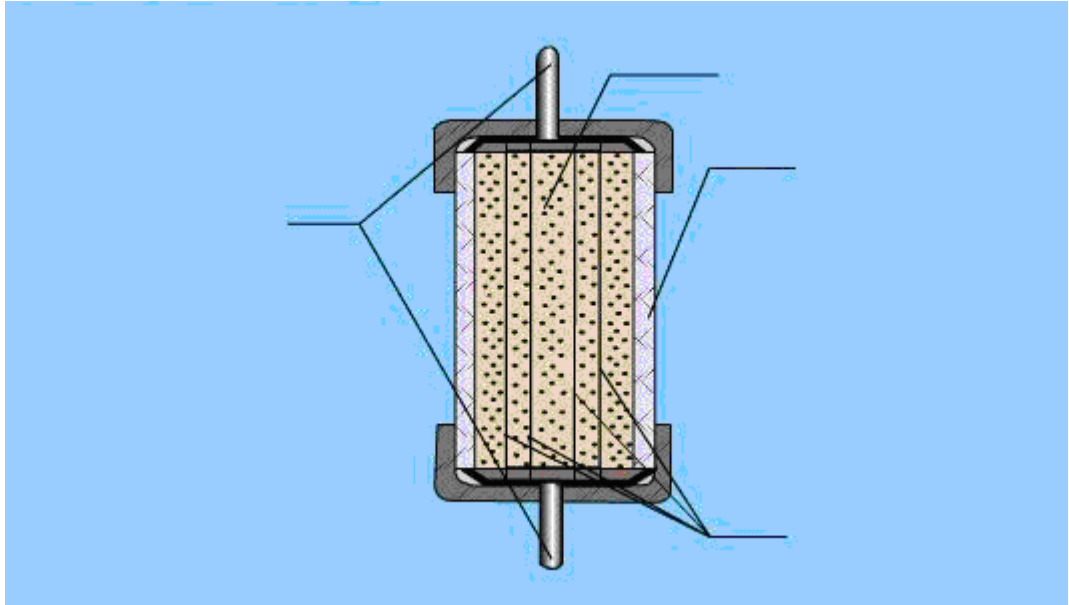
1. плавкая вставка 2. выводы 3. фибровая трубка 4. колпачок

6.Обозначьте элементы автоматического выключателя, переместив названия на соответствующие позиции.



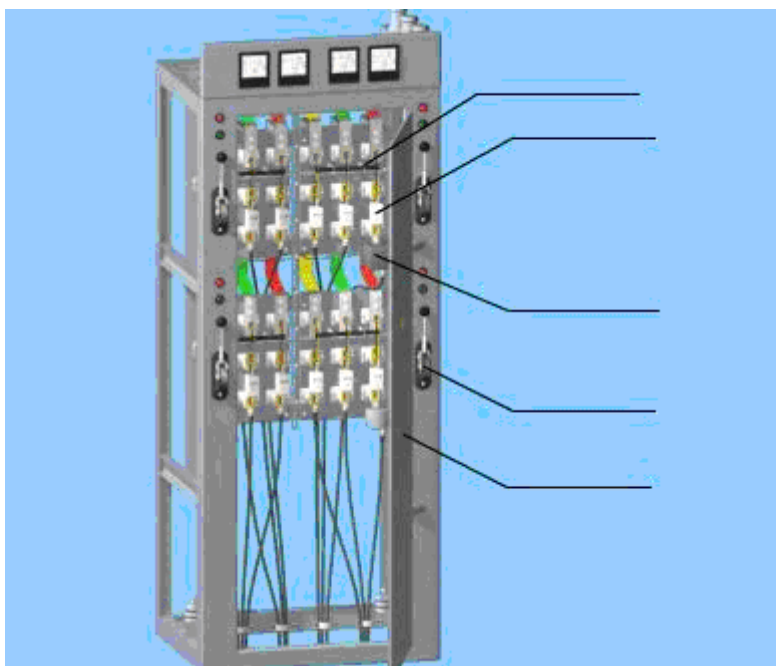
1. контакты 2. механизм свободного расцепления 3. вспомогательные контакты 4. привод
5. дугогасительная система 6. расцепители

7. Обозначьте элементы насыпного предохранителя, переместив названия на соответствующие позиции.



1. плавкие вставки 2. выводы 3. фарфоровая трубка 4. мелкозернистый песок

8. Обозначьте элементы панели ЩО-70, переместив названия на соответствующие позиции.



