

**Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
“Губкинский горно-политехнический колледж”**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
МДК 03. 01. Организация технического обслуживания электрооборудования
промышленных организаций
профессия
13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования
(по отраслям)**

Разработал преподаватель **Е.А. Проскурина**

Рассмотрено и одобрено ПЦК в сфере электроэнергетики и машиностроения
«___»_____20___г. Протокол №

Председатель комиссии **Марченко И.В.**

Губкин 2020

Аннотация.

Методические указания разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии СПО 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)» и предназначены для выполнения практических работ по МДК 03.01 «Организация технического обслуживания электрооборудования промышленных организаций».

Указания содержат необходимый теоретический и справочный материал для выполнения практических работ.

Содержание

Введение	4
1 Составление технологических карт по техническому обслуживанию осветительных электроустановок	6
2 Составление технологических карт по техническому обслуживанию кабельных линий электропередач	10
3. Определение мест повреждений кабельных линий	17
4 Составление технологических карт по техническому обслуживанию воздушных линий	22
5 Составление технологических карт выполнения работ по обслуживанию пускорегулирующей аппаратуры	32
6 Составление технологических карт выполнения работ по обслуживанию распределительных устройств	37
7 Проведение контрольных осмотров распределительных устройств	42
8 Составление технологических карт по техническому обслуживанию трансформаторов	47
9 Послеремонтные испытания трансформаторов	54
10 Способы сушки обмоток электрических машин	57
11 Составление технологических карт по техническому обслуживанию электрических машин	63
12 Заполнение образцов рабочей документации при выполнении работ по техническому обслуживанию электрооборудования	69
Литература	75

Введение

Содержанием данного документа являются методические указания и индивидуальные задания для выполнения практических работ по профессиональному модулю ПМ.03. Устранение и предупреждение аварий и электрооборудования по МДК 03.01. Организация технического обслуживания электрооборудования промышленных организаций.

Данные методические указания предназначены для использования на практических занятиях для самостоятельной работы обучающихся. При работе с ними обучающиеся имеют возможность сформировать общие и профессиональные компетенции, закрепить знания и умения, полученные на учебных занятиях по ПМ.03, МДК 03.01.

Освоение дисциплины предполагает практическое осмысление изученного теоретического учебного материала на практических занятиях, в процессе выполнения которых обучающиеся должны сформировать общие и профессиональные компетенции, предусмотренные стандартами, закрепить и углубить теоретические знания, приобрести необходимые умения. Приведенные вопросы для самоконтроля помогут обучающимся проверить степень усвоения изученного теоретического материала.

В результате выполнения практических работ обучающиеся должны:

- освоить общие и профессиональные компетенции:

ПК 3.1.	Проводить плановые и внеочередные осмотры электрооборудования
ПК 3.2.	Производить техническое обслуживание электрооборудования согласно технологическим картам
ПК 3.3.	Выполнять замену электрооборудования, не подлежащего ремонту, в случае обнаружения его неисправностей
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.
ОК 3.	Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.
ОК 4.	Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.
ОК 7.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Уметь:

- разбираться в графиках ТО и ремонта электрооборудования и проводить плановый предупредительный ремонт (ППР) в соответствии с графиком;
- производить межремонтное техническое обслуживание электрооборудования;
- оформлять ремонтные нормативы, категории ремонтной сложности и определять их;
- устранять неполадки электрооборудования во время межремонтного цикла;
- производить межремонтное обслуживание электродвигателей.

Иметь практический опыт:

-выполнения работ по техническому обслуживанию (ТО) электрооборудования промышленных организаций: осветительных электроустановок, кабельных линий, воздушных линий, пускорегулирующей аппаратуры, трансформаторов и трансформаторных подстанций, электрических машин, распределительных устройств;

Знать:

- задачи службы технического обслуживания;
- виды и причины износа электрооборудования;
- организацию технической эксплуатации электроустановок;
- обязанности электромонтера по техническому обслуживанию электрооборудования и обязанности дежурного электромонтера;
- порядок оформления и выдачи нарядов на работу.

Проведение практических занятий следует четко спланировать и подготовить. Обучающие должны повторить соответствующий учебный материал.

Практические занятия рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- вводная беседа и проверка готовности обучающихся к занятиям;
- выдача задания;
- самостоятельная работа обучающихся;
- подведение итогов занятия.

Критерии оценки результатов выполнения работ:

Оценка «отлично» - работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен на формате А4 в соответствии с требованиями стандартов, аккуратно и сдан своевременно.

Оценка «хорошо» - работа выполнена в полном объеме, отчет оформлен на формате А4 с незначительными отклонениями от требований стандартов и сдан несвоевременно.

Оценка «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, отчет оформлен на формате А4 с отклонениями от требований стандартов и сдан несвоевременно.

Оценка «неудовлетворительно» - работа выполнена очень слабо, отчет оформлен на формате А4 со значительными отклонениями от требований стандартов и сдан несвоевременно.

Продолжительность всех практических составляет два академических часа.

Практическая работа №1

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию осветительных электроустановок

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание осветительных электроустановок.

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

Общие теоретические положения:

Правильная эксплуатация установок естественного и искусственного освещения играет важную роль для создания высокого уровня освещенности в помещениях и экономии электроэнергии, расходуемой на искусственное электрическое освещение.

Эксплуатация осветительных установок включает в себя:

- 1) регулярную очистку остекления помещений и светильников от загрязнения;
- 2) своевременную замену перегоревших ламп и контроль за постоянством напряжения в осветительной сети;
- 3) реализацию мероприятий, способствующих относительно меньшему загрязнению остекления, как, например, покрытие стекол специальными прозрачными пленками, легко удаляемыми при очистке, и др.;
- 4) повышение общего уровня культуры эксплуатации здания, обеспечивающей в помещениях необходимую чистоту воздуха и отсутствие выброса в атмосферу пыли, дыма, копоти и т. д., а также регулярную уборку помещений, окраску или побелку стен и потолка.

Правильная организация эксплуатации осветительной установки и добросовестный повседневный уход за ней обеспечивают сохранение ее работоспособности и соответствие действующим правилам и нормам. При разработке проекта осветительной установки предусматривается решение вопросов, связанных с обслуживанием светильников и доступом к элементам электрической сети.

При высоте подвеса светильников более 4,5 м (предельная высота для обслуживания со стремянки) для доступа к элементам осветительной установки возможно использование ряда способов. Например, обслуживание с мостовых монтажных, ремонтных и технологических кранов или кран-балок, оборудованных специальными огражденными площадками.

При значительном количестве светильников и размещении их рядами целесообразно устройство специальных светотехнических мостиков, которые располагаются выше кранов и позволяют вести работы по обслуживанию электрооборудования независимо от режима работы кранов и в любое время суток.

При групповом размещении светильников и для обслуживания одиночных светильников может быть предусмотрено устройство огражденных светотехнических площадок или установка специальных скоб с закрываемыми дугами.

При наличии технического этажа возможна организация обслуживания светильников с него, а в некоторых случаях предусматривается опускание светильников вниз для обслуживания их с пола. Находит также широкое применение обслуживание светильников с помощью передвижных телескопических вышек и выдвижных лестниц различной конструкции.

Независимо от типа применяемых источников света, для любой осветительной установки имеются общие требования к эксплуатационному персоналу и к организации эксплуатации. Эти требования можно сформулировать следующим образом.

Основное правило эксплуатации сводится к регулярному наблюдению, своевременному ремонту и устранению обнаруженных неполадок в работе всех элементов осветительной

установки. Поскольку обнаружить неисправности отдельных элементов установки в большинстве случаев можно только по режиму горения ламп, то необходимо систематически вести журнал эксплуатации, в котором нужно отмечать данные о режиме работы осветительной установки (время горения ламп, смена ламп, время чистки светильников, данные о замере изоляции сети, замена вышедших из строя элементов светильников и их ремонт и др.).

На работу ламп оказывает сильное влияние величина напряжения в питающей сети и ее отклонение от номинального значения, поэтому необходимо следить за поддержанием постоянства напряжения в сети, выявлять и устранять причины резких колебаний напряжения. От четкого контроля режима напряжения питающей сети очень часто зависит фактический срок службы ламп.

Пыль и копоть, осаждающаяся на отражающих поверхностях светильников, покрывая тонким слоем рассеиватели и колбы ламп, вызывают дополнительное поглощение светового потока, создаваемого источником света, и тем самым снижают коэффициент полезного действия светильника. Постепенное загрязнение стен и потолков уменьшает их коэффициент отражения, при этом возрастает поглощение ими светового потока, что приводит также к снижению освещенности рабочих мест.

В связи с этим хорошее состояние осветительной установки обуславливается своевременной и тщательной очисткой элементов осветительного электрооборудования от всех видов загрязнений, регулярной покраской стен и потолков помещений и проведением планово-предупредительных осмотров и текущих ремонтов электрооборудования

Очистка. Очищают корпус и конструкции светильников и осветительных установок от пыли щеткой-сметкой и протирают обтирочным материалом. Снимают плафоны и электрические лампы. Плафоны промывают 5 %-ным раствором каустической соды в воде, а затем чистой водой и просушивают. Лампы протирают влажным, обтирочным материалом. Контактные поверхности Ламп покрывают тонким слоем технического вазелина.

Частота чистки светильников зависит от многих факторов и в первую очередь от среды освещаемого помещения. Так, светильники в цехах металлургического завода нуждаются в большей частоте обслуживания, чем установленные в коридоре больницы. Точно так светильники в шлифовальной мастерской должны чиститься чаще, чем светильники в зале заседания, расположенном в том же здании.

Количество чисток, определенные главой II-A, 9-71 СНиП «Искусственное освещение. Нормы проектирования» по количеству пыли, дыма и копоти, содержащихся в воздушной среде помещений и наружных пространств, указаны в табл. 1

Таблица 1. Количество чисток светильников

Освещаемые объекты	Количество чисток
Производственные помещения, в воздушной среде которых содержатся пыль, дым и копоть в количествах: 10 мг/м ³ и более От 5 до 10 мг/м ³ Не более 5 мг/м ³	Не менее 2 раз в месяц 1 раз в месяц 1 раз в 3 месяца
Вспомогательные помещения с нормальной воздушной средой и помещения общественных и жилых зданий	1 раз в 3 месяца
Площадки промышленных предприятий, в воздушной среде которых содержатся	

пыль, дым и копоть в количествах: Более 5 мг/м ³ До 0,5 мг/м ³	1 раз в 3 месяца 1 раз в 6 месяцев
Улицы, площади, дороги, территории общественных зданий, жилых районов и выставок, парки, бульвары	1 раз в 6 месяцев

Проверка состояния контактов, ламп, защитных стекол. Осматривают контакты электрических соединений. Окисленные или подгоревшие контактные поверхности зачищают шлифовальной шкуркой и смазывают техническим вазелином. Проверяют соответствие ламп типу светильника или осветительной установки. Если лампа не горит, вначале ее осматривают, а затем омметром проверяют целостность нити накаливания. При обрыве нити накаливания, трещинах на колбе, повреждениях цоколя лампу заменяют новой. Осматривают защитные стекла светильников. Защитные стекла, имеющие трещины и сколы, заменяют. Проверка крепления. Пошатыванием рукой проверяют надёжность крепления светильника или осветительной установки, пускорегулирующего аппарата, конденсатора, стартера, клеммных колодок, выключателя и других элементов. При необходимости крепежные соединения подтягивают выключатели, переключатели, штепсельные розетки. Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов всех перечисленных элементов осветительной установки указаны в табл.2.

Таблица 2. Рекомендуемые сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов.

Объекты осмотра	Для помещений с нормальной средой и для установок наружного освещения	Для помещений сырых, особо сырых, пыльных, с едкими парами или газами, пожара-или взрывоопасных
Щитки, выключатели, штепсельные розетки, осветительные приборы и др. осветительные установки	1 раз в 4 месяца	1 раз в 2 месяца
Те же, но относящиеся к аварийному освещению, за исключением розеток штепсельных	1 раз в 2 месяца	1 раз в месяц

Осмотром и проверкой светильников должны устанавливаться: наличие, целостность и надёжность закрепления рассеивателей, защитных стекол, экранирующих решеток, отражателей, надёжность электрических контактов, состояние изоляции зарядных проводов, должны устанавливаться и устраняться возникающие неисправности в светильниках с люминесцентными лампами, причиной которых могут быть лампы, стартеры, ПРА, ошибки в схеме и др

Проверка уплотнений. Осмотром проверяют состояние уплотняющих прокладок и уплотнений проводов. Уплотняющие прокладки и уплотнения должны плотно прилегать к поверхностям и не иметь разрывов и трещин. Поврежденные уплотнения заменяют. Проверка изоляции проводов. Осматривают изоляцию проводов в месте ввода в светильник. Места на проводе с трещинами и обугленными участками изолируют изоляционной лентой. Проверка заземления. Осматривают заземление и при необходимости зачищают контакты.

Задание к работе: Составить технологическую карту обслуживания осветительных установок по аналогии.

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту ТО осветительных установок.
4. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что включает в себя эксплуатация осветительных установок?
2. Какие приспособления используются для осмотра осветительных установок при высоте подвеса более 4,5 м?
3. Запишите основное правило эксплуатации осветительных установок.
4. Какая документация заполняется при эксплуатации осветительных установок?
5. Какие документы определяют сроки ТО осветительных установок?

Практическая работа №2

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию кабельных линий.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание кабельных линий.

Материальное обеспечение: информационный и презентационный материал, Модуль ФЦИОР, рабочие тетради.

Общие теоретические положения

При техническом обслуживании кабельных линий (КЛ) периодически проводят их осмотры с целью визуального обнаружения неисправностей и дефектов.

КЛ на напряжение до 35 кВ, проложенные открыто, должны осматриваться не реже 1 раза в 6 месяцев; проложенные в земле - не реже 1 раза в 3 месяца. Не реже 1 раза в 6 месяцев выборочные осмотры КЛ должны проводиться административно-техническим персоналом.

Внеочередные осмотры КЛ должны проводиться в период паводков и после ливневых дождей, когда возможны сдвиги почвы и попадание грунтовых вод в подземные кабельные сооружения, а также после отключения КЛ релейной защитой.

Эксплуатационный персонал должен постоянно следить за техническим состоянием кабелей и трасс кабельных линий. Надежность кабельных линий при эксплуатации обеспечивается выполнением мероприятий, в которые входят контроль за температурой нагрева кабеля, осмотры, ремонты, профилактические испытания.

Для продолжительности срока службы кабельной линии необходимо следить за температурой жил кабеля, так как перегрев изоляции ускоряет его старение. Максимально допустимая температура токопроводящих жил кабеля определяется его конструкцией. Так, для кабелей напряжением 10 кВ с бумажной изоляцией и вязкой нестекающей пропиткой допускается температура не более 60° С; для кабелей 0,66—6 кВ с резиновой изоляцией и вязкой нестекающей пропиткой — 65° С; для кабелей до 6 кВ с пластмассовой (из полиэтилена, самозатухающего полиэтилена и поливинилхлоридного пластика) изоляцией — 70° С; для кабелей 6 кВ с бумажной изоляцией и обедненной пропиткой — 75° С, а с пластмассовой (из самозатухающего полиэтилена) или бумажной изоляцией и вязкой или обедненной пропиткой — 80° С.

Длительно допустимые токовые нагрузки на кабели с изоляцией из пропитанной бумаги, резины и пластмассы выбирают по действующим ГОСТам. Кабельные линии напряжением 6—10 кВ, несущие нагрузки меньше номинальных, могут быть кратковременно перегруженными на значение, которое зависит от вида прокладки. Так, например, кабель, проложенный в земле и имеющий коэффициент предварительной нагрузки 0,6, может быть перегружен на 35% в течение получаса, на 30% — 1 ч и на 15%—3 ч, а при коэффициенте предварительной нагрузки 0,8 — на 20% в течение получаса, на 15% — 1 ч и на 10%—3 ч. Для кабельных линий, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузка снижается на 10%.

Осмотры кабельных линий до 35 кВ проводят в следующие сроки: трассы кабелей, проложенных в земле, по эстакадам, в туннелях, блоках, каналах, галереях и по стенам зданий — не реже одного раза в 3 мес; концевые муфты на линиях до 1000 В — один раз в год, а выше 1000 В — один раз в 6 мес (кабельные муфты, расположенные в ТП, РУ и подстанциях, осматривают одновременно с другим оборудованием); кабельные колодцы — 2 раза в год; коллекторы, шахты и каналы на подстанциях с постоянным оперативным обслуживанием — не реже одного раза в месяц. Внеочередные обходы осуществляют в периоды паводков и после ливней.

При осмотре кабелей внутри помещений, в туннелях, шахтах, кабельных полуэтажах проверяют: исправность освещения, вентиляции, сигнализации о появлении дыма; наличие средств пожаротушения; состояние несгораемых перегородок и дверей между отсеками и помещениями; температуру воздуха и металлических оболочек кабелей; состояние опорных конструкций, соединительных и концевых муфт, металлических оболочек и антикоррозионных покровов брони; наличие маркировки; отсутствие горючих предметов и материалов.

Большую опасность для целостности кабелей представляют земляные работы, выполняемые на трассах или вблизи них. Поэтому необходимо обеспечить постоянный надзор за кабелями на все время работы.

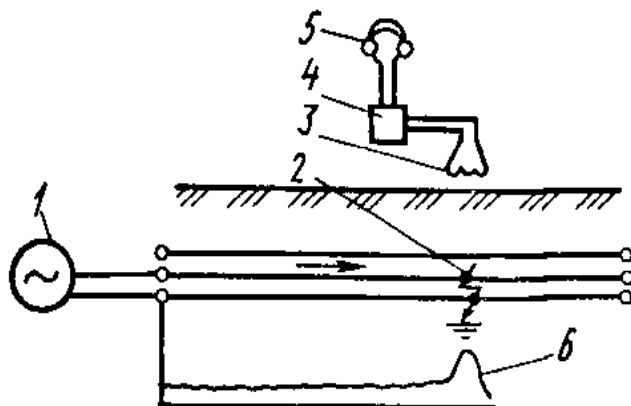


Рис. 1 Схема определения места повреждения кабеля индукционным методом:

1 — генератор звуковой частоты, 2 — место повреждения, 3 — приемная рамка, 4 — усилитель, 5 — телефон, 6 — электромагнитные колебания вдоль кабельной трассы

Места производства земляных работ по степени опасности повреждения кабелей делятся на две зоны: первая — участок земли, расположенный на трассе кабеля или на расстоянии до 1 м от крайнего кабеля напряжением выше 1000 В; вторая — участок земли, расположенный от крайнего кабеля на расстоянии свыше 1 м.