- 1.рукоятка рубильника 2. трансформатор тока 3. дверь 4. предохранитель

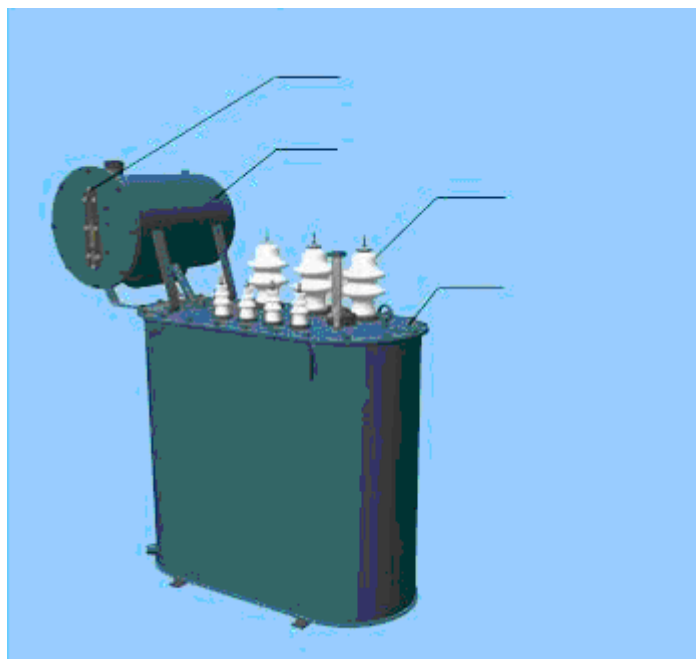
9. Определите ключевые понятия

Автоматический выключатель	•	•	Элементы электроустановки, служащие для соединения электрических устройств.
Предохранитель	•	•	Прибор, предназначенный для учета электроэнергии.
Сигнализация	•	•	Коммутационный аппарат, предназначенный для отключения защищаемого элемента при коротком замыкании, а также при недопустимых перегрузках.
Шины	•	•	Действие защиты, сопровождающееся звуковым и световым сигналами аварийного отключения.
Счетчик электрической энергии	•	•	Коммутационный аппарат, предназначенный для отключения защищаемой цепи посредством плавления специальных токоведущих частей.

10. Укажите, на что следует обращать особое внимание при осмотре РУ напряжением до 1кВ?

- ☐ состояние помещения, исправность дверей и окон, отсутствие течи в кровле и междуэтажных перекрытиях, наличие и исправность замков.
- ☐ состояние силового трансформатора;
- ☐ наличие и исправность средств безопасности.
- ☐ состояние контактов;
- ☐ состояние защитных аппаратов;
- ☐ состояние разъединителей;
- ☐ состояние изоляции (запыленность, наличие трещин, разрядов);
- ☐ работу газового реле;
- ☐ целостность пломб реле.

11. Обозначьте элементы силового трансформатора, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Расширитель 2. вводы 3. маслоуказатель 4. бак



12. Укажите, какие из указанных ниже проверок могут выявить внутренние повреждения трансформатора?

- ☐ проверка уровня масла;
- ☐ проверка состояния сигнализации;
- ☐ проверка состояния проводов;
- ☐ проверка состояния остова трансформатора;
- ☐ проверка кабелей и сети заземления;
- ☐ проверка состояния вводов;
- ☐ проверка состояния кожухов и маслосборного устройства;
- ☐ проверка состояния ошиновок;
- ☐ проверка характера гудения трансформатора (на предмет потрескивания и необычного шума);
- ☐ проверка состояния трансформаторного помещения.

13. Потрескивание и необычный шум трансформатора указывают на...

- ☒ высокую температуру в трансформаторном помещении;
- ☐ низкую температуру трансформатора;
- ☐ повреждения трансформатора;
- ☐ недогрузку трансформатора.

14. Укажите какие контрольные цифры, указывающие допустимые изменения температуры окружающего воздуха, нанесены на маслоуказателе?

- ☒ +50°C, +15°C, -50°C;
- ☐ +40°C, +15°C, -45°C;
- ☐ +40°C, +10°C, -50°C;
- ☐ +50°C, +15°C, -50°C.

15. Укажите, как можно проверить состояние маслосборного устройства?

- ☐ при внешнем осмотре бака;
- ☐ при внешнем осмотре маслоуказателя;
- ☐ при внешнем осмотре расширителя;
- ☐ при внешнем осмотре изоляторов.