При работе в первой зоне запрещается: применять экскаваторы и другие землеройные машины; использовать ударные механизмы (клин-бабы, шар-бабы и др.) на расстоянии ближе 5 м; применять механизмы для раскопки грунта (отбойные молотки, электромолотки) на глубину выше 0,4 м при нормальной глубине заложения кабеля (0,7—1 м); выполнять земляные работы в зимнее время без предварительного отогрева грунта; осуществлять работы без надзора представителем организации, эксплуатирующей кабельную линию.

Чтобы своевременно выявить дефекты изоляции кабеля, соединительных и концевых муфт и предупредить внезапный выход его из строя или разрушение токами коротких замыканий, проводят профилактические испытания кабельных линий повышенным напряжением постоянного тока.

При повреждении кабеля прежде всего определяют с помощью мегаомметра 2500 В характер неисправности. Измеряют сопротивление изоляции токопроводящих жил кабеля относительно земли и между собой каждой пары жил и проверяют на отсутствие их обрыва. Зону повреждения обнаруживают несколькими методами, но чаще всего индукционным (для определения мест замыкания между жилами кабеля). По двум замкнутым между собой жилам кабеля (рис. 65) пропускают ток 10—20 А звуковой частоты (800—1000 Гц) от специального генератора 1. При этом вокруг кабеля до места замыкания возникают электромагнитные колебания, распространяющиеся и над поверхностью земли. Эти колебания улавливают прибором с приемной рамкой 3, усилителем 4 и телефоном 5. Оператор, проходя с этим прибором по трассе,

прослушивает звуки наведенных электромагнитных волн. Звук при приближении к месту повреждения сначала усиливается, а затем прекращается на расстоянии от него около 1 м.

Особое внимание уделяют кабелям, проложенным в районах прохождения электрифицированного транспорта. В такой кабельной линии следует измерять не менее 2 раз в течение первого года эксплуатации уровни потенциалов и блуждающих токов. Если уровень приблизился к опасной черте, принимают меры, устраняющие это явление.

Каждая линия должна иметь свой единый диспетчерский номер или наименование для удобства оперативных переключений. Открыто проложенные кабели и все кабельные муфты снабжают бирками с обозначениями марки, сечения, номера или наименования линии. На бирках соединительных муфт указывают номер муфты и дату монтажа.

При осмотрах трасс КЛ, проложенных в земле, проверяется наличие знаков привязки линии к постоянным ориентирам (или пикетов на незастроенной территории), обозначающих трассу. На трассе КЛ не должно быть вспучивания или проседания грунта, не должно производиться каких-либо работ, раскопок, складирования строительных материалов, свалок мусора.

Правилами охраны электрических сетей для КЛ, проложенной в земле, устанавливается охранный зона в размере 1 м с каждой стороны от крайних кабелей. Любые работы в охранной зоне КЛ должны выполняться с разрешения и под наблюдением организации, эксплуатирующей кабель.

В местах выхода кабеля из земли, например на стену здания или опору ВЛ, должна быть защита кабеля от механических повреждений.

Осмотры КЛ, проложенных в кабельных сооружениях (тоннелях, эстакадах и других), должны проводить два человека. В первую очередь проверяется с помощью газоанализатора отсутствие в кабельных сооружениях газов, состояние освещения и вентиляции.

Проверяется общее состояние кабельных сооружений, наличие средств пожаротушения, отсутствие посторонних предметов. Все металлические конструкции кабельных сооружений должны быть покрыты негорючим антикоррозийным составом.

Кабельные туннели должны быть оборудованы средствами для отвода ливневых и почвенных вод. Эти средства должны находиться в исправном состоянии.

По температуре внутри кабельных сооружений косвенно контролируется тепловой режим кабелей. Температура воздуха внутри сооружений должна превышать температуру наружного воздуха не более чем на 10°C.

На открыто проложенных кабелях должны быть стойкие к воздействию окружающей среды бирки, прикрепляемые в начале и конце кабеля и через 50 м. На этих бирках указываются: марка и сечение кабеля, напряжение, номер или другое условное обозначение линии. На бирках муфт должны быть отмечены номер муфты и дата ее монтажа.

Проверяется состояние антикоррозийного покрова металлических оболочек кабелей, расстояния между кабелями, состояние соединительных и концевых кабельных муфт, отсутствие следов вытекания масла или кабельной мастики.

Все замеченные при осмотрах дефекты и неисправности КЛ заносятся в листок осмотра. Эти дефекты и неисправности в зависимости от их характера устраняются при текущем техническом обслуживании. Повреждения аварийного характера должны быть устранены немедленно.

Для каждой КЛ при вводе в эксплуатацию устанавливается допустимая токовая нагрузка. Эта нагрузка определяется по условию, что температура жил кабеля будет не выше длительно допустимой температуры $\theta_{ДП}$, нормируемой.

Для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией величина θ зависит от номинального напряжения $U_{ном}$ (см. табл. 1).

Таблица 1. Допустимая температура нагрева

$U_{ном}$ $м, кВ$	До	6	10	20	35
$\theta, ^\circ C$	80	65	60	55	50

Для кабелей:

с изоляцией из полиэтилена и поливинилхлорида $\theta_{доп} = 70^\circ C$;

с изоляцией из сшитого полиэтилена $\theta_{доп} = 90^\circ C$;

с резиновой изоляцией $\theta_{доп} = 65^\circ C$.

Перегрев изоляции кабеля выше $\theta_{доп}$ заметно ускоряет процесс ее старения и, следовательно, сокращает срок службы кабеля.

Непосредственное измерение температуры жилы кабеля представляет значительные трудности. Поэтому для проверки теплового режима кабель нагружают током и снимаются показания термодатчиков, установленных на стальной броне (оболочке или шланге) кабеля.

Температура жилы кабеля $\theta_{ж}$ рассчитывается по формуле

$$\theta = \theta_{б} + \Delta\theta, (1)$$

где $\theta_{б}$ - температура брони (оболочки или шланга), измеренная при испытании; $\Delta\theta$ - превышение температуры жилы кабеля над температурой брони (оболочки или шланга).

Величина $\Delta\theta$ рассчитывается по эмпирической формуле или определяется по номограммам. Одна из таких номограмм для кабелей с алюминиевыми жилами, находящихся в эксплуатации от 5 до 25 лет, приведена на рис. 1.

Токовая нагрузка КЛ, при которой $\theta_{ж} = \theta_{доп}$, соответствует допустимой длительной нагрузке.



Рис. 2. Разность температур между броней и алюминиевыми жилами кабелей напряжением 10 кВ

В практической эксплуатации действительную токовую нагрузку кабеля I сопоставляют с длительно допустимым током $I_{доп}$, приводимым в справочной литературе [2]. Длительный режим работы кабеля считается допустимым при выполнении условия

$$I < \kappa I_{доп} (2)$$

где κ - поправочный коэффициент.

Принимаемые по справочным данным поправочные коэффициенты учитывают реальную температуру охлаждающей среды, количество кабелей в земляной траншее, удельное тепловое сопротивление грунта, срок службы кабеля и другие факторы.

При эксплуатации КЛ допускаются кратковременные перегрузки, например, на период ликвидации аварии (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-Спб.:

АЛО ОУ УМИТЦ, 2003). Допустимые перегрузки кабелей напряжением до 10 кВ в зависимости от вида изоляции составляют:

кабели с бумажной изоляцией - на 30%;

изоляцией из полиэтилена и поливинилхлорида - на 15%;

резины - на 18%;

сшитого полиэтилена - на 25%;

для кабелей со всеми видами изоляции, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть снижены до 10%.

Указанные перегрузки допускаются продолжительностью не более 6 часов в сутки в течение 5 суток. Суммарная продолжительность перегрузки в год не должна превышать 100 ч.

Для кабелей напряжением 20-35 кВ с бумажной изоляцией перегрузки не допускаются (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-Спб.: АЛО ОУ УМИТЦ, 2003).

Контроль нагрузочного режима КЛ осуществляется снятием графиков нагрузки, выполняемым не реже 2 раз в год. Причем один раз контроль осуществляется в период зимнего максимума нагрузки.

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.

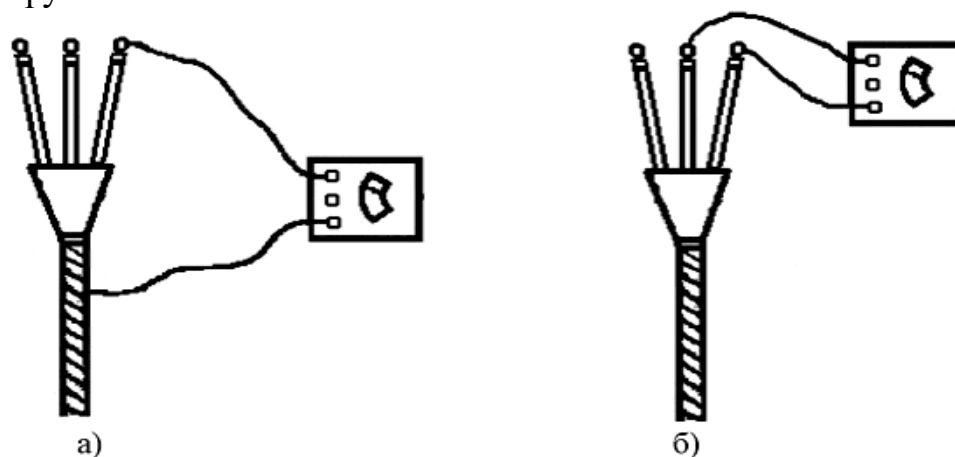


Рис.3. Измерение сопротивления фазной (а) и междуфазной (б) изоляции кабеля

Электрическая прочность изоляции КЛ проверяется испытанием повышенным выпрямленным напряжением. Величина испытательного напряжения $исп$ и длительность его приложения $tв$ в зависимости от вида кабельной изоляции приведены в табл.2.

Испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой жиле кабеля, при этом две другие жилы кабеля и его металлическая оболочка (экран) должны быть заземлены. Испытательное напряжение поднимается плавно со скоростью 1... 2 кВ/с до требуемого значения и поддерживается неизменным в течение времени, указанного в табл. 2.

При проведении испытаний повышенным напряжением измеряются токи утечки и их несимметрия по фазам.

Таблица 2. Величины приложенного напряжения.

$U_{ном}, K_0$	до 1	3	6	10	20	35
Бумажная пропитанная изоляция						
$U_{исп}, K_B / t, \text{МИН}$	2,5/5	15-25/5	36/5	60/5	100/5	175/ 5
Пластмассовая изоляция и СПЭ-изоляция						
$U_{исп}, K_B / t, \text{МИН}$	2,5/5	7,5/5	36/5	60/5		
Резиновая изоляция						
$U_{исп}, K_B / t, \text{МИН}$		6/5	12/5	20/5		

Изоляция кабеля считается удовлетворительной, если не произошло ее пробоя, а токи утечки и коэффициент несимметрии этих токов по фазам не превысили значений, приведенных в табл.3.

Таблица 3. Точки утечки и коэффициент несимметрии.

$U_{ном}, K_0$	6	10	20	35
$I_{ут}, \text{мА}$	0,2	0,5	1,5	1,8
$I_{у\text{max}} / I_{у\text{min}}$	2	3	3	3

У кабелей с пластмассовой защитной оболочкой (шлангом) дополнительным испытаниям повышенным выпрямленным напряжением подвергается защитная оболочка. Испытательное выпрямленное напряжение -10 кВ в течение 1 мин. подается между металлической оболочкой (экраном) и землей. При неуспешных испытаниях отыскивается место повреждения пластмассовой оболочки и выполняется ее ремонт.

На вертикальных участках кабелей напряжением 20...35 кВ с бумажной изоляцией контролируется осушение изоляции. Этот контроль осуществляется с помощью термометров, укрепленных на броне кабеля в верхней, средней и нижней частях вертикального участка. Разность показаний термометров более чем на 2...3°C свидетельствует о сильном осушении изоляции и начавшемся процессе ее пробоя. В этом случае вертикальный участок кабеля должен быть выведен из эксплуатации и заменен.

У одножильных кабелей, собранных в трехфазную группу, измеряется токораспределение. Неравномерность распределения токов по фазам должна быть не более 10%.

После отсоединения кабеля от оборудования, профилактических испытаний, монтажа или перемонтажа кабельных муфт должны быть проверены фазировка кабеля и целостность его жил. Сущность фазировки заключается в проверке соответствия фаз *A*, *B* и *C* кабеля фазам *A*, *B* и *C*, например, распределительного устройства, к шинам которого подключается кабель после отсоединения.

Определение целостности жил выполняется мегаомметром. Измерения сопротивления проводят между каждой парой фаз с одного конца кабеля. Жилы кабеля на другом конце замыкаются между собой. При целых жилах кабеля мегаомметр при всех измерениях должен показать нулевое сопротивление.

Задание к работе: Составить технологическую карту технического обслуживания кабельных линий по аналогии. (Для выбора инструментов и приспособлений пользоваться справочником)

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работ

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО КЛ.
4. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие сроки проведения технического обслуживания кабельных линий, проложенных открыто, в земле?
2. Когда проводятся внеочередные осмотры КЛ?
3. Назовите допустимую температуру нагрева для кабелей с различной изоляцией.
4. На что влияет перегрев кабельных линий?
5. Назовите допустимую токовую нагрузку для кабелей с различной изоляцией

Практическая работа № 3

Тема: Определение мест повреждения КЛ

Цель работы: Изучить методы определения мест повреждения кабельной линии.

Теория

Несмотря на периодический осмотр кабельных трасс и проведение профилактических испытаний, при эксплуатации имеют место повреждения (случайные отказы) КЛ. Как правило, это пробой изоляции, реже - разрыв фаз.

Поврежденный кабель отсоединяется с обоих концов от оборудования и с помощью мегаомметра определяется *характер повреждения*: измеряется сопротивление изоляции между каждой фазой и заземленной металлической оболочкой и между каждой парой фаз. Измерения проводят с одного конца кабеля. Фазные жилы другого конца кабеля разомкнуты (для определения замыканий) или замкнуты и заземлены (для определения обрывов).

Результаты измерений могут не выявить характер повреждения, поскольку переходное сопротивление в месте повреждения может быть достаточно высоким, в частности, из-за затекания места пробоя изоляции маслосиликоновым составом (заплывающий пробой) в кабелях с бумажной пропитанной изоляцией.

Для снижения переходного сопротивления изоляция кабель в месте повреждения прожигается. Для этого на кабель подается напряжение, достаточное для пробоя изоляции в месте повреждения. После некоторого времени повторения пробоев переходное сопротивление в месте повреждения уменьшается, разрядное напряжение снижается, а ток разряда увеличивается. Изоляция прожигается этим током, переходное сопротивление в месте повреждения уменьшается.

После определения характера повреждения выбирается способ и аппаратура для определения места повреждения кабеля.

По точности определения места повреждения различают относительные и абсолютные методы. *Относительные методы* имеют определенную погрешность и позволяют определить лишь зону повреждения. Это импульсный, петлевой и емкостной методы.

Точное место повреждения позволяют найти *абсолютные методы* такие, как индукционный и акустический.

Импульсным методом определяется зона однофазного или многофазного замыкания, зона обрыва любого количества фазных жил.

В поврежденную линию посылается эталонный электрический импульс. По экрану измерительного прибора, проградуированному в мкс, измеряется интервал времени t_x между моментом подачи импульса и моментом прихода импульса, отраженного от места повреждения (рис. 1).

Скорость распространения электромагнитных волн в силовых кабелях практически не зависит от сечения и материала жил и составляет 160 ± 3 м/мкс. Расстояние до места повреждения вычисляется как $L_x = 80t_x$, м.

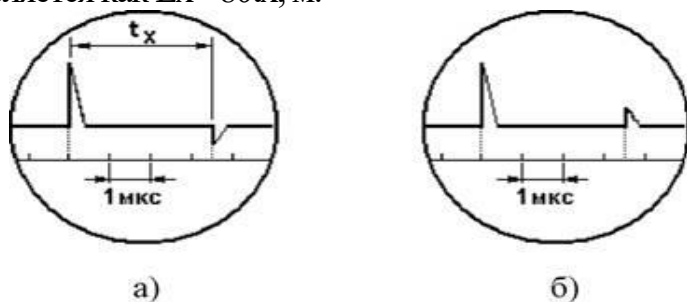


Рис. 1. Экран прибора при определении зоны повреждения кабеля импульсным методом: а -

при замыкании; б - при обрыве

По знаку отраженного импульса судят о характере повреждения. Если посланный и отраженный импульс разного знака - повреждение типа замыкание (рис. 1,а), если одного знака - повреждение типа обрыв (рис. 1,б).

Петлевой метод применяется для определения зоны однофазных и двухфазных замыканий на землю. Этот метод основан на измерении омического сопротивления жил кабеля до места повреждения.

На одном конце кабеля замыкаются нормальная и поврежденная жилы (образуется петля). Измерения проводятся с другого конца кабеля (рис. 2). Для измерения сопротивлений R_2 и R_4 может использоваться, например, мост постоянного тока.

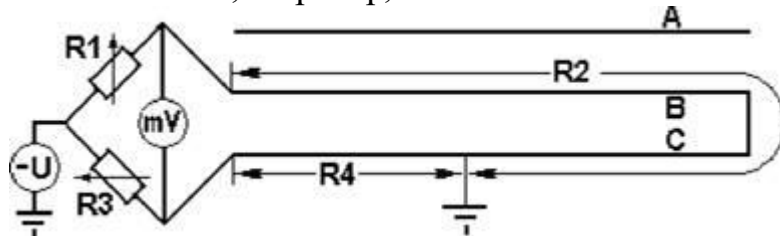


Рис. 2. Схема определение зоны повреждения петлевым методом

В одну диагональ моста включается источник постоянного напряжения $-U$, в другую - измерительный прибор, например милливольтметр mV . Регулируемыми сопротивлениями R_1 и R_3 , достигается равновесие моста - нулевое показание милливольтметра.

Известно, что равновесие моста будет достигаться при выполнении соотношения

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4},$$

где R_2 - сопротивление нормальной жилы и участка поврежденной жилы от конца кабеля до места повреждения;

R_4 - сопротивление участка поврежденной жилы от начала кабеля до места повреждения.

Поскольку сопротивление жилы кабеля пропорционально его длине, зона повреждения после достижения равновесия моста определяется несложными вычислениями

$$l_x = \frac{2lR_3}{R_1 + R_3},$$

где L - длина кабеля.

Емкостной метод позволяет определить зону обрыва фазных жил кабеля. Метод базируется на измерении емкости между каждой жилой и заземленной металлической оболочкой кабеля.