## 2.9 Лабораторная работа №10 ( 2 часа).

Тема: «Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередачи»

**2.9.1 Цель работы:** Изучить основы эксплуатации и прокладки кабельных и воздушных линий электропередачи.

### 2.9.2 Задачи работы:

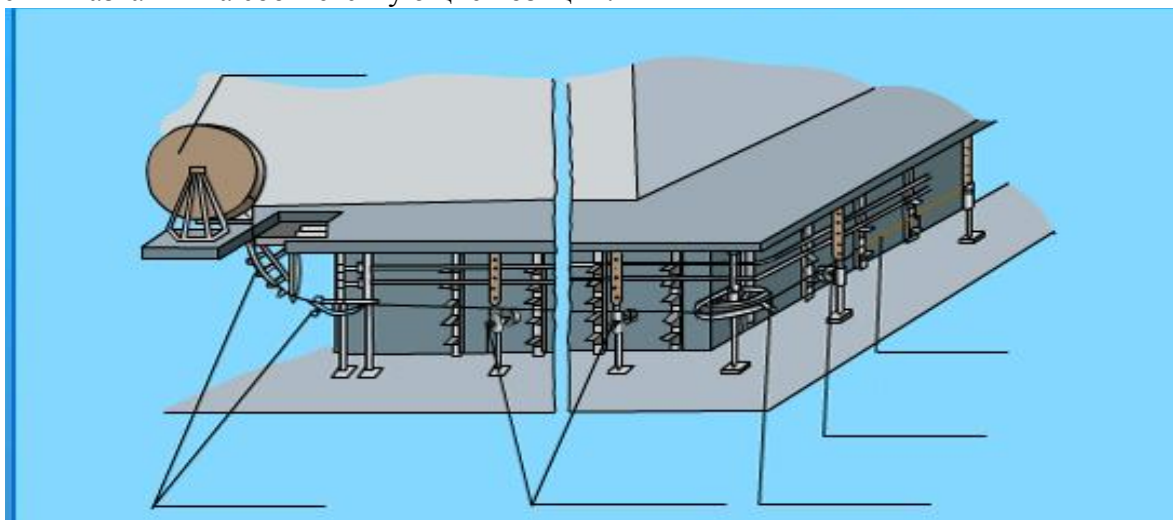
1. изучить маркировку и обозначение кабельных линий и воздушных линий электропередачи.

### 2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Наглядное техническое оборудование

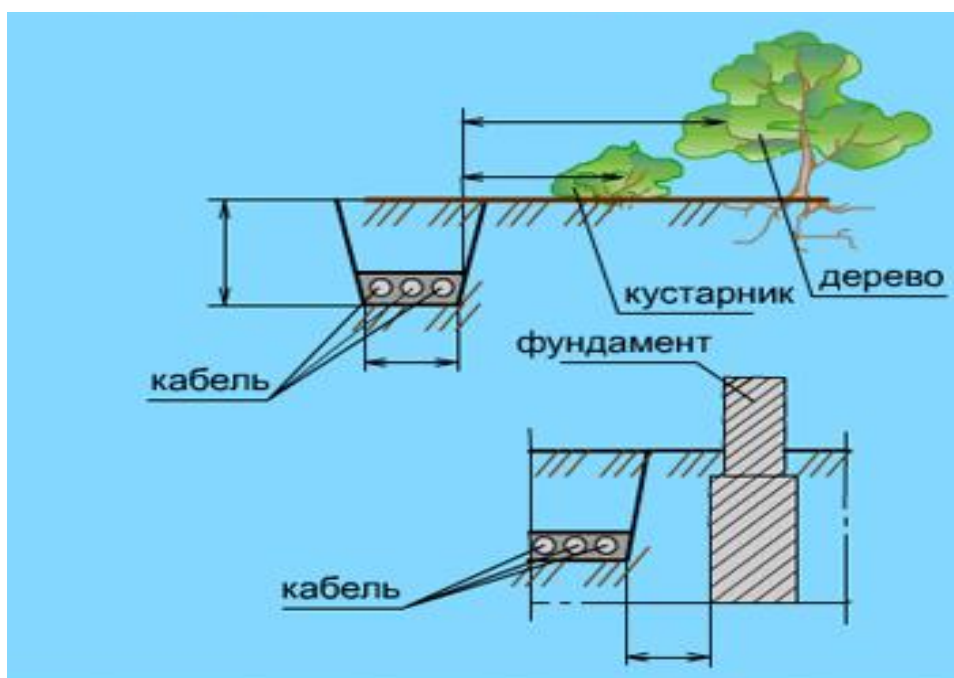
### 2.9.4 Описание (ход) работы:

1. Обозначьте элементы схемы механизированной раскатки барабана с кабелем, переместив названия на соответствующие позиции.



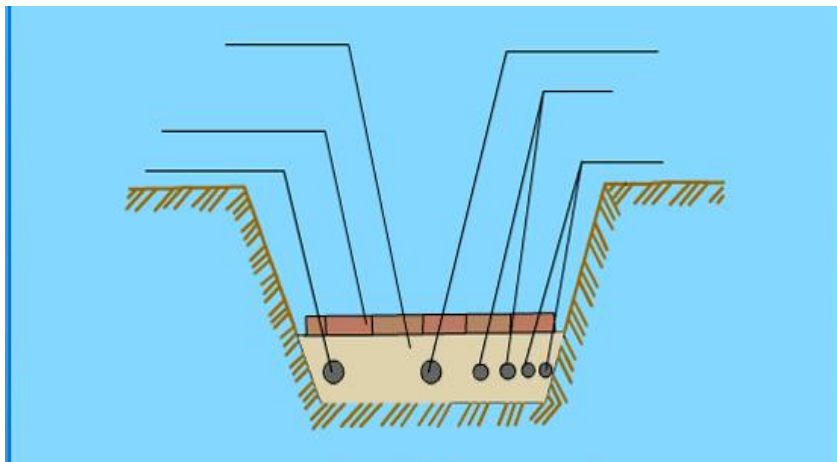
1. Линейные ролики; 2. Кабель; 3. Канат лебедки; 4. Барабан с кабелем; 5. Направляющий ролик;  
6. Угловые ролики

2. Обозначьте допустимые расстояния при близости расположения силовых кабелей к инженерным сооружениям, кустарнику и деревьям, удовлетворяющие требования правил эксплуатации электроустановок, переместив размеры на соответствующие позиции.



1. 600; 2. 750; 3. 800; 4. 2000; 5. 350.

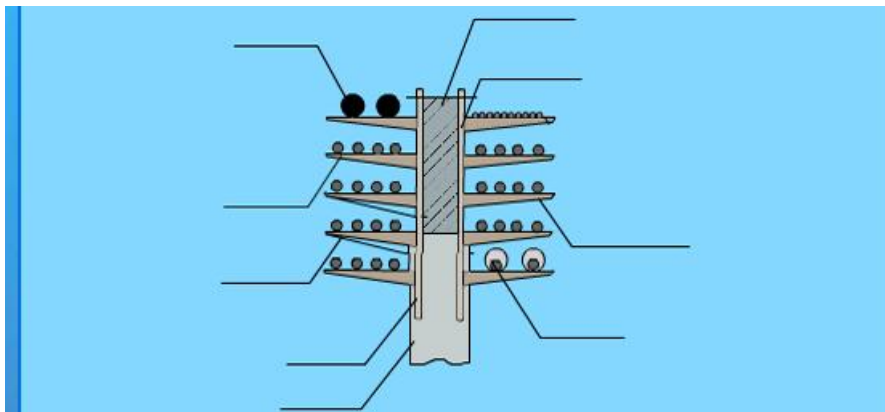
3. Обозначьте элементы схемы прокладки кабелей в траншее, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Мягкий грунт; 2. Кабель до 10 кВ.; 3. Кирпич; 4. Кабель связи; 5. Контрольные кабели;