Пусть измеренная емкость оборванной жилы составляет C_x , а измеренная емкость целой жилы - C . Расстояние до места обрыва составляет

$$l_x = l \frac{C_x}{C}.$$

При обрыве трех фазных жил емкость кабеля рассчитывается по известному выражению

$$C = \frac{b_0 l}{314},$$

где b_0 - удельная емкостная проводимость кабеля, определяемая по справочным данным.

Индукционный метод позволяет определить место многофазных замыканий в кабеле после успешного прожига изоляции в месте повреждения. Метод основан на улавливании магнитного поля, создаваемого вокруг кабеля протекающим по нему током. Улавливание поля производится с помощью специальной поисковой катушки, имеющей магнитный сердечник для концентрации поля.

По двум поврежденным жилам кабеля пропускается ток высокой частоты (800... 1000 Гц) от звукового генератора G (рис. 3). Вокруг кабеля образуется магнитное поле высокой частоты. Поместив в это поле поисковую катушку, соединенную через усилитель с наушниками, можно прослушивать звуковой сигнал. Обслуживающий персонал, продвигаясь по трассе КЛ, прослушивает этот звуковой сигнал.

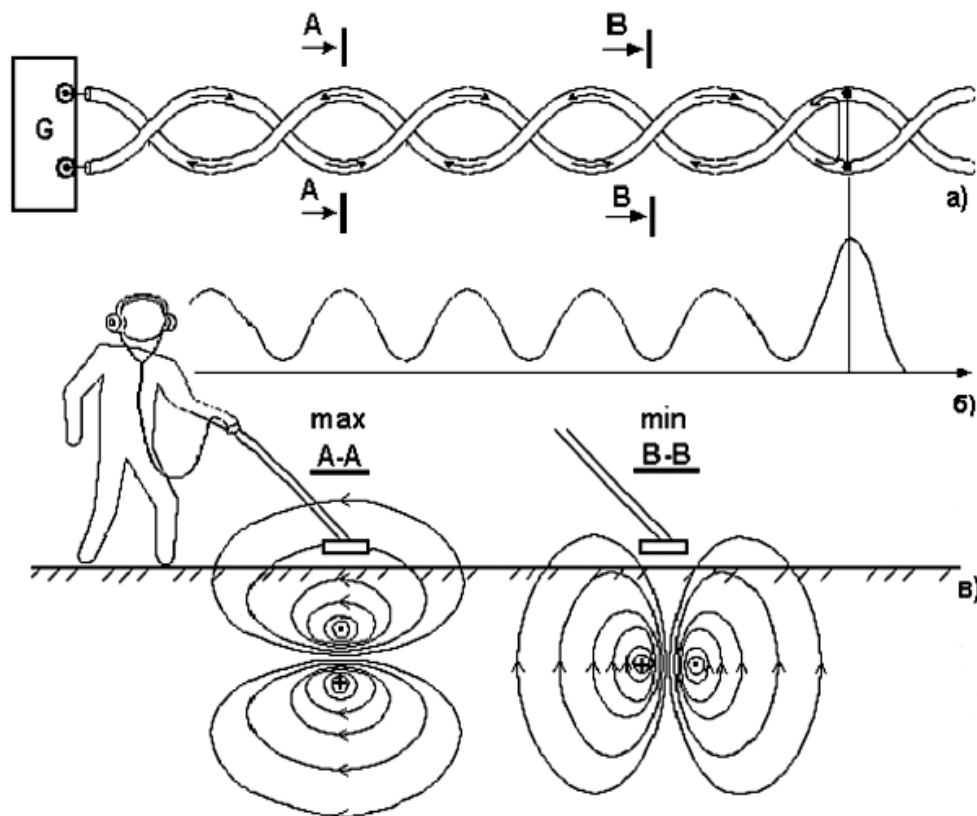


Рис. 3. Иллюстрация индукционного метода отыскания повреждения

Слышимость сигнала вдоль кабельной линии будет периодически изменяться от $\max$ до $\min$. Это объясняется спиральным повивом жил кабеля. Преобладание над поверхностью земли магнитного поля одной жилы периодически меняется на преобладание противоположного магнитного поля другой жилы.

В месте короткого замыкания ток от генератора G меняет свое направление, интенсивность магнитного поля и, следовательно, слышимость сигнала в этом месте усиливаются. За местом повреждения звукового сигнала не будет.

Использование тока высокой частоты необходимо для отстройки звукового сигнала от фона промышленной частоты 50 Гц соседних кабелей.

Акустический метод позволяет определить место однофазных и многофазных замыканий в кабеле при заплывающем пробое.

В поврежденную жилу (в поврежденные жилы) периодически подаются импульсы постоянного напряжения, например, от накопительного конденсатора. В месте повреждения возникают разряды, вызывающие акустический шум. Уровень этого шума прослушивается с

поверхности земли, например, с помощью стетоскопа или прибора с пьезодатчиком-преобразователем механических колебаний в электрические.

При практическом поиске мест повреждения КЛ используется сочетание относительных и абсолютных методов. С помощью относительного метода определяется зона повреждения, а затем в этой зоне отыскивается место повреждения абсолютным методом.

Ремонт КЛ

КЛ ремонтируются при их повреждениях, например при пробое изоляции кабеля, а основной операцией при ремонте КЛ является установки новой или замена существующей кабельной муфты. Таким образом, при эксплуатации КЛ используется система аварийно-восстановительного ремонта (система АВР).

При повреждении кабеля обслуживающий персонал должен отыскать место повреждения, а при прокладке кабеля в земляной траншее - раскопать участок траншеи в этом месте. Раскопки должны вестись осторожно, а при глубине более 0,4 м - только лопатами.

Объем работ при текущих и капитальных ремонтах КЛ определяется по результатам предшествующих осмотров, испытаний и измерений. Для планирования ремонтов КЛ ведется следующая эксплуатационно-техническая документация:

Паспорт на КЛ;

листки осмотров;

кабельный журнал;

акты скрытых работ с указанием пересечений и сближения кабелей со всеми подземными коммуникациями;

акты на монтаж кабельных муфт;

протоколы измерения сопротивления изоляции;

протоколы испытаний изоляции КЛ повышенным напряжением;

протоколы измерения сопротивлений заземляющих устройств;

журналы неисправностей КЛ;

журналы учета работ на КЛ и другие документы.

На основании этих документов составляется многолетний график работ, в котором указывается перечень всех кабельных линий и годы их вывода в ремонт в соответствии с техническим состоянием. На основании многолетнего графика составляются годовые графики работ.

При капитальном ремонте КЛ выполняются следующие основные работы:

-выборочное шурфление кабельных траншей с оценкой состояния кабелей и муфт;

-полное вскрытие кабельных каналов с исправлением раскладки кабелей, устранением коррозии оболочек, чисткой каналов, заменой или ремонтом конструкций для крепления кабелей;

-переразделка дефектных муфт;

-частичная или полная замена участков КЛ;

-ремонт заземляющих устройств;

-окраска металлических конструкций в кабельных сооружениях.

При окончании ремонтных работ проводятся испытания КЛ. Кроме того, кабели испытываются под нагрузкой в течение 24 ч.

Все работы, выполненные при капитальном ремонте КЛ, принимаются по акту. Акты со всеми приложениями хранятся в паспорте кабельной линии.

Контрольные вопросы

1. Что называется кабельной линией?
2. Какие повреждения КЛ встречаются чаще всего?
3. С помощью какого прибора определяют характер повреждения КЛ? Какие при этом выполняют действия?
4. Что делают с концами фазных жил для определения замыканий и обрывов?
5. Что делают для уменьшения переходного сопротивления изоляции кабеля в месте его повреждения? Какие действия при этом выполняют?
6. Какие методы определения характера повреждения КЛ относятся к относительному и абсолютному методу? Какие наиболее точные?
6. Какая документация ведется для планирования ремонтов КЛ?
7. Какие виды работ ведутся при капитальном ремонте КЛ?
8. В течение какого времени производят испытание кабеля под нагрузкой?
9. По какому документу принимаются работы, выполненные при капитальном ремонте, и где он хранится?

Задание.

1. Ответьте на контрольные вопросы.
2. Заполните таблицу №1

Метод определения характера повреждения КЛ	Характер повреждения	Сущность метода (на чем основывается или базируется)	Описание метода

3. Зарисуйте рис.1, 2 и 3.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненное задание
5. Ответы на контрольные вопросы.

Практическая работа №4

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию воздушных линий.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание воздушных линий.

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

Общие теоретические положения:

Организация эксплуатации воздушных линий.

Эксплуатация воздушных линий электропередачи напряжением 0,38 - 20 кВ заключается в поддержании их в работоспособном состоянии путем осуществления технического обслуживания и ремонта.

Техническое обслуживание ВЛ состоит из комплекса мероприятий, направленных на предотвращение преждевременного износа элементов и (или) их разрушения. Качественное и своевременное техническое обслуживание является основным условием, обеспечивающим надежную работу ВЛ в межремонтный период.

Ремонт ВЛ заключается в проведении комплекса мероприятий для восстановления первоначальных характеристик ВЛ или отдельных ее элементов.

При техническом обслуживании и ремонте производится плановое устранение дефектов ВЛ. Дефекты или повреждения элементов, которые представляют непосредственную угрозу безопасности населения и обслуживающего персонала, возникновения пожара и т.п., должны устраняться незамедлительно.

Техническое обслуживание и ремонт, а также другие работы, непосредственно связанные с эксплуатацией ВЛ, следует выполнять с использованием транспортных средств, специальных машин, механизмов и приспособлений.

Машины, механизмы и приспособления рекомендуется размещать на ремонтно-производственных базах (РПБ) или ремонтно-эксплуатационных участках (пунктах) предприятий и районов электрических сетей.

При этом машины, механизмы и различного рода приспособления, постоянно используемые для централизованного обслуживания ВЛ, целесообразно закреплять за бригадами.

Ответственность за нормальную эксплуатацию средств механизации возлагается на производственное подразделение, за которым эти средства закреплены. Ответственность за состояние такелажных приспособлений, инструмента и другого оборудования, их своевременные ремонт и испытания возлагается на руководителей (мастеров) производственных подразделений, за которыми это оборудование закреплено.

Результаты осмотров и испытаний механизмов, такелажных приспособлений и другого оборудования следует заносить в журналы учета.

Хранение и пользование инструментом и приспособлениями должны производиться с соблюдением требований действующих Правил безопасности при работе с инструментом и приспособлениями, Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технических требований к ним.

Хранение неисправного или непригодного для работы инструмента и приспособлений вместе с исправным и пригодным не допускается.

В помещении, предназначенном для хранения инструмента, приспособлений, инвентаря, необходимого для эксплуатации ВЛ, следует иметь список хранящихся механизмов, инструмента и приспособлений с указанием срока их очередных испытаний или осмотра.

Предприятию, осуществляющему эксплуатацию ВЛ, разрешается выполнять в охранных зонах все виды работ по техническому обслуживанию, ремонту или реконструкции ВЛ.

Плановые работы по ремонту и реконструкции ВЛ, проходящих по сельскохозяйственным угодьям, должны производиться по согласованию с землепользователем и, как правило, в период, исключая повреждение сельскохозяйственных культур.

Работы по предотвращению нарушений в работе ВЛ и ликвидации последствий таких нарушений могут производиться в любое время года без согласования с землепользователями, но с уведомлением их о проводимых работах и последующим оформлением соответствующих документов.

Порядок эксплуатации ВЛ, находящихся на балансе ПЭС и проходящих по территории предприятий и организаций, в полосе отвода железных и автомобильных дорог, вблизи аэродромов, в охранных зонах трубопроводов и линий связи, следует согласовывать с соответствующими предприятиями и организациями.

Персоналу ПЭС предоставляется право беспрепятственного доступа к ВЛ для проведения всех видов работ.

При техническом обслуживании и ремонте ВЛ следует применять комплексные методы, обеспечивающие выполнение всех видов работ на данной ВЛ в полном объеме за возможно короткий срок.

Техническое обслуживание и ремонт ВЛ, выполняемые комплексным методом (работы группируются в комплексы по номенклатуре и периодичности), рекомендуется осуществлять бригадами централизованного обслуживания, оснащенными необходимыми специализированными машинами, средствами механизации, инвентарем, защитными средствами, средствами связи. За бригадами закрепляются производственные и бытовые помещения: кладовые, склады, мастерские, гаражи для автотранспорта и механизмов, раздевалки и душевые. Бригады обеспечиваются необходимой нормативно-технической документацией и производственными инструкциями.

При комплексном проведении работ ремонтный персонал и средства механизации рекомендуется сосредотачивать на ремонтируемом объекте, что позволит сократить длительность отключения объекта, улучшить использование трудовых и материальных ресурсов.

В ряде случаев из-за рассредоточенности объектов ремонта и различной периодичности выполнения работ целесообразно проведение однотипных работ специализированными бригадами на одной или нескольких ВЛ (например, расчистка трасс, замена приставок и т.д.).

Безопасность при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту должна обеспечиваться путем выполнения организационно-технических мероприятий, предусмотренных действующими Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, нормативными документами и технологическими картами. Комплексный ремонт объектов должен выполняться по проектам производства работ.

Персонал, выполняющий ремонтные работы под напряжением, должен пройти соответствующее обучение.

Выбор объемов и методов ремонта и технического обслуживания ВЛ должен осуществляться инженерно-техническим персоналом предприятия электрических сетей или РЭС на основании технико-экономического обоснования с учетом местных условий.

Планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ, оформление технической документации.

Для обеспечения планирования работ РЭС по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ распределительных сетей напряжением 0,38 - 20 кВ рекомендуется составлять:

1. Многолетний план-график ремонтов объектов распределительной сети.
2. Годовой план-график технического обслуживания и ремонта ВЛ.
3. Месячный план-график отключений ВЛ.
4. Годовой план материально-технического снабжения.

Многолетние планы-графики ремонтов рекомендуется составлять по каждому РЭС; они являются продолжением предыдущих планов-графиков и находятся на участке, в РЭС и в ПТС предприятия для руководства в работе.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту ВЛ 0,38 - 20 кВ следует осуществлять по годовому плану-графику и годовому плану.

Годовой план-график должен составляться в соответствии с периодичностью работ, указанной в ПТЭ, и ведомостями ремонтных работ, составленными на основании журналов дефектов, данных осмотров, проверок и измерений.

Ведомости ремонтных работ являются основанием для составления смет и спецификаций на материалы и оборудование.

Планируемые объемы работ по техническому обслуживанию и ремонту должны быть проверены на соответствие имеющимся трудовым и материальным ресурсам. При этом рекомендуется предусматривать резерв времени на выполнение аварийно-восстановительных и других непредвиденных работ, необходимость проведения которых возникает в процессе эксплуатации.

После анализа расчетов, уточнения объемов работ и согласования с соответствующими службами ПЭС годовой план-график по РЭС должен утверждаться главным инженером ПЭС.

Срок утверждения смет и годовых планов-графиков устанавливается приказом главного инженера АОЭиЭ или ПЭС.

Месячный план-график отключений рекомендуется составлять на основании годового плана и должен обеспечивать минимальный недоотпуск электроэнергии при плановых отключениях, сохранность сельскохозяйственных угодий, учитывать сезонный характер отдельных видов работ на ВЛ.

Перед началом месяца мастеру участка следует произвести расчет рабочего времени бригады на месяц и на основании годового плана, перечней работ и утвержденных смет выдать бригаде задание.

Месячные задания бригадам (участкам) должны утверждаться начальником РЭС.

В случае, если в комплексном ремонте объекта должны принимать участие службы предприятия (РЗА, СМиТ и т.п.), месячный план-отчет по участку должен быть согласован с этими службами и утвержден главным инженером ПЭС.

Ежемесячно согласно утвержденному порядку руководству ПЭС следует производить сдачу-приемку месячных планов-отчетов РЭС.

С целью сокращения трудозатрат и улучшения качества планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту рекомендуется осуществлять на персональных компьютерах с автоматизацией рабочих мест ИТР РЭС и ПТС предприятия.

Все изменения на ВЛ, выполненные в процессе эксплуатации, должны быть внесены в инструкции, схемы и чертежи до ввода ВЛ в работу. Информация об изменениях должна доводиться до сведения всех работников (с записью в журнале распоряжений), для которых обязательно знание этих инструкций, схем и чертежей.

Технологические схемы (чертежи) должны проверяться на их соответствие фактическим эксплуатационным не реже 1 раза в 2 года с отметкой на них о проверке.

Техническое обслуживание воздушных линий.

Техническое обслуживание ВЛ осуществляется, как правило, за счет средств, выделяемых на эти работы. Работы по определению объемов ремонта, в том числе измерения испытания, проверки, осмотры осуществляются за счет средств, выделяемых на ремонт.

Выполнение работ по техническому обслуживанию осуществляется, как правило, электромонтерами РЭС.

Инженерно-технический персонал проводит выборочные осмотры отдельных линий (участков линий), включая все линии (участки), подлежащие ремонту в следующем году.

Перечни основных работ по техническому обслуживанию ВЛ 0,38 - 20 кВ приведены в табл. 5.1, 5.2.

Таблица 1. Перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании ВЛ.