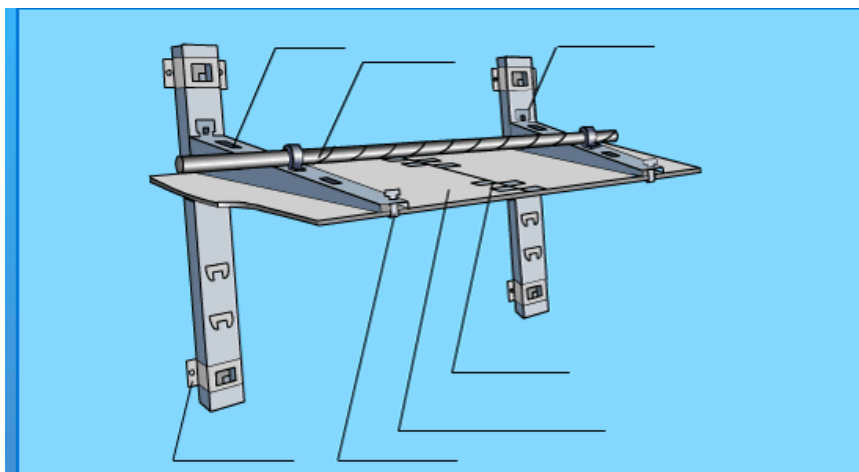
6. кабель до 35 кВ

4. Обозначьте элементы эстакады, использующийся для прокладки кабелей, переместив названия на соответствующие позиции.



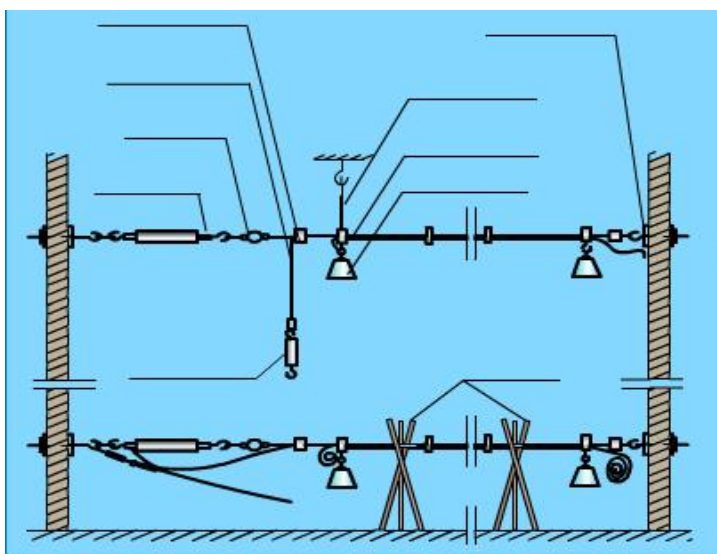
1. Пучок кабелей; 2. Силовой кабель; 3. Кабельная стойка; 4. Опора; 5. Шпилька; 6. Кабельная полка; 7. Закладная деталь; 8. Заземляющий проводник; 9. Соединительная муфта.

5. Обозначьте элементы опорной конструкции, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Асбестоцементная плита; 2. Стойка; 3. Полка; 4. Кабель; 5. Соединитель перегородок;  
6. Подвеска; 7. Скоба.

6. Обозначьте элементы схемы тросовой электропроводки, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Клиновый зажим; 2. Свободный конец несущего троса; 3. Динамометр; 4. Полиспаст;  
5. Натяжная муфта; 6. Анкерные устройства; 7. Вертикальная тросовая подвеска;  
8. Плеть тросовой электропроводки; 9. светильник; 10. Инвентарные подвески.

7. Какие способы прокладки кабеля используются в помещениях?

1. Прокладка кабеля в галереях и на эстакадах;
2. Прокладка кабеля по опорным конструкциям;
3. Бестраншейная прокладка кабеля;
4. Прокладка кабеля на лотках;
5. Прокладка кабеля в траншее;
6. Прокладка кабеля на тросе.

8. Чем производится измерение сопротивления изоляции?

1. Омметром на 220В;

- 2.Индикатором на 500В;
- 3.Мегаомметром на 2500В.

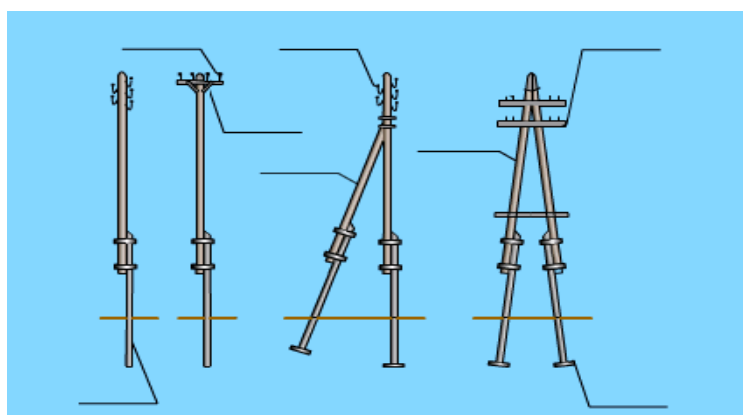
9. Расположите действия при испытаниях кабеля по порядку.

- 1.Измерение сопротивления изоляции;
- 2.Проверка целостности;
- 3.Приверка фазировки жил кабеля.

10. Укажите, что относится к кабельным сооружениям?

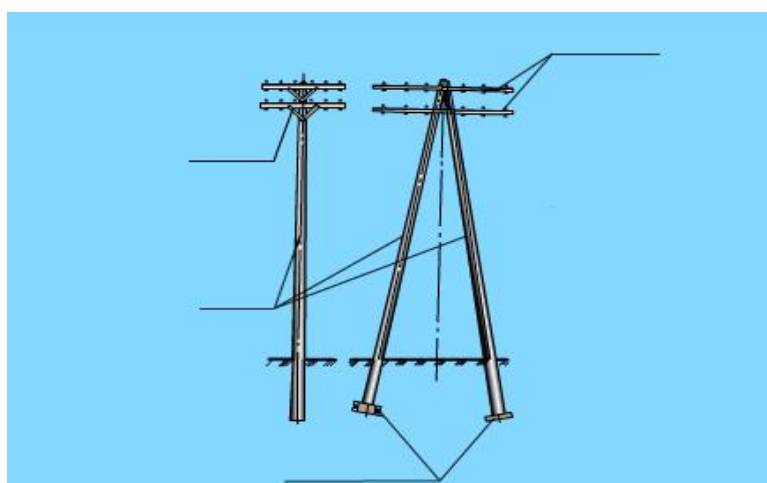
- 1.Кабельные туннели;
- 2.Опорные конструкции;
- 3.Каналы;
- 4.Шахты;
- 5.Траншеи.

11. Обозначьте основные элементы деревянных опор, переместив названия на соответствующие позиции.



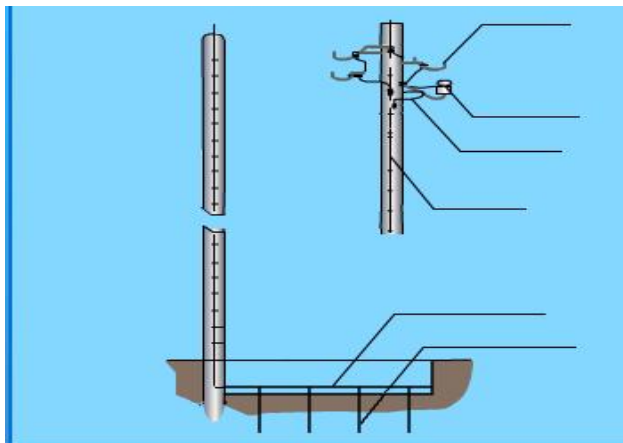
- 1.Крюк; 2. Приставка; 3. Траверса; 4. Штыри; 5. Подкос опор; 6. Стойка; 7. Ригель;
8. Раскос.

12. Обозначьте основные элементы Железобетонных опор, переместив названия на соответствующие позиции.



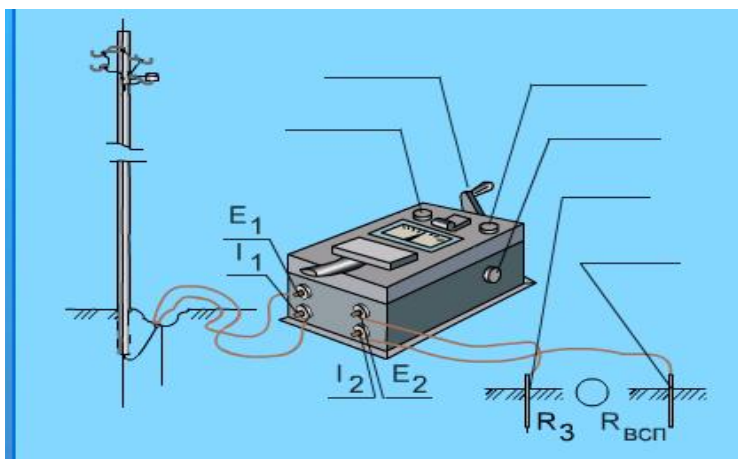
- 1.Траверсы; 2. Раскос; 3. Анкерно-опорные плиты; 4. Стойки.

13. Обозначьте элементы контура заземления на деревянной одностоечной опоре, переместив названия на соответствующие позиции.