Наименование работы	Периодичность	Примечание
Осмотры ВЛ		
Периодический осмотр	По графику, утвержденному главным инженером	
Осмотр по всей длине ВЛ электромонтерами	Не реже 1 раза в год	Заполняется листок осмотра
Выборочный осмотр отдельных участков ИТР	Не реже 1 раза в год	Заполняется листок осмотра
Верховой осмотр	По мере необходимости	
Осмотр, в том числе верховой, ВЛ, включенной в план ремонта на следующий год ИТР	В течении года, предшествующего ремонту	Совмещается с отключением ВЛ и проверкой степени затягивания верхних деталей опор, крепления крюков, проводов. На основании осмотров составляются сметы и спецификации.
Осмотр ВЛ после капитального ремонта	По окончании ремонта ИТР	Составляется акт приемки
Внеочередной осмотр после стихийного бедствия или после воздействия сверхрасчетных механических нагрузок		Заполняется листок осмотра
Внеочередной осмотр после автоматического отключения ВЛ релейной защитой, в том числе после неуспешного повторного включения.		Заполняется листок осмотра
Внеочередной осмотр после успешного повторного включения.	На следующий день после включения.	
Проверки опор и их элементов		
Проверка степени загнивания опор	Перед подъемом на опору через 3-6 лет после ввода в эксплуатацию. Не реже 1 раза в 3 года.	Заполняется ведомость контроля
Проверка состояния железобетонных опор, элементов железобетонных приставок	Перед подъемом на опору, в процессе осмотра, при замене деталей. Не реже 1 раза в 6 лет	Заполняется ведомость контроля
Измерение сопротивления заземляющих устройств всех	После монтажа, переустройства заземляющих устройств не реже 1	

типов	раза в 6 лет.	
Измерение сопротивления заземляющих устройств у опор с разъединителями, защитными промежутками, трубчатыми и вентильными разрядниками и у опор с повторным заземлением нулевого провода.	При плановом ремонте.	
Выборочная проверка железобетонных опор в населенной местности на участках с сильноагрессивной средой или плохо проводящими грунтами	Не реже 1 раза в 12 лет. При плановом ремонте.	
Выборочная проверка состояния заземляющего устройства со вскрытием грунта.	При приемке в эксплуатацию.	
Измерение сопротивления петли «фаза-нуль»	При подключении новых потребителей. При выполнении работ, вызывающих изменение сопротивления. При возрастании нагрузки, требующей замены плавкой вставки предохранителя или установки автоматического выключателя.	
Проверки проводов и арматуры		
Проверка состояния проводов и соединения проводов	При осмотрах, после установки новых соединителей. При капитальном ремонте	Оформляется в паспорте ВЛ
Проверка габаритов проводов, расстояний приближения, в том числе в местах пересечений.	В процессе осмотра	Заполняется ведомость
Проверка расстояний приближений проводов ВЛ к проводам других ВЛ или проводам ПВ при совместной подвеске на общих опорах.	В процессе осмотра	Оформляется в паспорте ВЛ
Проверка габаритов проводов до поросли.	По мере необходимости.	Оформляется в паспорте ВЛ
Проверка состояния проводов в местах возможного соприкосновения с деревьями, отдельными сучьями	В процессе осмотра	
Проверка отсутствия повреждений зажимов и арматуры для соединения проводов с оборудованием и подземным кабелем	В процессе осмотра	
Проверка разрядников и отдельных промежутков.	1 раз в 3 года снимаются с опоры для проверки.	Составляется ведомость
Проверка состояния защиты ВЛ от перенапряжений.	Ежегодно перед началом грозового сезона	Составляется ведомость

Таблица 2. Отдельные работы, выполняемые по мере необходимости.

Наименование работы	Примечание
Вырубка отдельных деревьев, обрезка сучьев, угрожающих повреждению провода.	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена дефектных элементов опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Выправка отдельных опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Уплотнение грунта в пазухах котлованов опор	Оформляется в паспорте ВЛ
Перетяжка проводов	Оформляется в паспорте ВЛ
Удаление набросов на проводах ВЛ	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена оборванных заземляющих проводников	Оформляется в паспорте ВЛ
Перетяжка проволочных бандажей крепления деревянных стоек к приставкам.	Оформляется в паспорте ВЛ
Восстановление знаков и плакатов на отдельных опорах, восстановление нумерации.	Оформляется в паспорте ВЛ
Замена разрядников	Оформляется в паспорте ВЛ
Выполнение мероприятий, связанных с охраной ВЛ. Допуск к работам сторонних организаций и надзор за работами, проводимыми вблизи ВЛ.	Оформляется в паспорте ВЛ
Технический надзор при строительстве и реконструкции ВЛ, выполняемых подрядными организациями. Работы. Связанные с проверкой объектов при приемке их на баланс и в эксплуатацию	Оформляется в паспорте ВЛ
Наблюдение за образованием галюледа.	Оформляется в паспорте ВЛ

Осмотры ВЛ

Периодические осмотры следует проводить в дневное время электромонтерами и инженерно-техническим персоналом в соответствии с годовым планом-графиком технического обслуживания путем обходов или объездов.

Осмотр производится с целью визуальной проверки состояния ВЛ. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр ВЛ, включенных в план ремонтов на будущий год, следует проводить на основании перечня дефектов в целях уточнения объемов ремонта на основании инструментальных проверок загнивания древесины деревянных опор состояния железобетонных опор, сопротивления заземления опор сопротивления петли "фаза-нуль", расстояний от проводов до земли и зданий и сооружений, крон деревьев, кустарников По результатам осмотров составляются ведомости ремонтных работ, рассчитываются объемы трудозатрат, составляются сметы и спецификации.

Верховой осмотр ВЛ следует проводить в целях тщательного осмотра траверс, крюков, кронштейнов, штырей, проволочных и других типов вязок, изоляторов, проводов и креплений узлов и элементов. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр ВЛ после стихийного явления производится в целях выявления дефектов и повреждений, вызванных стихийным явлением (сверхрасчетный гололед, ледоход и разливы рек на участках ВЛ, сооруженных в поймах рек, ливни, ураганы, оползни, обвалы, пожары вблизи ВЛ и т.п.). Осмотр могут производить электромонтеры и инженерно-технические работники. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Осмотр после автоматического отключения ВЛ релейной защитой производится по решению руководства РЭС на основании записей в оперативном журнале за предыдущие сутки и анализа отключений за предыдущие месяцы. При осмотре необходимо обратить внимание на наличие дефектов, приводящих к самоустраняющимся автоматическим отключениям ВЛ. Результаты осмотра регистрируются в листке осмотра.

Записи о неисправностях, требующих немедленного устранения, из листов осмотра вносятся мастером в журнал дефектов, а выполненные работы заносятся в журнал учета. Главным инженером РЭС устанавливается срок и способ устранения неисправностей и назначается ответственный за выполнение. После устранения отмечается его дата.

Проверки и измерения

Просека ВЛ должна содержаться в безопасном в пожарном отношении состоянии. Следует поддерживать установленную ширину просек и производить обрезку деревьев и расчистку от кустарников.

Работы на просеках ВЛ, проходящих по землям государственного лесного фонда, должны производиться в соответствии с требованиями Лесного кодекса РФ.

Отдельные деревья, растущие вне просеки и угрожающие падением на провода или опоры ВЛ, должны быть вырублены с последующим уведомлением об этом организации, в ведении которой находятся насаждения, и оформлением лесорубочных билетов (ордеров).

Проверки на ВЛ осуществляются с периодичностью, приведенной в табл. 5.1.

Проверка степени загнивания (или обгорания) деревянных элементов опор с помощью специальных инструментов и приспособлений производится с целью выявления степени загнивания древесины или обгорания стойки.

Проверка сопротивления заземления опор должна производиться в сухую погоду в период наибольшего просыхания грунта.

Полученные значения сопротивлений сравниваются с нормативным и в случае превышения производится соответствующая запись в ведомости проверок и измерений.

При проверке расстояний от проводов ВЛ и ответвлений до поверхности земли, зданий или сооружений, инженерных коммуникаций, крон деревьев, кустарников полученные значения сравниваются с допустимым значением по ПУЭ. Результаты проверок заносятся в ведомости измерений расстояний. Выявленные нарушения по допустимым расстояниям должны быть устранены в кратчайшие сроки.

При проверке состояния железобетонных элементов опор выявляются: оголение арматуры, растрескивание бетона, раковины, сколы. При наличии приборов и методик неразрушающего контроля рекомендуется измерять прочность бетона (а при необходимости защитный слой бетона, степень напряжения арматуры в предварительно напряженных элементах). Результаты заносятся в ведомость проверок и измерений железобетонных опор (железобетонных элементов опор).

Проверка сопротивления петли "фаза-нуль" производится в целях выявления превышения фактического значения сопротивления петли по сравнению с нормативным, результаты проверки

заносятся в ведомость и паспорт ВЛ. Работы по устранению дефекта следует выполнять незамедлительно.

Периодические осмотры *ВЛ выше 1000 В* электромонтеры проводят не реже одного раза в 6 мес, а инженерно-технические работники — не реже одного раза в год. При этом могут быть обнаружены следующие неисправности: набросы проволок на провода, обрывы или перегорания отдельных жил, нарушение регулировки проводов и изменение их стрел провеса; повреждения и загрязненность изоляторов; перекрытия и отклонения поддерживающих гирлянд изоляторов; неудовлетворительное крепление разрядников, загрязнение, повреждение лаковой поверхности и отсутствие указателей срабатывания; трещины и оседания фундаментов и опор; повреждения и ослабления оттяжек опор, а также загнивание, обгорание и расщепление их деталей; нарушения в охранной зоне ВЛ (складирование материалов, проезд негабаритных механизмов, наличие деревьев на краю просек).

При осмотрах воздушных линий выше 1000 В проверяют: состояние опор, на металлических опорах — наличие всех креплений; целостность бандажей и заземляющих спусков на деревянных опорах; состояние разрядников, аппаратуры и кабельных муфт; наличие и состояние предостерегающих плакатов, развешиваемых на опорах.

Трасса воздушной линии должна быть чистой, т. е. ей не должны угрожать при падении деревья, строения или другие посторонние предметы. Необходим постоянный контроль за охранной зоной, чтобы в ней без согласования не проводились строительные работы. Все выявленные дефекты отмечают в листке обхода (донесении), а дефекты, которые могут вызвать аварию, срочно устраняют.

Внеочередные осмотры ВЛ проводят при появлении гололеда, во время ледохода и разлива рек, при лесных и степных пожарах и в других экстремальных ситуациях, после автоматического отключения ВЛ даже при ее успешном повторном включении, а верховые осмотры с выборочной проверкой состояния проводов и тросов в зажимах и дистанционных распорках — по графикам, но не реже одного раза в 6 лет.

Эксплуатация *ВЛ напряжением до 1000 В* заключается в периодических осмотрах, проверках и измерениях отдельных элементов линии. Эти работы выполняют в следующие сроки: осмотры электромонтером — один раз в месяц; проверка наличия трещин на железобетонных опорах и выборочное вскрытие грунта в зоне переменной влажности — один раз в 6 лет, начиная с четвертого года эксплуатации; определение степени загнивания деталей деревянных опор — один раз в 3 года; измерение стрел провеса и габаритных расстояний ВЛ — во всех случаях, когда возникают сомнения при осмотрах; измерение сопротивления заземления — один раз в первый год эксплуатации и один раз в 3 года в дальнейшем; проверка и перетяжка всех креплений — ежегодно в первые 2 года эксплуатации и по мере надобности в дальнейшем.

Внеочередные осмотры ВЛ проводят при наступлении гололеда, тумана, ледохода и разлива рек, после каждого автоматического отключения, а ночные осмотры без отключения напряжения — не реже одного раза в год с целью выявления перегреваемых токопроводящих частей, возможного искрения в местах слабых контактов.

На линиях уличного освещения и общего пользования ежегодно в период максимальных нагрузок измеряют напряжения в начале и конце линии, а также на основных ответвлениях к потребителям. Ток по фазам измеряют 2 раза в год, а также после каждого изменения схемы для определения асимметрии нагрузок.

При обнаружении на проводе обрыва нескольких проволок (общим сечением до 17% сечения провода) это место перекрывают ремонтной муфтой или бандажом. Такую муфту на сталеалюминиевом проводе устанавливают при обрыве до 34% алюминиевых проволок. Если

оборвано большее количество жил, провод разрезают и соединяют с помощью соединительного зажима. Стрелы провеса проводов не должны отличаться от проектных данных более чем на +5%.

Поврежденные изоляторы обнаруживают как при осмотрах, так и при ревизиях и контроле электрической прочности подвесных изоляторов, проводимом один раз в 6 лет. Изолятор считается дефектным, если его напряжение меньше 50% напряжения исправного.

Изоляторы могут иметь пробой, ожоги глазури, оплавление металлических частей и даже разрушение фарфора, что является следствием их пробоя электрической дугой, а также ухудшения электрических характеристик в результате старения при эксплуатации. Часто пробой изоляторов могут быть из-за сильного загрязнения их поверхности и при напряжениях, превышающих рабочее.

Контроль загнивания деталей деревянных опор осуществляют не реже одного раза в 3 года и перед каждым подъемом на опору. Степень загнивания измеряют специальным щупом на глубине 0,3—0,5 м от уровня земли. Опора считается непригодной для дальнейшей эксплуатации, если глубина ее загнивания по радиусу более 3 см при диаметре 25 см и более.

Перед началом грозового сезона проверяют размеры внутренних и внешних искровых промежутков между электродами разрядников, длина которых зависит от конструкции последних.. Разрядник должен быть установлен с углом наклона к горизонтали 10—15°, а его открытый конец обращен вниз, в противоположную сторону от опоры.

Металлические опоры и металлические детали железобетонных и деревянных опор необходимо периодически покрывать устойчивыми против атмосферных воздействий красителями, а подножки — битумом.

Задание к работе: Составить технологическую карту технического обслуживания ВЛ по аналогии. (Для выбора инструментов и приспособлений пользоваться справочником)

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО ВЛ.
4. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие операции производятся при техническом обслуживании ВЛ?
2. В какое время года можно производить техническое обслуживание ВЛ?
3. С кем согласовывается график проведения технического обслуживания ВЛ?
4. Какие документы составляются для проведения технического обслуживания ВЛ?
5. На основании каких документов устанавливаются сроки проведения технического обслуживания ВЛ?

Практическая работа №5

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию пускорегулирующей аппаратуры.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание пускорегулирующей аппаратуры.

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

Общие теоретические положения:

В период между ремонтами проводится техническое обслуживание электроустройств, которое представляет собой комплекс операций или операцию по поддержанию работоспособности или исправности устройства при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Устройство при этом не разбирается.

В типовой объем работ по техническому обслуживанию магнитных пускателей входят: очистка от пыли и грязи, смазка трущихся частей, ликвидация видимых повреждений, затяжка крепежных деталей, очистка контактов от грязи и наплывов, проверка исправности кожухов, оболочек, корпусов, проверка работы сигнальных и заземляющих устройств.

При эксплуатации пускорегулирующую и защитную аппаратуру периодически проверяют и регулируют, заменяя вышедшие из строя узлы. Периодичность осмотров и профилактики устанавливается инструкциями, разрабатываемыми инженерными службами предприятия. В них учитывают характер производства, род установки, требование к надежности энергообеспечения и т.д. Для коммутационной аппаратуры важно состояние электрических контактов. Оксидная пленка контактных поверхностей ухудшает контакт и вызывает дополнительный нагрев. Кроме того, в результате возникновения дуги появляются наплывы на контактах, которые препятствуют получению линейного контакта по всей плоскости, что также приводит к потерям электрической энергии. Поэтому периодически необходимо удалять напильником оксидную пленку и наплывы с контактов. Не допускается зачищать контакты наждачной бумагой, так как кристаллы наждака врезаются в медные контакты и увеличивают их сопротивление. При сильном обгорании контактов их заменяют новыми. Проверяют работу магнитной системы и подвижных частей. Подвижная система должна иметь легкий ход без заеданий. При нормальной работе включенного контактора создается равномерное легкое гудение магнитной системы. Сильное гудение идребезжание указывают на неисправности аппарата, причинами которых могут быть ослабление затяжки крепежных деталей, чрезмерное натяжение контактных пружин, повреждение короткозамкнутого витка, перекос якоря. Визуальный осмотр позволяет установить возможные механические повреждения. Периодическая профилактика включает подтяжку винтовых креплений и регулировку натяжения контактов. Регулировку пружин контактов выполняют следующим образом. Устанавливают якорь пускателя и механически фиксируют его в притянутом состоянии (когда он плотно прилегает к сердечнику), между контактами закладывают тонкую полоску бумаги. В этом положении динамометром оттягивают контакт до момента, когда бумажку можно свободно вынуть. Нормальное натяжение контактов приводится в паспорте аппарата и справочниках. Следует помнить, что профилактические и регулировочные работы проводят только на отключенных от сети электроустановках. Во время эксплуатации электроустановок выходят из строя (перегорают) предохранители. Для их замены используют только калиброванные предохранители и плавкие вставки. Во избежание аварий и пожаров нельзя использовать случайные вставки из различных проволок. Профилактику и регулировку автоматических выключателей, их тепловых и электромагнитных расцепителей выполняют по графику, установленному на предприятии специалистами электролабораторий. После проверки

автоматы пломбируют. Тиристорные контакторы не имеют механических подвижных частей и контактов, поэтому лишены перечисленных выше неисправностей. Однако при длительной эксплуатации контакторов ослабевают их резьбовые соединения, покрываются пылью радиаторы (охладители), что ухудшает теплоотдачу и вызывает дополнительный нагрев тириستоров. Поэтому при периодической профилактике очищают тиристорные контакторы от пыли и грязи и производят протяжку винтовых соединений. У тиристорных контакторов с водяным охлаждением, кроме того, периодически прочищают систему подачи охлаждающей жидкости. Периодичность такой профилактики и методы очистки приведены в инструкции по эксплуатации тиристорного контактора. В вышедшем из строя тиристорном контакторе обычно заменяется силовой блок на исправный. Неисправный силовой блок «ремонтируют в специализированных подразделениях по ремонту электронных устройств.

Плотность контактов отдельных ножей рубильника регулируется сжатием губок. При выключении рубильника все ножи должны одновременно выходить из губок, для чего нужно подобрать пружины мгновенного разрыва одинаковых размеров; при ослаблении пружины нужно ее несколько укоротить или заменить. При разработке отверстий ножей их нужно рассверлить, запрессовать в них втулки, точно пригнанные по диаметру валика.

В масляных выключателях масло со временем засоряется и от нагрева теряет свои изоляционные качества. Поэтому масло необходимо подвергать периодическому анализу в лаборатории и очищать на специальном сепараторе и фильтрах не реже одного раза в год. При окислении и обгорании контактов пусковых реостатов производится их зачистка или замена.

Соединение концов сопротивлений с контактными болтами производится либо путем непосредственного примыкания, либо через промежуточный гибкий провод, который припаивается к концу спирали элемента.

Для уменьшения переходного сопротивления перегоревших спиралей применяется паяльная паста, наносимая на место контакта или обрыва. При включении спирали в сеть паста расплавляется и покрывает концы, после чего соединение концов перегоревшей спирали нужно производить с помощью болтового зажима или холодной пайкой.

Контроллеры подвергаются ежедневному осмотру и уходу. Усилие нажатия пальцев контроллеров на сегменты должно быть в пределах 1,4-2,2 кг. Касание контактов должно быть плотным по всей длине сегмента и не менее чем на его ширины.

При регулировке контактов барабанных контроллеров нажатие сухарей контактных пальцев на сегменты производят с помощью гаек. Величина дополнительного хода сухаря (2-3 мм) и сход его с сегмента регулируется винтом.

Для проверки усилия нажатия сухарей контактных пальцев на сегмент обычно применяют пружинный динамометр, один из крючков которого закрепляют за винт крепления сухаря, а между сухарем и сегментом прокладывают полоску бумаги.

Проверять и налаживать тепловые реле рекомендуется в лаборатории, используя специальные электрические устройства. Проверку реле начинают с внешнего осмотра: проверяют наличие пломб, целостность кожуха и плотность прилегания его к цоколю, состояние уплотнений, очистка реле.