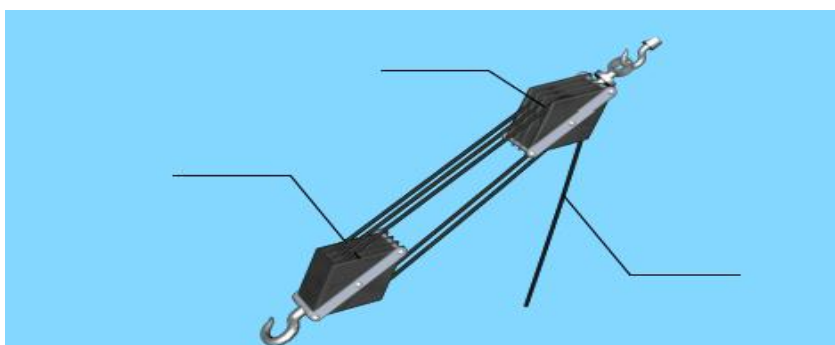
1.Заземлитель; 2. Спуск; 3. Нулевой провод; 4. Соединительная полоса; 5. Перемычка; 6. Крюк.

14. Обозначьте элементы схемы измерения сопротивления контура заземления опор, переместив названия на соответствующие позиции.



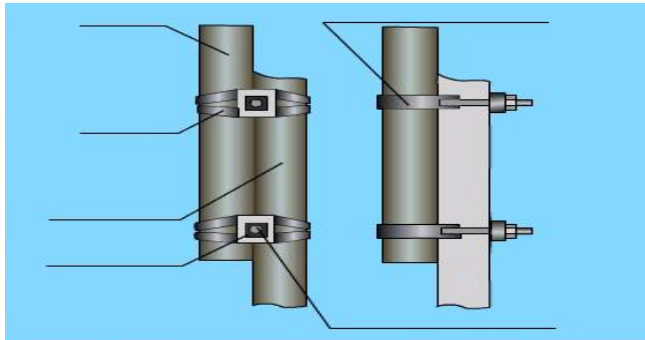
1.Вспомогательный заземлитель; 2. Переключатель пределов; 3. Ручка реостата;  
4.Зонд;  
5. Переключатель регулировки; 6. Ручной привод.

15. Обозначьте элементы конструкции полиспаста, переместив названия на соответствующие позиции.



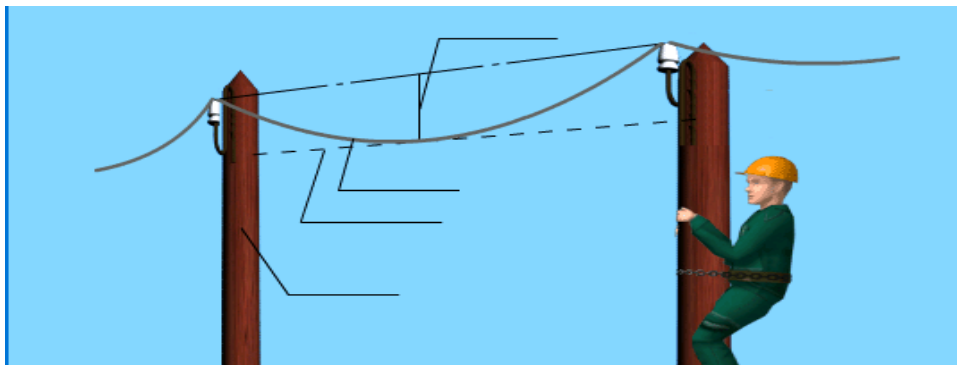
1. Канат; 2. Неподвижный блок; 3. Подвижный блок.

16. Обозначьте элементы сопряжения деревянных и железобетонных приставок со стойками, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Стяжной болт; 2. Припасовочный хомут; 3. Бандаж; 4. Приставка; 5. Бандажная шайба;  
6. Стойка

17. Обозначьте элементы схемы измерения стрелы провеса, переместив названия на соответствующие позиции.



1. Опора; 2. Провод; 3. Стрела провеса; 4. Линия визирная.

18. Чем производят измерения сопротивления контура заземления опор?

1. Омметром;
2. Мегаомметром;
3. Измерителем типа МС-07.

19. Как часто производится проверка железобетонных опор и пасынков на наличии трещин на теле опоры, с выборочным вскрытием грунта?

1. Один раз в шесть лет;
2. Один раз в три года;
3. Один раз в год.

20. Расположите действия в порядке выполнения.



1. Установка приставок.
2. Замена поврежденных участков провода.
3. Выполнение и замена опор.

## 2.10 Лабораторная работа № 11 ( 2 часа).

**Тема: «Отказ в отключении выключателя 10 кВ Т1 на ПС ОЗТП»**

**2.10.1 Цель работы:** произвести противоаварийные действия, в случае отказа в отключении выключателя 10 кВ, на примере отказа в отключении выключателя 10 кВ Т1 на ПС ОЗТП.

### 2.10.2 Задачи работы:

1. произвести противоаварийные действия.

### 2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Наглядное техническое оборудование

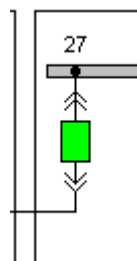
### 2.10.4 Описание (ход) работы:

**Выполнить действия:**

1)Получить у диспетчера распоряжение о производстве оперативных переключений (Телефон)

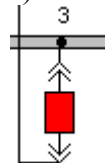
2)Сделать запись (Журнал)

3)Включить выключатель СВ-10кВ №1

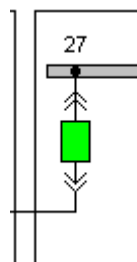


4)Проверить включенное положение ( ) выключателя СВ-10кВ №1

5)Отключен В-10кВ №1 Т-1



6)Отключить выключатель СВ-10кВ №19



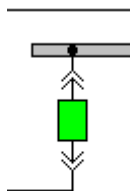
7)Доложить диспетчеру о неисправности выключателя В-10кВ № 1 Т-1 (Телефон)

8)Запросить разрешение на погашение Т-1 и 1 секции шин-10кВ (Телефон)



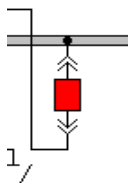
9)Сделать запись (Журнал)

10)Включить выключатель СВ-10кВ №2



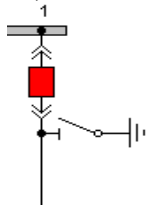
11)Проверить включенное положение (выключатель СВ-10кВ №2)

12)Отключить выключатель В-10кВ №2 Т-1



13)Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №2 Т-1 )

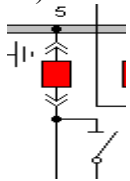
14)Отключить выключатель В-10кВ №1



15)Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №1 )

16)Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №1

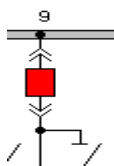
17)Отключить выключатель В-10кВ №5



18)Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №5 )

19)Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №5

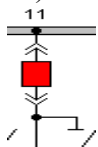
20)Отключить выключатель В-10кВ №9



21)Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №9 )

22)Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №9

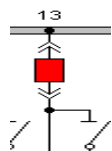
23)Отключить выключатель В-10кВ №11



24)Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №11 )

25)Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №11

26)Отключить выключатель В-10кВ №13

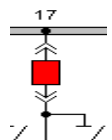


27) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №13 )

28) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №13

29) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №15 )

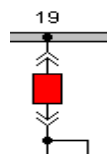
30) Отключить выключатель В-10кВ №17



31) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №17 )

32) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №17

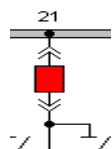
33) Отключить выключатель В-10кВ №19



34) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №19 )

35) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №19

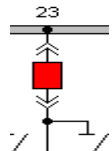
36) Отключить выключатель В-10кВ №21



37) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №21 )

38) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №21

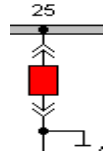
39) Отключить выключатель В-10кВ №23



40) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №23 )

41) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №23

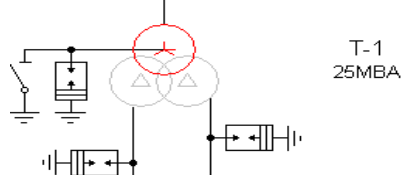
42) Отключить выключатель В-10кВ №25



43) Проверить отключенное положение ( выключатель В-10кВ №25 )

44) Снять оперативный ток выключателя В-10кВ №25

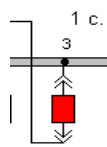
45) Осмотреть колонки изоляторов ( разъединитель ОД-110кВ Т-1 )



46) Отключить разъединитель ОД-110кВ Т-1

47) Проверить отключенное положение разъединитель ОД-110кВ Т-1

48) Тележку В-10кВ №1 Т-1 выкатить в ремонтное положение



49)Доложить ДД ОРЭС об окончании переключений (Телефон)