После снятия кожуха приступают к внутреннему осмотру: очищают детали, проверяют затяжку винтов, гаек, крепящих пружин, контакты, подпятники, магнитопроводы; проверяют надежность внутренних соединений; регулируют механическую часть реле; контакты тщательно очищают и полируют воронилом (пользоваться надфилем или абразивными материалами нельзя).

Далее измеряют сопротивление изоляции мегаомметром 1000 В между электрическими частями реле и корпусом, которое должно быть не менее 10 МОм, проверяют уставки. Если

обнаружены дефекты, выходящие за возможность устранения их в лаборатории, реле заменяют новым.

Магнитные пускатели и контакторы проверяют и налаживают по следующей программе: внешний осмотр, регулировка магнитной системы; регулировка контактной системы, проверка сопротивления изоляции токоведущих частей.

При внешнем осмотре контакторов и магнитных пускателей в первую очередь обращают внимание на состояние главных и блокировочных контактов, магнитной системы, проверяют наличие всех деталей контактора: немагнитной прокладки у контактора постоянного тока, крепежных болтов, гаек, шайб, короткозамкнутого витка у контакторов переменного тока, дугогасительных камер.

Легкость хода контактора проверяют путем замыкания его от руки. Ход магнитной системы должен быть плавным, без толчков и заеданий.

При протекании тока по катушке контактор переменного тока должен издавать лишь слабый шум. Сильное гудение контактора может указывать на неправильное крепление якоря или сердечника, повреждение короткозамкнутого витка, охватывающего сердечник, или на неплотное прилегание якоря к сердечнику электромагнита. Для устранения чрезмерного гудения подтягивают винты, крепящие якорь и сердечник.

Плотность прилегания якоря к сердечнику проверяют следующим образом. Подкладывают между якорем и сердечником листок бумаги и замыкают контактор от руки. Площадь соприкосновения должна составлять не менее 70% сечения магнитопровода, при меньшей площади соприкосновения дефект устраняют правильной установкой сердечника и якоря. При образовании общего зазора шабруют поверхность вдоль слоев листовой стали магнитной системы.

По мере работы контактора постоянного тока может происходить истирание немагнитной прокладки, что уменьшает зазор и способствует прилипанию якоря к сердечнику, поэтому при значительном износе прокладку заменяют на новую.

Контактная система является наиболее ответственной частью контакторов магнитных пускателей, поэтому на ее состояние должно быть обращено особое внимание. В замкнутом состоянии контакты должны касаться друг друга нижними частями, образуя линейный контакт по всей ширине контакта без просветов. Наличие на контактной поверхности наплывов или застывших кусочков металла увеличивает контактное сопротивление (а следовательно, и потери в контактах) более чем в 10 раз. Поэтому при обнаружении наплывов необходимо удалить их напильником. Зачистка наждачной бумагой и смазка контактной поверхности не допускается.

Кроме того, в особо ответственных контакторах и магнитных пускателях определяют начальную и конечную силы нажатия главных контактов. Начальное нажатие — сила, создаваемая контактной пружиной в момент соприкосновения контактов. Она характеризует упругость пружины. Конечная сила нажатия характеризует давление на контакты при полностью включенном контакторе и неизношенных контактах. Начальную и конечную силы нажатия определяют с помощью динамометра.

Сопротивление изоляции токоведущих частей контакторов и магнитных пускателей проверяют мегомметром на 500 или 1000 В. Значение сопротивления изоляции катушки не должно быть ниже 0,5 МОм.

Кроме указанных выше работ в программу наладки могут быть включены следующие:

- а) проверка отсутствия короткозамкнутых витков в катушке,
- б) проверка контакторов многократными включениями и отключениями,
- в) настройка тепловых реле магнитных пускателей.

1. Разновременность замыкания и состояние главных контактов

Разновременность замыкания главных контактов магнитного пускателя можно устранить затяжкой хомутика, держащего главные контакты на валу. При наличии на контактах следов окисления, наплывов или застывших капель металла, контакты надо зачистить.

2. Сильное гудение магнитной системы электромагнитного пускателя

Сильное гудение магнитной системы может привести к выходу из строя катушек пускателя. При нормальной работе пускатель издает лишь слабый шум. Сильное гудение пускателя свидетельствует о его неисправности.

Для устранения гудения пускатель надо отключить и проверить:

а) затяжку винтов, крепящих якорь и сердечник,

б) не поврежден ли короткозамкнутый виток, уложенный в прорезы сердечника. Так как через катушку протекает переменный ток, то и магнитный поток изменяет свое направление и в какие то моменты времени становится равным нулю. В этом случае противодействующая пружина будет отрывать якорь от сердечника и возникнет дребезг якоря. Короткозамкнутый виток устраняет это явление.

в) гладкость поверхности соприкосновения обеих половин электромагнитной системы пускателя и точность пригонки их, так как в электромагнитных пускателях ток в обмотке сильно зависит от положения якоря. При наличии зазора между якорем и сердечником ток, проходящий через катушку больше номинального.

Для проверки точности соприкосновения между якорем и сердечником электромагнитного пускателя между ними можно подложить листок копировальной бумаги и листок тонкой белой бумаги и замкнуть пускатель от руки. Поверхность соприкосновения должна быть не менее 70% сечения магнитопровода. При меньшей поверхности соприкосновения этот дефект можно устранить правильной установкой сердечника электромагнитной системы пускателя. Если же образовался общий зазор, то необходимо шабровать поверхность вдоль слоев листовой стали магнитной системы.

3. Отсутствие реверса в реверсивных магнитных пускателях

Отсутствие реверса в реверсивных пускателях можно устранить подгонкой тяг механической блокировки

4. Прилипание якоря к сердечнику пускателя

Прилипание якоря к сердечнику происходит в результате отсутствия немагнитной прокладки или недостаточной ее толщины. Пускатель может не отключиться даже при полном снятии напряжения с катушки. Необходимо проверить наличие и толщину немагнитной прокладки или воздушный зазор.

5. При включении пускатель на становится на самоблокировку

Необходимо проверить состояние блокировочных контактов пускателя. Контакты во включенном положении должны плотно прилегать друг к другу и включаться одновременно с главными контактами пускателя. Зазоры блок-контактов (кратчайшее расстояние между разомкнутым подвижным и неподвижным контактом) не должны превышать допустимых значений. Необходимо произвести регулировку блок-контактов пускателя. Если провал блок-контакта становится меньше 2 мм, то блок-контакты надо заменить.

Своевременные испытания и регулировка электромагнитных пускателей позволяют заблаговременно избежать неполадок и повреждений.

Задание к работе: Составить технологическую карту технического обслуживания магнитных пускателей по аналогии. (Для выбора инструментов и приспособлений пользоваться справочником)

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО магнитных пускателей.
4. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие сроки проведения технического обслуживания пускорегулирующей аппаратуры?
2. Какие операции производятся при техническом обслуживании пускорегулирующей аппаратуры?
3. На что влияет оксидная пленка на контактах пускорегулирующей аппаратуры?
4. Что выявляют при визуальном осмотре аппаратуры?

Практическая работа №6

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию распределительных устройств.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание распределительных устройств..

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, рабочие тетради.

Общие теоретические положения

Обслуживание распределительных устройств дежурным персоналом заключается в надзоре за состоянием и работой оборудования, выполнении оперативных переключений в нормальных и аварийных условиях и в производстве мелких работ текущей эксплуатации. При эксплуатации распределительных устройств высокого напряжения применяются различные виды обслуживания в зависимости от местных условий и требований по обеспечению надежной и бесперебойной работы электроустановки.

Техническое обслуживание распределительных устройств напряжением выше 1000В.

Эксплуатационный персонал, обслуживающий КРУ стационарного исполнения серий КСО-272, КСО-366, К-ХП, КРУ2-10 должен знать назначение отдельных частей КРУ и их взаимодействие во время работы. При обслуживании КРУ необходимо руководствоваться не только ПТЭ и ПТБ, но и инструкциями на КРУ и установленное в них оборудование.

Во время осмотра обращают внимание на: состояние помещения (исправность дверей, вентиляции, отопления, запоров); исправность сети освещения и заземления; наличие средств безопасности; уровень масла в цилиндрах выключателей; состояние изоляции, приводов, механизмов блокировки разъединителей, первичных разъединяющих контактов, механизмов доводки; состояние контактных соединений; наличие смазки на трущихся частях механизмов; надежность соединения рядов зажимов, переходов вторичных цепей на дверцы; плотность затяжки контактных соединений вторичных цепей; действие кнопок местного управления выключателей. Вся изоляция КРУ рассчитана на напряжение 10 кВ и при эксплуатации при 6 кВ имеет повышенную надежность. При эксплуатации КРУ запрещается отвинчивать съемные детали шкафа, поднимать и открывать автоматические шторки руками при наличии напряжения.

Проверку исправности помещений РУ, дверей и окон; отсутствия течи в кровле и междуэтажных перекрытиях; исправности замков, средств безопасности, отопления, вентиляции, освещения, заземления; уровня и температуры масла в аппаратах, отсутствия течи в них; контактов, изоляции (трещины, запыленность и т. п.), ошиновки производят без отключения РУ:

1 раз в сутки — на объектах с постоянным дежурным персоналом;

не реже 1 раза в месяц — на объектах без постоянного дежурного персонала;

не реже 1 раза в 6 мес.— на РУ, совмещенных с трансформаторными подстанциями.

В выкатных КРУ для проведения работ отключают выключатель разъединителями, встроенными в КРУ, заземляют отходящую линию, устанавливают тележку в ремонтное положение и проверяют нижние разъединяющие контакты на отсутствие напряжения. Далее включают заземляющий разъединитель и устанавливают тележку в испытательное положение (если нет необходимости вести

работы внутри шкафа). Смену предохранителей в шкафу трансформатора собственных нужд производят при снятой нагрузке.

Выкатка тележки с выключателем и установка ее в рабочее положение являются операциями по отключению и включению присоединения; они производятся только лицами, выполняющими оперативные переключения или под их руководством. Установка тележки в рабочее положение возможна только при отключенном заземляющем разъединителе.

В шкафах КРУ, где связь вторичных цепей выкатной тележки с корпусом осуществляется штепсельным разъемом, для правильного расположения вставки по отношению к колодке ее устанавливают так, чтобы штепсельное соединение было со стороны фасада шкафа и против него. На вставке и колодке наносят риски красного цвета. При полном сочленении разъема соединительную гайку навинчивают до положения, когда остается один виток разъема. При этом штырь входит в гнездо примерно на 6 мм, чем обеспечивается надежное сочленение разъема. Эксплуатация оборудования шкафов КРУ производится в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

Обслуживание распределительных устройств напряжением до 1000 В

Широкое распространение в настоящее время получили РУ, выполненные из щитов одностороннего обслуживания Щ070. В номенклатуре Щ070 имеются линейные, вводные, секционные, специальные и комбинированные панели.стыкочные стороны панелей одинаковы. При комплектации панелей в щит свободные торцы его закрывают.

Кроме панелей Щ070 применяют панели собственных нужд ПСН, силовые пункты с предохранителями СП и СПУ, распределительные пункты с автоматическими выключателями серии ПР-21 и ПР-9000, шкафы с автоматами «Электрон», силовые шкафы ШС, релейные шкафы ШР и др. Для осветительных установок специально изготавливают вводные шкафы ШВ, вводно-распределительные устройства ВРУ, щитки с установочными автоматами СУ-9400 и различные групповые и этажные щитки. Набор аппаратуры панелей и шкафов разнообразен и отображен в стандартных сетках схем заполнения.

Осмотр РУ напряжения до 1000 В осуществляют не реже 1 раза в 3 месяца или в сроки, предусмотренные местной инструкцией. При техническом обслуживании осматривают и очищают РУ от грязи и пыли, проверяют соответствия фактических условий работы аппаратов их номинальным техническим параметрам.

Для очистки аппаратов от грязи снимают кожух или крышку и сдувают пыль сжатым воздухом. Копоть и масляные пятна удаляют обтирочным материалом, смоченным уайт-спиритом или бензином.

У металлических корпусов и кожухов аппаратов места заземления осматривают и проверяют затяжку болтов или гаек.

Проверяют также крепления контактных соединений в аппаратах. Контакты, имеющие цвета побежалости, окисление или потемнение, разбирают, зачищают до металлического блеска шлифовальной шкуркой или надфилем, собирают и затягивают. Осматривают контактные поверхности ножей и губок рубильников. Несколькими включениями и выключениями ножей удаляют следы окислов с контактных поверхностей. Места подгорания, наплывы и брызги металла зачищают напильником с мелкой насечкой. Проверяют входение ножей в губки. Ножи должны входить одновременно, без перекосов, на полную ширину хода. Перекос ножей устраняют затягиванием болтов крепления. Щупом 0,05 мм проверяют степень соприкосновения ножей с губками. Щуп должен входить не более чем на У2 контактной поверхности.

Если прилегание неплотное, то его устраняют подгибанием губки или заменой контактной пружины. При наличии у рубильников специальных ножей проверяют состояние их пружин. Поврежденные пружины заменяют.

Осматривают изоляцию проводов силовых цепей и вторичной коммутации аппаратов. Участки проводов, имеющие повреждения, изолируют изоляционной лентой. При повреждении медной токопроводящей жилы провода заменяют новыми или спаивают припоем ПОС-30 или ПОС-40, при повреждении алюминиевой жилы провода заменяют новыми.

Детали уплотнения аппаратов осматривают, поврежденные заменяют новыми. Магнитный пускатель включают вручную, убеждаются в свободном ходе подвижной системы, наличии контакта между подвижными и неподвижными контактами, отсутствии переносов контактной системы, исправности контактных пружин. Пружины, потерявшие упругие свойства или имеющие повреждения, заменяют.

Несколько раз включают и отключают автоматический выключатель вручную. Скорость включения и выключения выключателя не должна зависеть от скорости движения рукоятки или кнопок. Шарнирные механизмы смазывают маслом для приборов.

Установочные автоматы после каждого отключения ими тока короткого замыкания осматривают при снятой крышке, не ожидая очередного осмотра. Крышку максимального расцепителя без необходимости снимать не следует. В расцепителе нельзя переставлять регулировочные винты, подгибать или подпиливать биметаллические элементы и т. п. При обычных условиях выключатель следует осматривать со съемом крышки 1 раз в 6 мес.

При осмотре дугогасительных камер магнитных пускателей и автоматических выключателей удаляют обтирочным материалом, смоченным в уайт-спирите или бензине, копоть. Брызги металла на деионных решетках счищают надфилем.

Измеряют толщину металлокерамического слоя контактов. При толщине металлокерамического слоя менее 0,5 мм контакты заменяют

. Осматривают катушку магнитного пускателя, убеждаются в отсутствии повреждений внешнего покрытия обмотки, а также подтеканий покровного лака в результате перегрева. Проверяют плотность посадки катушки на сердечник.

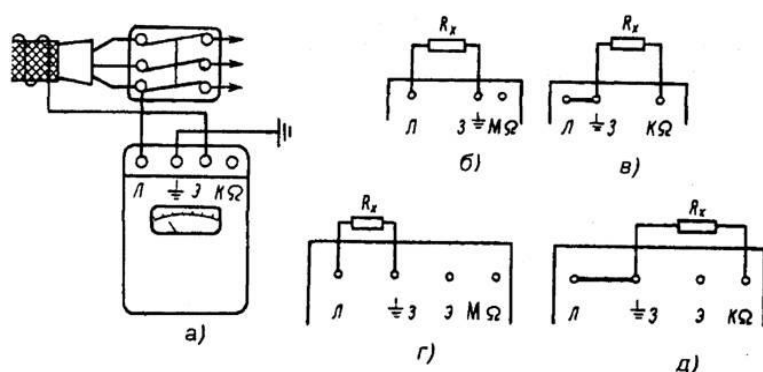


Рис. 1. Схемы измерения изоляции мегаомметрами:

а — включение мегаомметра М4100/5; б — М4100/1—4 на пределе «МЛ»; в — 4100/1—4 на пределе «КЛ»; г — М4100/5 на пределе «МП»; д — М4100/5 на пределе «КЛ»

Проверяют состояние магнитной системы и короткозамкнутого витка. Контактные поверхности магнитопровода очищают обтирочным материалом. Коррозию на других поверхностях магнитопровода удаляют шлифовальной шкуркой и покрывают лаком воздушной сушки. Осматривают нагревательный элемент. При короблении, выгорании металла или замыкании витков элемент подлежит замене. Биметаллическую пластину заменяют при деформации и обгорании. После замены нагревательного элемента или биметаллической

пластины реле подключают к прибору или схеме, позволяющим плавно регулировать значение испытательного тока.

Далее осматривают изоляционные детали магнитных пускателей автоматических выключателей, пакетных выключателей и переключателей рубильников. Убеждаются в отсутствии сколов и трещин. У рубильников следы подгорания или перекрытия дугой на изоляционных панелях зачищают шлифовальной шкуркой и покрывают слоем бакелитового лака или клея БФ-2.

Сопротивление изоляции электроустановок РУ измеряют мегаомметром в установленные сроки и вне очереди, если обнаружены дефекты. Измерения производят по секциям или участкам сети, разделенным двумя смежными предохранителями; за последним предохранителем, предварительно удалив из него плавкую вставку; между фазой и землей, а также между двумя фазовыми проводами.

При измерении в силовых цепях отключают электроприемники, аппараты, приборы, в осветительных — вывинчивают лампы, а штепсельные розетки, выключатели и групповые щитки оставляют присоединенными.

Перед измерением сопротивления электроустановки разряжают, т. е. касаются поочередно заземленным проводом каждой фазы, исключая возможность поражения работающих остаточным емкостным зарядом. Такую же разрядку делают после измерения.

Мегаомметры изготавливают на 500, 1000 и 2500 В. У прибора три зажима: З (земля), Э (экран), Л (линия). Для повышения точности измерения на изоляцию при необходимости накладывают электрод-экран и присоединяют его к зажиму Э.

Для проверки наличия или отсутствия напряжения в РУ, определения нулевого и фазового проводов используют индикатор напряжения УНН-10 или ИН-92 (рис. 17.6, а). Для обнаружения перегоревшего трубчатого или закрытого предохранителя индикатор следует подключить, как показано на рис. б а для проверки исправности защитного заземления или зануления — как показано на рис. в. Фазирование проводов с помощью индикатора выполняют, как изображено на рис. г.

Задание к работе: Составить технологическую карту технического обслуживания распределительных устройств напряжением до 1000В по аналогии. (Для выбора инструментов и приспособлений пользоваться справочником)

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО распределительных устройств.
4. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие сроки проведения технического обслуживания распределительных устройств напряжением выше 1000В?
2. Кто производит техническое обслуживание распределительных устройств?
3. Перечислите виды работ при техническом обслуживании распределительных устройств напряжением выше 1000В.

Практическая работа № 7

Тема: Проведение контрольных осмотров распределительных устройств

Цель: Ознакомиться с порядком проведения контрольных осмотров распределительных устройств.

Материальное обеспечение: Информационный материал, рабочие тетради.

Общие теоретические положения

Постоянно работающее энергетическое оборудование требует планомерного систематического осмотра квалифицированным персоналом. Осмотры проводятся по графику и в соответствии с инструкцией, утвержденной ответственными за эксплуатацию электрохозяйства.

Во время осмотров распределительных устройств РУ все замечания записываются в журнал дефектов и неполадок, доводятся до сведения руководителей энергопредприятия, которые принимают соответствующие меры по устранению выявленных нарушений в кратчайшие сроки. Регулярные осмотры распределительных устройств без отключения оборудования проводятся в следующие сроки:

на объектах с постоянным дежурным - один раз в сутки и не реже одного раза в месяц в темноте для проверки наличия разрядов и коронирования;

на объектах без постоянного дежурного - не реже одного раза в месяц; на трансформаторных подстанциях - не реже одного раза в шесть месяцев.

Помимо плановых осмотров проводятся так называемые внеочередные осмотры после каждого происшедшего короткого замыкания. В зависимости от местных условий (сильные загрязнения, пыль, химические воздействия и т. п.) местные инструкции устанавливают сроки дополнительных осмотров. При осмотрах оборудования распределительных устройств особое внимание обращается на наличие средств безопасности (изолирующих штанг, подставок или бот, предупредительных плакатов, переносных заземлений), исправность сети заземления, уровень и температуру масла в аппаратах, состояние изоляторов (трещины, разряды, пыль и т. д.), исправность сигнализации, целостность пломб у электросчетчиков и реле. Кроме того, проверяется исправность дверей, окон, замков, отопления, вентиляции, освещения, отсутствие течи в кровле и перекрытиях и т. п.

Периодичность осмотра и чистки оборудования РУ напряжением до 1 кВ (щитки, сборки и другие аппараты) от пыли и загрязнений устанавливается местными инструкциями (но не реже одного раза в 3 месяца).

Капитальный ремонт РУ напряжением до 1 кВ производят не реже одного раза в 3 года, текущий - не реже одного раза в год. Во время капитального ремонта РУ напряжением до 1 кВ изоляцию элементов приводов выключателей, рубильников, разъединителей, вторичных цепей аппаратуры, силовых и осветительных проводок испытывают напряжением 1 кВ в течение 1 мин или мегаомметром на 2,5 кВ. Эксплуатация РУ напряжением выше 1000 В производится в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей". Согласно требованиям техники безопасности в РУ должны быть постоянно в наличии переносные заземления, защитные средства и средства по оказанию первой помощи, а по согласованию с органами Госпожнадзора местной инструкцией устанавливается количество противопожарного инвентаря и средств тушения огня.

Воду из воздухохраников и водомаслоуказателей необходимо спускать не реже одного раза в 3 суток при постоянном дежурстве, а продувать магистральные воздухопроводы в РУ и заменять заполнители фильтра - не реже одного раза в год.

Сроки проверки гасительных камер выключателей нагрузки и дугогасительных контактов устанавливаются местной инструкцией. Профилактические испытания аппаратуры распределительных устройств проводятся в сроки, указанные в "Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей", и обычно совмещаются со сроками капитального ремонта.

Во время эксплуатации вентильные и трубчатые разрядники подлежат профилактическим испытаниям не реже одного раза в 3 года. Вентильные разрядники для защиты вращающихся машин испытывают ежегодно.

Помимо общих очередных осмотров после каждой грозы производят осмотр всех разрядников. Ежегодно перед началом грозового сезона проверяют схемы грозозащиты в соответствии со сложившейся схемой электрических сетей к этому периоду.

Силовые кабельные линии, находящиеся в эксплуатации, также подлежат техническому обслуживанию и капитальному ремонту, направленным на обеспечение их надежной работы. Для каждой кабельной линии устанавливаются наибольшие допустимые токовые нагрузки, определяемые по участку трассы с наихудшими тепловыми условиями работы, если длина участка составляет не менее 10 м.

Каждая линия должна иметь свой единый диспетчерский номер или наименование для удобства оперативных переключений. Открыто проложенные кабели и все кабельные муфты снабжаются бирками с обозначениями марки, сечения, номера или наименования линии. На бирках соединительных муфт указывается номер муфты и дата монтажа.

Необходимо соблюдать все требования "Правил устройств электроустановок" (ПУЭ) при сооружении кабельных коллекторов, туннелей и каналов и особо следить за состоянием кабельных коллекторов, туннелей и шахт, где находится большое количество кабелей, а также вентиляционных устройств кабельных сооружений. Температура воздуха внутри кабельных сооружений не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10 °С.

На трассах кабельных линий напряжением до 10 кВ систематически производят обходы и осмотры в следующие сроки: кабели, проложенные в земле, - по местным инструкциям, но не реже одного раза в 3 месяца; концевые муфты, устанавливаемые на линиях напряжением выше 1 кВ, - один раз в 6 месяцев; до 1 кВ - один раз в год; кабельные колодцы - два раза в год.

В периоды паводков и после дождевых ливней производят внеочередные осмотры кабельных линий.

Особое внимание уделяется кабелям, проложенным в районах прохождения электрифицированного транспорта. Не менее двух раз в течение первого года эксплуатации такой кабельной линии необходимо измерять уровни потенциалов и блуждающих токов, и если этот уровень приблизился к опасной величине, должны быть приняты меры, устраняющие это явление.

При эксплуатации аккумуляторных установок должны быть обеспечены их длительная надежная работа и необходимый уровень напряжения на шинах постоянного тока как в нормальных, так и в аварийных режимах.

Кислотные батареи должны работать без тренировочных разрядов и периодических уравнительных перезарядов. Батареи дозаряжают один раз в 3 месяца источником постоянного тока напряжением 2,3 - 2,35 В на каждый элемент в течение не менее 6 ч.

При применении выпрямительных устройств для подзаряда и заряда аккумуляторных батарей цепи переменного и постоянного тока соединяют через распределительный трансформатор.

Находящиеся в эксплуатации аккумуляторные батареи при наличии дежурного персонала

осматривают один раз в сутки, а мастер или начальник подстанции - два раза в месяц. При отсутствии постоянного дежурного батареи осматривают по графику местной инструкции.

Периодические осмотры конденсаторных установок всех напряжений производят: при мощности менее 500 квар - не реже одного раза в месяц, при мощности выше 500 квар - не реже одного раза в декаду. При осмотре конденсаторных установок обращается внимание на исправность ограждений и запоров, разрядных устройств, блокировок безопасности, наличие и качество защитных средств (разрядные штанги, боты, галоши) и средств тушения пожаров. Во время осмотра выявляют трещины на изоляторах, вспучивание стенок конденсаторных корпусов и следы вытекания пропитывающей жидкости (масла, совола и др.). При осмотрах проверяют целостность вставок предохранителей (внешним осмотром), ток и равномерность нагрузки по фазам, напряжение на шинах конденсаторной установки или сборных шинах ближайшего РУ.

Внеочередные осмотры производят при появлении треска (разряды), недопустимом повышении напряжения (более 10% от номинального) или температуры окружающей среды. При осмотре работающей батареи конденсаторов запрещается снимать или открывать ограждающие устройства. На каждой аккумуляторной установке следует вести журнал для записей осмотров и объемов проведенных работ.

Периодические осмотры трансформаторов без их отключения на подстанциях установлены "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей". Их производят: при наличии постоянного дежурного - один раз в сутки; на необслуживаемых подстанциях - один раз в месяц; на трансформаторных пунктах - один раз в 6 месяцев.

Эти сроки могут быть изменены согласно местным инструкциям в зависимости от условий эксплуатации.

Внеочередные осмотры трансформаторов обязательны после каждого отключения в результате действия дифференциальной защиты и при резком изменении температуры окружающего воздуха.

При осмотрах трансформаторов обращают внимание на: показания термометров и мановакуумметров; уровень масла в расширителе; наличие масла в маслонаполненных вводах и отсутствие течи масла; состояние изоляторов, маслоохладяющих, маслосборных и маслоочистительных устройств, сети заземления, а также шин, кабелей, контактных соединений, пробивных предохранителей; исправность сигнализации.

Осмотры и проверки электропроводок освещения в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" устанавливают в следующие сроки:

состояние аварийного освещения - один раз в 3 месяца;

соответствие расцепителей автоматов и плавких вставок предохранителей номинальным токам сети - один раз в год.

Чистка стекол световых проемов для помещений с незначительным выделением пыли, дыма, копоти предусматривается не реже двух раз в год, а со значительными загрязнениями - не реже четырех раз в год.

Смена и чистка светильников, смена перегоревших ламп и плавких вставок, ремонт сети выполняются электротехническим персоналом при снятом напряжении.

В процессе эксплуатации воздушные линии напряжением выше 1000 В должны подвергаться осмотрам, профилактическим измерениям и проверкам специально обученным персоналом.

Осмотры воздушных линий производят не реже одного раза в год. При этом обращают внимание на то, чтобы не было:

обрывов и оплавлений отдельных проволок или посторонних предметов на проводах и тросах; боя, ожогов и трещин на изоляторах.

Кроме того, проверяют:

Состояние опор, а на металлических опорах - наличие всех креплений;

целость бандажей и заземляющих спусков на деревянных опорах;

состояние разрядников, аппаратуры и кабельных муфт;

наличие и состояние предостерегающих плакатов, развешиваемых на опорах.

Трасса воздушной линии должна быть чистой, т. е. ей не должны угрожать в случае падения дерева,

строения или другие посторонние предметы.

За тем, чтобы в охранной зоне без согласования не велись строительные работы, необходимо следить

постоянно.

Все выявленные дефекты должны быть зафиксированы в листке обхода, а дефекты, которые могут вызвать аварию, срочно устраняют.

Внеочередные осмотры воздушных линий производят при появлении гололеда, во время ледохода и разлива рек, при лесных и степных пожарах и других экстремальных ситуациях. Кроме того, осмотры производят после автоматического отключения ВЛ, в том числе и при ее успешном повторном включении.

Верховой осмотр ВЛ без отключения производят не реже одного раза в 3 года. Эксплуатация воздушных линий напряжением до 1000 В заключается в периодических осмотрах, проверках и измерениях отдельных элементов линии. Эти работы производят в следующие сроки: осмотры электромонтером - один раз в месяц;

проверка наличия трещин на железобетонных опорах и выборочное вскрытие грунта в зоне переменной влажности - один раз в 6 лет, начиная с четвертого года эксплуатации;

определение степени загнивания деталей деревянных опор - один раз в 3 года;

измерение стрел провеса и габаритных расстояний ВЛ - во всех случаях, когда возникают сомнения при осмотрах;

измерение сопротивления заземления - один раз в первый год эксплуатации и один раз в 3 года в дальнейшем;

проверка и перетяжка всех креплений - ежегодно в первые 2 года эксплуатации и по мере надобности в дальнейшем.

Инженерно-технический персонал один раз в год производит контрольный осмотр ВЛ напряжением до 1000 В. Внеочередные осмотры проводятся при наступлении гололеда, тумана, ледохода, разлива рек, а также после каждого автоматического отключения.

Ночной осмотр линий электропередачи без отключения напряжения проводится не реже одного раза в год с целью выявления перегреваемых токопроводящих частей, возможного искрения в местах слабых контактов.

На линиях уличного освещения и общего пользования ежегодно в период максимальных нагрузок производят замеры величин напряжения в начале и конце линии, а также на основных ответвлениях к потребителям. Величину тока по фазам замеряют два раза в год, а также после каждого изменения схемы с целью определения асимметрии нагрузок по фазам.

При производстве осмотра оборудования после работы защиты, автоматики в первую очередь осматривается оборудование, которое входило в зону действия сработавшей защиты.

Особое внимание при осмотре должно быть уделено:

- положению и состоянию коммутационных аппаратов (выключателей, короткозамыкателей, отделителей);
- состоянию маслонаполненных аппаратов (трансформаторов тока и напряжения, силовых трансформаторов);
- состоянию разъединителей, в/ч конденсаторов и в/ч заградителей;
- состоянию опорной, проходной и подвесной изоляции;
- состоянию ошиновки, систем шин, разрядников;
- состоянию проводов и изоляторов ВЛ в пределах видимости с территории подстанции;
- состоянию клеммных ящиков, кабельных каналов и кабелей вторичной коммутации;
- проверке работоспособности устройств телемеханики;
- обнаружению следов проникновения животных и посторонних лиц на территорию подстанции и следов их незаконной деятельности

Задание к работе: Изучить информационный и презентационный материал и ответить на вопросы.

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Ответить на вопросы.
4. Составить отчет.

Вопросы для самоконтроля

1. Когда проводятся контрольные осмотры распределительных устройств, конденсаторных установок, трансформаторов?
2. На что в первую очередь обращают внимание во время контрольных осмотров?
3. Какие защитные средства и средства по оказанию первой помощи должны быть в распределительных устройствах?
4. Назовите сроки проведения контрольных осмотров конденсаторных установок.
5. Для чего производят ночной осмотр распределительных устройств?
6. Перечислите виды работ после срабатывания защиты на распределительных устройствах.

Содержание отчета

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Ответы на вопросы.

Практическая работа №8

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию трансформаторов.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание трансформаторов.

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, «Практикум электромонтера», рабочие тетради.

Общие теоретические положения:

Для поддержания трансформатора в работоспособном состоянии на протяжении всего периода эксплуатации необходимо регулярно осуществлять техническое обслуживание трансформатора. Устанавливаются следующие виды планового технического обслуживания трансформатора:

- технический осмотр;
- профилактический контроль.

Кроме того, в процессе эксплуатации необходимо осуществлять внеплановое техническое обслуживание, обусловленное появлением в межремонтный период неисправностей трансформатора или его аварийей.

Техническое обслуживание необходимо выполнять в соответствии с требованиями этого раздела и в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации составных частей комплектующих изделий.

В ходе технического осмотра трансформатора проверяют:

- отсутствие посторонних шумов, повышенных вибраций, которые приводят к повреждению или к неправильной работе составных частей, приборов и аппаратуры, установленных на трансформаторе;
- соответствие показаний счетчиков количества переключений приводов устройств РПН количеству осуществленных переключений;

Технический осмотр составных частей трансформатора необходимо выполнять в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих частей.

Периодичность технических осмотров трансформаторов без его отключения устанавливается в соответствии с требованиями “Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей” и “Картой – графиком работы оперативного персонала групп подстанций”: на подстанциях с постоянным дежурством персонала - один раз в сутки, без постоянного дежурства персонала – три раза в месяц. В зависимости от местных условий и состояния трансформаторов указанные сроки могут быть изменены техническим руководством предприятия.

При резком снижении температуры окружающего воздуха или при других резких изменениях погодных условий, при появлении сигналов о неисправности трансформатора необходимо осуществлять внеочередные осмотры.

Трансформаторные установки периодически (не реже одного раза в месяц) должны осматриваться специалистами соответствующих подразделений.

Результаты осмотров должны быть отражены в соответствующей документации: оперативном журнале и журнале дефектов и неполадок оборудования подстанции.

Профилактический контроль

Во время профилактического контроля предусматривается выполнение работ по проверке трансформаторного масла, профилактических испытаний трансформатора, а также выполнения регламентных работ в межремонтный период по замене изношенных частей и материалов (резиновые уплотнения, силикагель фильтров и др.).

Эксплуатация трансформаторного масла.

В процессе эксплуатации трансформаторного масла необходимо периодически контролировать состояние трансформаторного масла в баке трансформатора и баке контактора устройства РПН, в негерметичных маслонаполненных вводах.

Должен производиться хроматографический анализ газов, растворенных в масле трансформаторов, оборудованных устройствами РПН, трансформаторов напряжением 110 кВ и выше.

Периодичность отбора проб масла указана в таблице 12.1.

Отбор проб производится на работающем трансформаторе или сразу после его отключения. Для проб масла, взятых с бака контактора устройства РПН, необходимо определить пробивное напряжение и влагосодержание.

Оценку результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов следует выполнять согласно РД 34.46.303-89.

Профилактические испытания трансформатора

Профилактические испытания трансформатора необходимо проводить во время текущих и капитальных ремонтов для проверки состояния трансформатора, находящегося в эксплуатации, и одновременно качества ремонта.

При необходимости профилактические испытания допускается проводить в межремонтный период во время планового технического обслуживания с целью контроля состояния изоляции трансформатора, если есть признаки ее ухудшения, например, в результате снижения качества масла.

Испытания трансформатора также необходимо проводить после аварии, если она не сопровождалась пожаром.

Таблица 1 - Периодичность отбора проб масла

Место отбора	Периодичность отбора	
	для физико – химического анализа	для хроматографического анализа растворенных в масле газов
Бак трансформатора	Через 10 дней, один месяц, три месяца, после включения, впоследствии – один раз в три года, а также при аварийном отключении трансформатора	Через 3 дня, 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев после включения и далее – один раз в 6 месяцев, а также при аварийном отключении трансформатора и при действии газового реле “на сигнал”
Бак контактора устройства РПН	Через каждые 5000 (PHOA) 3000 (PC) или 50000 (SCV, SDV-3) но не реже одного раза в год	Не выполняется
Вводы на напряжение 110 кВ и выше	Согласно инструкции на вводы	

Для оценки состояния трансформатора необходимо применять системный подход, который учитывает результаты всех испытаний, в том числе и дополнительных перед ремонтом (например, измерение сопротивления короткого замыкания), ведомостей предыдущей эксплуатации трансформатора, данные осмотра и внутреннего ремонта.

Анализ состояния трансформатора включает:

- систематизацию и анализ режимов работы трансформатора, при этом особое внимание уделяется рассмотрению аварийных режимов, допустимых нагрузок и перегрузок;
- систематизацию и анализ отказов и неисправностей трансформаторного оборудования и составных частей (в том числе контрольно – измерительной аппаратуры);
- оценка результатов работы с текущей эксплуатации, выявление узлов, которые работают сверх нормативного ресурса;
- систематизацию и анализ результатов проверки трансформаторного масла и профилактических испытаний трансформатора с определением тенденции их изменений; при этом особое внимание следует уделять анализу растворенных в масле газов и характеристикам масла, которые свидетельствуют про уровень загрязнения и старения. Для оценки состояния изоляции трансформаторов на напряжение 110 кВ и выше необходимо применять макеты изоляции.

Программа дополнительных и внутреннего осмотра должна составляться с учетом результатов анализа состояния трансформатора, условий эксплуатации, особенностей его конструкции.

Окончательную оценку состояния трансформатора следует осуществлять по результатам всех испытаний и измерений и сравнением их с результатами предыдущих испытаний и измерений с учетом анализа данных по его эксплуатации.

По результатам оценки состояния трансформатора принимается решение про сроки проведения соответствующего ремонта.

Работы по обслуживанию масляных трансформаторов

- анализ трансформаторного масла
- долив, либо замена масла, в трансформаторы и масляные выключатели
- протяжка болтовых соединений
- испытания повышенным напряжением обмоток трансформатора
- измерение сопротивления обмоток трансформатора
- измерение коэффициента трансформации трансформаторов
- подготовка полного комплекта документации, технического отчёта по результатам измерений

другие виды работ на высоковольтной части

Работы по обслуживанию сухих трансформаторов

- визуальный осмотр изоляции обмотки и концевых адаптеров
- визуальный осмотр на повреждение выводов трансформатора
- проверка нажимных болтов обмотки
- проверка болтов стяжки магнитной системы
- контроль напряжения на входной и выходной сторонах обмотки
- контроль токов на входной и выходной сторонах обмоток
- проверка соответствия рабочих токов и напряжения техническим характеристикам трансформатора
- проверка высоковольтных ячеек по установленной схеме
- проверка трансформатора на повышенные шумы

- измерение коэффициента трансформации
- измерение сопротивления обмоток трансформатора
- измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора

При осмотре силовых трансформаторов проверяют показания термометров и мановакууметров; состояние кожухов трансформаторов; отсутствие течи масла; наличие масла в маслонаполненных вводах; соответствие уровня масла в расширителе температурной отметке; состояние изоляторов, маслоохладяющих и маслосборных устройств, ошиновки и кабелей; отсутствие нагрева контактных соединений; исправности пробивных предохранителей и сигнализации; состояние сети заземления трансформаторного помещения.

Осмотры без отключения трансформаторов производят:

1 раз в сутки — в установках с постоянным дежурным персоналом.

Не реже 1 раза в месяц — в установках без постоянного дежурного персонала.

Не реже 1 раза в 6 мес. — на трансформаторных пунктах.

Внеочередные осмотры производят при резком изменении температуры наружного воздуха и при каждом отключении трансформатора от действия токовой или дифференциальной защиты. Трансформатор выводят из работы при обнаружении:

потрескивания внутри трансформатора и сильно неравномерного шума;

ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформаторов при нормальных нагрузке и охлаждении;

выброса масла из расширителя или разрыва диафрагмы выхлопной трубы;

течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла;

при необходимости немедленной замены масла по результатам лабораторных анализов. У трансформаторов мощностью 160 кВА и более масло подвергают непрерывной регенерации, осуществляемой в термосифонных фильтрах или путем периодического присоединения абсорбера.

Находящееся в эксплуатации изоляционное масло подвергают лабораторным испытаниям в следующие сроки:

не реже 1 раза в 3 года для трансформаторов, работающих с термосифонными фильтрами (сокращенный анализ);

после капитальных ремонтов трансформаторов и аппаратов;

1 раз в год для трансформаторов, работающих без термосифонных фильтров (сокращенный анализ).

Внеочередную пробу масла для определения температуры вспышки отбирают из трансформатора при обнаружении горючего газа в газовом реле трансформатора. В трансформаторах и аппаратах изоляционное масло при понижении электрической прочности, снижении химических показателей ниже норм на эксплуатационное масло, а также при обнаружении в нем механических примесей восстанавливают или заменяют.

Допустимость смешения разных масел при доливах его в трансформаторы мощностью 1000 кВА и более, а также смешение свежего и эксплуатационного масел должны подтверждаться лабораторным испытанием на выпадение осадка и стабильность.

Температура верхних слоев масла при номинальной нагрузке трансформатора и максимальной температуре охлаждающей среды (30°C — воздуха, 25°C — воды) не должна превышать:

70°C в трансформаторах с принудительной циркуляцией масла и воды;

75°C в трансформаторах с принудительной циркуляцией масла и воздуха;

95°C в трансформаторах с естественной циркуляцией воздуха и масла или принудительной

циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла.

Допускается работа трансформаторов с дутьевым охлаждением масла с выключенным дутьем, если нагрузка меньше номинальной и температура верхних слоев масла не превышает 55°C и при минусовых температурах окружающего воздуха и температуре масла не выше 45°C, вне зависимости от нагрузки.

На главных понизительных подстанциях многих предприятий в настоящее время широко используются силовые трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Мощность каждой обмотки допускает нагрузку не более 62 % от номинальной мощности трансформатора.

Отключенный релейной защитой трансформатор разрешается включать только после его осмотра, испытаний, проверки газа из газового реле и устранения неисправностей. В случаях ложного срабатывания газовой или дифференциальной защит допускается одно повторное включение трансформатора при отсутствии видимых внешних признаков его повреждения. Если отключение трансформатора произошло в результате действия защит, которые не связаны с его повреждением, можно включать трансформатор в сеть без его проверки.

Газовая защита может срабатывать ложно по следующим причинам:

сотрясения трансформатора в результате воздействия больших токов перегрузки, проходящими по его обмоткам, а также сквозных токов короткого замыкания за трансформатором;

ненормальной вибрации при пуске и остановке вентиляторов и циркуляционных насосов у трансформаторов с принудительными системами охлаждения от возникающих перетоков и толчков масла в трубопроводах;

в результате несвоевременной доливке масла и снижения его уровня;

неправильной установки трансформатора, при котором возможен значительный выброс воздуха через газовые реле, то же может быть и при доливке масла в трансформатор.

При очистке и регенерации масла и всех работах в масляной системе, проверке газовой защиты или ее неисправности, отключающий элемент газовой защиты должен быть переведен действием на сигнал.

Ввод газовой защиты в действие на отключение после вывода ее из работы производится через одни сутки, если не было скопления воздуха в газовом реле, в противном случае включение производят через сутки после прекращения выделения воздуха. Если уровень масла в масломерном стекле повысился очень высоко и быстро, нельзя до выяснения причины открывать пробки, прочищать дыхательную трубку без размыкания цепи отключения реле.

Если газовая защита сработала с действием на сигнал, в результате накопившегося в реле воздуха, необходимо выпустить воздух из реле и перевести цепь отключения защиты на сигнал. При отключении трансформатора от газовой защиты и обнаружении при проверке в реле горючего газа — повторное отключение трансформатора запрещается.

.О характере повреждения внутри трансформатора можно предварительно судить по цвету выделяющегося в реле газа. Желтый цвет газов свидетельствует о повреждении дерева, беловато-серый — бумаги, а черный — масла.

.Для проверки горючести газов зажигают спичку и подносят ее к чуть приоткрытому верхнему крану реле. Горючесть газов свидетельствует о внутреннем повреждении трансформатора.

Анализ масла и работа газовой защиты позволяют обнаружить внутренние повреждения трансформатора, которые развиваются медленно, например, наличие прямого контакта в переключателе ответвлений, пожар в стали.

По изменению показателей трансформаторного масла можно судить о причинах нарушений работы электрических маслонаполненных аппаратов и своевременно принять меры, предотвращающие аварию.

Свежее трансформаторное масло, залитое в электроаппарат, должно иметь светло-желтый цвет. В процессе эксплуатации цвет масла темнеет под влиянием нагрева, загрязнений и образующихся при окислении смолы осадков. Свежее масло может приобрести темный цвет от загрязнения при транспортировке или в результате недостаточно хорошей очистки. Если при эксплуатации масло быстро потемнело, то это произошло по причине чрезмерного его перегрева или от образующегося в нем углерода. Цвет масла не является показателем брака и действующими инструкциями не нормируется, но служит для ориентировочной оценки качества масла при обслуживании маслонаполненных электроустановок. Загрязнение масла может происходить от попадания в него в результате растворения лаков, красок, бакелитовой и хлопчатобумажной изоляции, образования углерода от горения электрической дуги, шлака от старения масла. Появление в трансформаторном масле осадков и примесей опасно тем, что они, будучи сильно гигроскопичными, при отложениях на поверхности изоляции трансформаторов, способствуют короткому замыканию.

Если визуально определено, что масло содержит примеси в виде осадка, оно должно быть подвергнуто фильтрации или центрифугированию.

Задание к работе: Изучить информационный и презентационный материал и составить технологическую карту по техническому обслуживанию трансформаторов (по аналогии).

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Включить «Практикум электромонтера» и выполнить работу по техническому обслуживанию трансформатора.
4. Включить модуль ФЦИОР и выполнить все задания.
3. Составить технологическую карту основных работ ТО трансформаторов.
4. Составить отчет.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды работ включает в себя техническое обслуживание трансформаторов?
2. На основании каких документов устанавливаются сроки технического обслуживания трансформаторов?
3. В каких случаях проводятся внеочередные осмотры трансформаторов?

4. Где отражаются результаты осмотров технического обслуживания трансформаторов?

5. Запишите виды работ при техническом обслуживании масляных трансформаторов.

6. Запишите виды работ при техническом обслуживании сухих трансформаторов.

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Практическая работа №9

Тема: Послеремонтные испытания силовых трансформаторов.

Цель: Изучить методику проведения испытания силовых трансформаторов после ремонта.

Теория.

Отремонтированные трансформаторы проходят контрольные испытания, которые должны подтвердить высокое качество ремонта, отсутствие дефектов и соответствие характеристик трансформаторов паспортным значениям и требованиям стандартов:

1. Определение коэффициента трансформации и группы соединения обмоток;
2. Испытание трансформаторного масла;
3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току;
4. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно друг друга и бака;
5. Испытание электрической прочности изоляции обмоток;
6. Испытание витковой изоляции обмоток и т. д.

Испытание трансформаторного масла

Для определения электрической прочности трансформаторное масло испытывают на пробой с помощью маслопробойного аппарата.

Аппарат подключается к сети переменного напряжения величиной 220 В. Вторичное напряжение аппарата равно 60 кВ. С пределом регулирования от 0 до 60 кВ.

Для испытания на пробой трансформаторное масло заливают в фарфоровый сосуд, в котором смонтированы два дисковых электрода толщиной 8 мм и диаметров 25 мм. расстояние между дисками устанавливается 2,5 мм. сосуд наполняют маслом и устанавливают в маслопробойник. Маслу дают отстояться в течении 20 мин, чтобы из него вышел воздух. Далее плавно поднимают напряжение со скоростью 1 – 2 кВ в секунду до наступления пробоя.



При испытании трансформаторного масла необходимо сделать 6 пробоев с интервалом 10 минут. Первый пробой считают пробным и его результат не учитывается. За величину пробойного напряжения принимается среднеарифметическое из пяти последующих пробоев.

При неудовлетворительных результатах испытаний берется повторная проба, после чего дается окончательное заключение.

Определение коэффициента трансформации

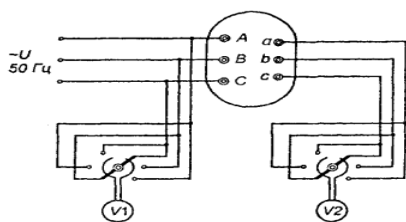


Рис.1 Схема определения коэффициента трансформации

Измерение коэффициента трансформации выполняется на всех ступенях переключателя ответвлений. Коэффициент трансформации необходимо измерять методом двух вольтметров при одновременном измерении напряжения на обмотках. Испытание производится путем подачи напряжения 380/220 В на обмотку высшего напряжения. Измеренный коэффициент трансформации не должен отличаться более чем на 2% от коэффициента трансформации того же ответвления других фаз.

Измерение сопротивления постоянному току.

Это измерение производится для выявления дефектов в цепи обмоток, вызывающих повышение их сопротивления. Это может иметь место из-за недоброкачественной пайки или неудовлетворительного состояния контактов переключателя ответвлений и соединений в местах подключения отводов обмоток к вводам; обрыва одного или нескольких параллельных проводов в обмотках, имеющих параллельные ветви. Сопротивление обмоток обычно измеряют методом моста или методом вольтметра и амперметра.

Для измерения малых сопротивлений лучше пользоваться двойным мостом, например мостами типа МО-61, МО-70, МОД-61 или Р39, Р329 и др., а при их отсутствии – методом падения напряжения, т.е. методом вольтметра и амперметра. В последнем случае класс точности приборов должен быть не ниже 0,5. Ток при измерениях, как правило, не должен превышать 20% номинального во избежание дополнительного нагрева обмотки. Иногда при кратковременных измерениях (1 мин.) допускается производить измерения при значениях тока более 20% номинального. Пределы измерения приборов выбирают такими, чтобы отсчеты производились во второй половине шкалы.

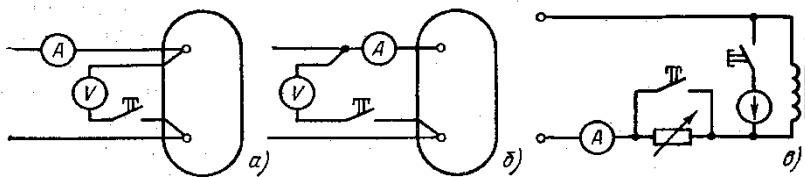
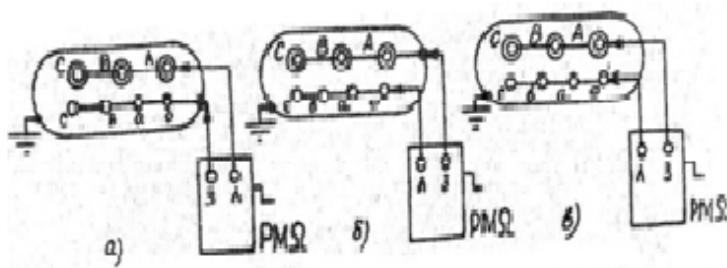


Рис.2 Схемы измерения сопротивления обмоток трансформатора постоянному току методом падения напряжения: а – малых сопротивлений; б – больших сопротивлений; в – при измерении сопротивлении обмотки, обладающей большой индуктивностью.

Измерение сопротивления изоляции обмоток

Измерение сопротивления изоляции обмоток трансформатора осуществляется мегаомметром на напряжение 2500 В с верхним пределом измерения не ниже 10000 МОм. Измерение в двухобмоточных трансформаторах производится поочередно для обмоток высокого и низкого напряжения относительно корпуса при отсоединенных и заземленных на корпус остальных обмотках и между обмотками разных напряжений.



а) между первичной обмоткой и корпусом;

б) между вторичной обмоткой и корпусом;

в) между первичной и вторичной обмоткой

Рисунок 3 – Схемы измерения сопротивления изоляции обмоток силовых двухобмоточных трансформаторов

При измерении сопротивления изоляции все доступные выводы испытываемых обмоток следует соединить между собой, а бак трансформатора надежно заземлить через специальный заземляющий болт.

Испытание электрической прочности изоляции обмоток

От специального трансформатора с регулируемым напряжением подают повышенное напряжение частотой 50 Гц на исследуемые обмотки трансформатора. Если в течение 1 минуты с момента подачи напряжения амперметр не показывает увеличения тока, а вольтметр – уменьшения напряжения, а внутри трансформатора нет потрескиваний, то напряжение снижают до нуля, и считают, что трансформатор выдержал испытание.

Испытание электрической прочности витковой изоляции обмоток

К обмотке НН при разомкнутой обмотке ВН и заземленном баке подают от генератора испытательное напряжение: 115% от номинального при магнитоприводе шпилечной конструкции и 130% - при бесшпилечной конструкции (в течение 1 мин.) Трансформатор должен быть залит маслом. При исправном трансформаторе во время испытаний не должно наблюдаться разрядов в баке и бросков тока.

Задание

Перечислите и опишите основные послеремонтные испытания трансформаторов.

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Выполненное задание.
4. Вывод

Практическая работа № 10

Тема: Способы сушки обмоток двигателей.

Цель: Изучить схемы и методику различных способов сушки изоляции обмоток электродвигателей.

Теория.

Сушке подвергаются электрические машины при увлажнении изоляции обмоток и других токоведущих частей.

Назначение сушки - удаление влаги из изоляции обмоток и повышение сопротивления до значения, при котором электрическую машину можно поставить под напряжение.

Для определения условий, обязательных при включении без сушки, электрические машины переменного тока условно разделяют на две группы:

- 1) электродвигатели до 5000 кВт с частотой вращения не более 1500 об/мин;
- 2) генераторы и синхронные компенсаторы, а также электродвигатели, не входящие в группу 1.

Основными критериями для включения машин без сушки являются:

- 1) $R_{60''}$ - одномоментное значение сопротивления изоляции обмоток (замеренное через 60 с после начала измерения), МОм;
- 2) $R_{60''}/R_{15''}$ - коэффициент абсорбции, равный отношению одномоментного значения сопротивления изоляции к 15-секундному значению при температуре измерения от 10 до 30 °С;
- 3) характеристика токов утечки при приложении выпрямленного испытательного напряжения.

Характеристика токов утечки не проводится на машинах группы 1, если $R_{60''}$ и $R_{60''}/R_{15''}$ в норме. Разрешается также не проводить его и на машинах группы 2, а также на машинах группы 1, но обязательным условием включения таких машин является соблюдение допустимых значений $R_{60''}$ и отношения $R_{60''}/R_{15''}$ при значениях $R_{60''}$ вдвое меньших нормы.

Значение $R_{60''}$ для двигателей группы 1 на номинальное напряжение до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм, а коэффициент абсорбции не менее 1,2.

Для машин группы 2 значение $R_{60''}$ должно быть не менее значений, вычисленных по формуле $R_{60''} = U_{ном} / (P_{ном} \cdot 0,01 + 1000)$, измеренных при температуре 75 °С, где $U_{ном}$ - номинальное напряжение электрической машины, В; $P_{ном}$ - номинальная мощность, кВт.

Коэффициент абсорбции для машин группы 2 должен быть не менее 1,3.

Если измеренные параметры не удовлетворяют нормам, то электрическую машину подвергают сушке.

Обмотки машин перед сушкой должны быть очищены от загрязнений и осевшей пыли, продуты сухим и чистым воздухом. Если вода продолжительное время воздействует на обмотки двигателя, то измерения и испытания, связанные с подачей напряжения, должны производиться после контрольного прогрева и подсушки путем внешнего нагрева. Осуществлять сушку пропусканием тока через обмотки допускается в том случае, если сопротивление изоляции обмоток статора машин переменного тока и обмотки якоря машин постоянного тока не менее 5 кОм, а сопротивление изоляции обмоток ротора машин переменного тока и обмоток возбуждения машин постоянного тока не менее 20 кОм.

Перед проведением сушки корпус машины должен быть обязательно заземлен. В период подготовки к сушке необходимо предусмотреть возможность выполнения измерений, поэтому необходимо вывести концы обмоток в удобное для измерений место, изолировать их, установить термометры и температурные индикаторы. В процессе сушки измеряют сопротивление изоляции,

температуру обмоток, активной стали и окружающего воздуха. Во избежание потерь теплоты машина должна быть закрыта.

В период подготовке к сушке проводят необходимые противопожарные мероприятия: место проведения сушки обеспечивают средствами пожаротушения, водоснабжения. В помещении не должны храниться горючесмазочные материалы.

В процессе сушки следует постоянно контролировать температуру обмоток и стали частей электрических машин. Максимальная температура в наиболее нагретом месте обмотки или стали при нагреве током не должна превышать 80 °С при измерении термометрами, 100 °С при измерении методом сопротивления, 90 °С при измерении встроенными и заложенными температурными индикаторами и 100 °С при измерении термометром при сушке методом внешнего нагрева.

Скорость достижения установившейся температуры не должна превышать 4...5 °С/ч. для ограничения резкого повышения температуры своевременно снижают ток или периодически отключают источник питания. До достижения установившейся температуры делается запись один раз в час, с момента достижения установившейся температуры – один раз в 2 ч.

Сушка прекращается после того, как сопротивление изоляции будет держаться при постоянной температуре практически неизменным в течение 3-5 ч. Сушка считается законченной при условиях: $R_{60''}$ и $R_{60''}/R_{15''}$ имеют установившееся значение в течение 3-5 ч и значения их не менее допустимых.

Нижний предел сопротивления изоляции установлен на отметке 0,5 МОм. При значениях ниже этого эксплуатация электродвигателя может привести к нежелательным последствиям - поломке электродвигателя. В такой ситуации производится сушка обмотки.

Способы сушки электрических машин

1. Внешний нагрев (рис. 1). Этим методом рекомендуется производить сушку всех электрических машин и обязательно сильно отсыревших. Для нагрева применяются тепловоздуховки, нагревательные сопротивления (для машин малой мощности- сушильные шкафы). Для электрических машин с замкнутой системой вентиляции нагреватели размещают в вентиляционной камере и температуру горячего воздуха, поступающего в машину, регулируют выключением нагревателей.

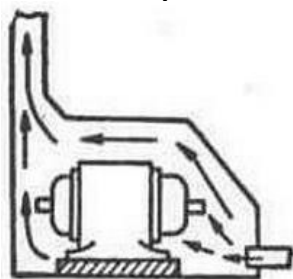


Рис. 1. Сушка внешним нагревом

Мощность (кВт) нагревательных элементов тепловоздуховки определяют по формуле:

$$P = 0,07QC(t_1 - t_2),$$

где Q — количество воздуха, прогоняемого вентилятором через камеру, м³/мин; C — теплоемкость воздуха, равная 0,273 ккал/кг; t_1 — температура окружающего воздуха, °С; t_2 — температура горячего воздуха, °С (принимается примерно равной 90 °С).

Количество воздуха прогоняемого за 1 мин через камеру, принимают равным $1,5Q_k$, где Q_k — объем камеры, м³.

При ориентировочных расчетах мощность нагревательных элементов тепловоздуховок можно принимать: для электрических машин мощностью до 500 кВт – 3,5 %; для электрических машин 500 – 1000 кВт – 1,5–3 % мощности машины.

2. Сушка инфракрасными лучами. Этот метод также рекомендуется для всех электрических машин и обязателен для сильно отсыревших. В качестве источника инфракрасных лучей применяют зеркальные лампы накаливания. Электродвигатель должен находиться от лампы на расстоянии 20–40 см. Лампы для равномерного прогрева желательно располагать в шахматном порядке с расстояниями между осями ламп 20–30 см. По мере возрастания температуры часть ламп отключается. Как правило, мощность применяемых ламп 250 или 500 Вт. Для сушки электрических машин общая мощность ламп колеблется в пределах 5–15 кВт.

3. Метод током короткого замыкания (рис. 2)

Обмотки отдельных фаз замыкают накоротко и подают к ним пониженное напряжение. Источником напряжения при этом обычно служат сварочные трансформаторы.

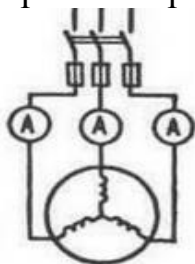


Рис. 2 Схема сушки изоляции током короткого замыкания.

Сверху электродвигатель покрывают теплоизолирующим материалом. Ток в обмотках статора доводят до 50% от номинального и поддерживают его на этом уровне 2–3 ч. В течение последующих 3 ч (с интервалами в 20–30 мин) ток доводят до 90% номинального. В первые 3–5 ч температура обмоток не должна превышать 40–50°C, после 8–10 ч сушки – 60–70°C. При этом температура выходящего воздуха не должна быть выше 50°C, а температура изоляции обмотки не должна быть выше 70°C. Через каждые 2 ч проверяют термометром температуру обмоток и измеряют мегаомметром сопротивление их изоляции.

4. Метод индукционных потерь мощности в активной стали статора с помощью специальной намагничивающей обмотки (рис. 3).

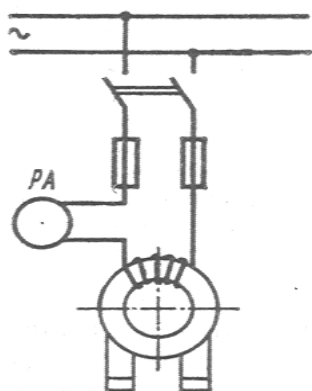


Рис. 3. Сушка индукционными потерями мощности в активной стали статора с помощью специальной намагничивающей обмотки.

Этот метод рекомендуется для электрических машин, поступивших в разобранном состоянии или прошедших разборку при ревизии. При этом методе нагревание происходит за счет создания в стали статора переменного магнитного потока путем наматывания на статор специальной намагничивающей обмотки из изолированного провода. Обмотка питается однофазным током. Сушка электродвигателя должна производиться при вынутом роторе. Намагничивающие витки изолируются от стали статора асбестом или электрокартоном. Нагрузку на провода выбирают в пределах 0,5...0,7 допустимой. Регулирование температуры производится периодическими включениями и отключениями намагничивающей обмотки или переключением числа витков. При использовании этого метода лобовые части обмотки подогревают тепловоздуховкой. Ротор машины подсушивают постоянным током.

Подводимое напряжение U_c выбирают равным 380 В или 220 В;

Провода или кабели для намагничивающей обмотки не должны иметь металлической оболочки. Нагрузку на провод принимаю равной 50...70 % допустимой.

Для быстрого подъема температуры в начале сушки индукцию рекомендуется выбирать 0,7...0,8 Тл. При установившемся тепловом режиме она может быть снижена до 0,4...0,6 Тл путем уменьшения подводимого напряжения или увеличения числа витков намагничивающей обмотки.

Этот метод непригоден для сушки машин мощностью менее 150...220 кВт, так как вследствие малого сечения активной стали, требуется очень большое количество витков.

5. Метод потерь на вихревые токи в статоре машин переменного тока или в станине электрических машин постоянного тока (рис. 4).

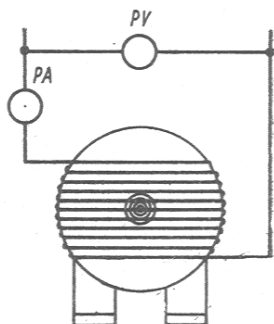


Рис.4. сушка потерями на вихревые токи в станине электрических машин с щитовыми подшипниками (малой и средней мощности).

Этот метод применяется для электрических машин малой и средней мощности с щитовыми подшипниками. Намагничивающая обмотка и изолированных проводов наматывается по наружной поверхности станины электрической машины. Вследствие создания вихревых токов станина нагревается. В качестве источников питания наиболее удобными являются сварочные трансформаторы, позволяющие регулировать ток. Возможно последовательное подключение нескольких машин.

Ток в намагничивающей обмотке (А)

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi},$$

где $\cos \varphi$ ориентировочно принимают 0,5...0,7.

Нагрузку на провод выбирают 0,5...0,7 от допустимой.

Этот способ мало пригоден для сушки крупных электрических машин, так как требует большой мощности и большого числа витков.

6. Метод индукционных потерь мощности в стали статора с использованием вала в качестве намагничивающего витка (рис. 5).

Этот метод рекомендуется для всех электрических машин, у которых изолированы подшипники или есть возможность их изолировать.

Через вал пропускается ток от сварочного трансформатора (или нескольких параллельно включенных). Вторичный ток может регулироваться реактором сварочного трансформатора, необходимые параметры трансформаторов $U = 15 \div 50$ В, ток — до 1000 А. Возможно использование силовых трансформаторов 6000/400 В при подключении к стороне высшего напряжения 400 В и получении на стороне низшего напряжения 24 В.

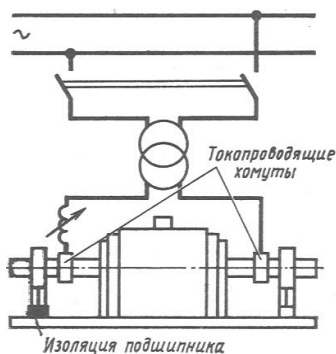


Рис. 5. Сушка индукционными потерями мощности в активной стали статора с использованием вала электрической машины в качестве намагничивающего

7. Сушка от постороннего источника постоянного (переменного) тока (рис.6). Сушка постоянным током производится при заторможенном роторе и рекомендуется для машин переменного тока, а также для обмоток возбуждения машин постоянного тока.

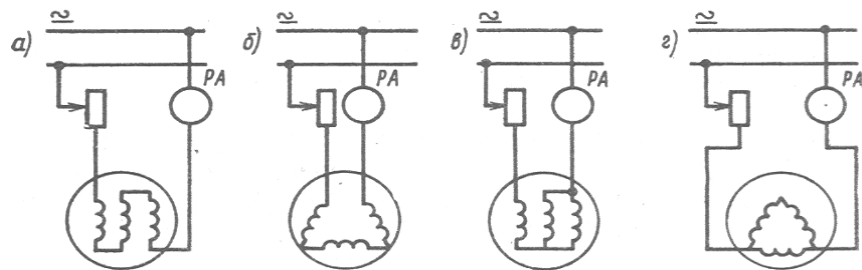


Рис. 6. Сушка потерями в меди от постороннего источника постоянного или однофазного тока

Если выведены все шесть концов обмотки, ток пропускается последовательно через обмотки всех фаз (рис. 6, а, б). Если выведены только три конца обмотки, то обмотки соединяются, как показано на рис. 6, в, г, с переключением фаз каждый час. Отключение производят постепенным снижением подводимого напряжения. Обмотка ротора высыхает и не требует дополнительной сушки.

Ток сушки поддерживается в пределах $0,4 \dots 0,7 I_{\text{ном}}$. Температуру регулируют путем изменения тока сушки с помощью изменения подводимого напряжения или реостатом. Необходимое напряжение (В) источника постоянного тока находят по формуле

$$U_c = I_c R,$$

где I_c — ток сушки, А; R — сопротивление постоянному току обмоток машин по принятой схеме сушки, Ом.

Аналогично можно производить сушку от постороннего источника однофазного тока. Этот способ рекомендуется для электрических машин переменного тока. Ротор может быть вынут и высушен отдельно. Ротор с двойной клеткой при сушке по схемам рис. 6 должен быть вынут обязательно. Сушка производится так же. Ток сушки должен составлять 50...70 % от номинального.

Помимо описанных методов сушки существует метод с помощью постороннего источника трехфазного тока в режиме короткого замыкания, метод короткого замыкания в генераторном режиме, метод «ползущей» скорости. Однако эти методы из-за их трудоемкости и сложности применяют редко и в работе не рассматриваются.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначена сушка?
2. Что такое $R_{60''}$ и $R_{60''}/R_{15''}$?
3. В каких случаях возникает необходимость сушки электрических машин?
4. При каких условиях сушку можно считать законченной?
5. Какова мощность нагревательного элемента тепловоздуховки для сушки двигателя мощностью $P_{\text{ном}} = 2,2 \text{ кВт}$.
6. Перечислите основные критерии для включения машин без сушки.
7. В чем заключаются подготовительные работы к сушке электрических машин? Составьте алгоритм подготовительных работ.
8. При каких значениях сопротивления изоляции производится сушка машин?
9. На какие две группы делят электрические машины для определения условий, обязательных при включении без сушки?

10. Каковы должны быть значения $R_{60''}$ и $R_{60''}/R_{15''}$, чтобы машины 1 и 2 группы не подвергали сушке?

Порядок выполнения работы

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Кратко описать все способы сушки и зарисовать рис. 1,2,3,4,5 и 6
3. Сделать вывод о проделанной работе.

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Выполненное задание.
4. Ответы на контрольные вопросы
4. Вывод

Практическая работа №11

Тема: Составление технологических карт по техническому обслуживанию электрических машин.

Цель: Научиться правильности составления технологической карты на техническое обслуживание электрических машин.

Материальное обеспечение: Информационный и презентационный материал, «Практикум электромонтера», рабочие тетради.

Общие теоретические положения

В процессе эксплуатации важное место занимает техническое обслуживание машин перед вводом в эксплуатацию, к процессе работы и после остановки, плановое проведение ремонта и профилактические (межремонтные) испытания. Профилактические испытания позволяют обнаружить неисправности, которые не всегда можно выявить во время осмотра, поскольку они не имеют внешних проявлений. При этих испытаниях проверяют сопротивление изоляции обмоток электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры, правильность срабатывания защиты машин напряжением до 1000 В в сетях с заземленной нейтралью и устройств защитного отключения.

Согласно ПУЭ при проверке сопротивления изоляции электрических машин мегомметры выбираются следующим образом: для измерения сопротивления изоляции обмоток машин постоянного тока и обмоток статора машин переменного тока напряжением до 1 кВ следует пользоваться мегомметром класса напряжения 1000 В, а для измерения сопротивления изоляции обмоток ротора машин переменного тока напряжением до 1 кВ — мегомметром класса напряжения 500 В. Для измерения сопротивления изоляции обмоток машин переменного тока, имеющих напряжение свыше 1 кВ, следует использовать мегомметры класса напряжения 2500 В.

Работы по техническому обслуживанию электрических машин весьма разнообразны. Типовой объем этих работ включает в себя: ежедневный контроль за выполнением правил эксплуатации электрических установок потребителей и инструкций завода-изготовителя (контроль за нагрузкой, температурой отдельных узлов электрической машины, температурой охлаждающей среды при замкнутом цикле охлаждения, наличием и состоянием смазки в подшипниках, уровнем шумов и вибраций, степенью искрения под щетками и т.д.);

ежедневный контроль за исправностью заземления; обтирку, чистку и продувку машины, выявление мелких неисправностей и их устранение, не требующее специальной остановки и проводимое во время перерывов в работе основного технологического оборудования (подтяжка контактов и креплений, замена щеток, регулирование траверс и т.п.);

проверку состояния электрических машин с использованием средств технической диагностики, проводимую в целях выявления предельной выработки ресурса ее узлов и деталей и предупреждения аварийных ситуаций;

восстановление отключившегося (в результате срабатывания защиты) оборудования; приемосдаточные испытания после монтажа, ремонта и наладки электрических машин и систем их защиты и управления;

плановые осмотры эксплуатируемых машин по утвержденному главным электриком графику с заполнением карты осмотра.

Для большинства электрических машин основным фактором, влияющим на их работоспособность, является рабочая температура отдельных частей машин (обмотки, подшипников, коллектора и контактных колец). Поэтому в процессе эксплуатации контролю за

температурой уделяется особое внимание. На практике применяются два метода контроля за нагревом: непосредственный и косвенный.

При непосредственном методе контроля электрическая машина имеет встроенные в обмотки, подшипники и магнитопровод датчики температуры с различными термопреобразователями (термометры сопротивления, терморезисторы, термопары). С помощью этих датчиков производятся измерения температуры или превышения температуры (над температурой окружающей среды) соответствующих узлов машины. Измерения могут проводиться либо дистанционно, либо непосредственно на машине при каждом ее осмотре. Соответственно температура может контролироваться либо постоянно либо периодически. Важным преимуществом непосредственного метода является возможность измерения температуры без отключения машины.

Если непосредственный метод контроля невозможен (отсутствуют встроенные датчики температуры), то применяется косвенный метод контроля за нагревом машины. При использовании этого метода следят не за самой температурой или ее превышением, а за нагрузкой машины и температурой охлаждающей среды. Обычно, если нагрузка не превышает номинальную, а температура охлаждающей среды не превышает допустимую, не следует опасаться недопустимых перегревов. Косвенный метод контроля широко используется при эксплуатации электрических машин малой и средней мощности, для поиска неисправностей электрических машин. При техническом обслуживании часто возникает необходимость определения и устранения причин неисправностей электрических машин. Признаки, причины и способы обнаружения неисправностей электрических машин приведены в табл. 1. Если после установления причины неисправность нельзя устранить при техническом обслуживании из-за сложности и необходимости применения специального оборудования, определяют, какому виду ремонта подлежит электрическая машина (текущему или капитальному). *Очистка.* Очищают корпус электрической машины от пыли, обдувая поверхность сжатым воздухом от компрессора. Давление воздуха должно быть не более 0,2 МПа (2 атм). Загрязнения удаляют сухим обтирочным материалом, а следы масла — обтирочным материалом, смоченным в уайт-спирите или бензине. Обмотки электрических машин, к которым имеется доступ, обдувают сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 атм).

Осмотр. Осматривают электрическую машину, убеждаются в отсутствии механических повреждений корпуса, подшипниковых щитов, кожухов, коробки выводов и других деталей. Проворачивая ротор или якорь вручную (если позволяет конструкция), убеждаются в отсутствии задеваний подвижных частей за неподвижные.

Проверка крепления. Ключами проверяют затяжку болтов и гаек крепления электрической машины к рабочей машине, раме или к фундаменту, а так же затяжку болтов крепления подшипниковых щитов. Ослабленные болты и гайки подтягивают.

Проверка состояния заземления. Осматривают заземляющую шину или провод и их крепление к электрической машине. Ключами проверяют степень затяжки контакта между корпусом и шиной (проводом) заземления. Контакты со следами коррозии разбирают, контактные поверхности зачищают до металлического блеска шлифовальной шкуркой или напильником с мелкой насечкой, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают. Осматривают место соединения заземляющих шины или провода с опорной конструкцией, на которой установлена электрическая машина. Если соединение выполнено сваркой, сварочный шов слегка простукивают молотком. При обнаружении трещин на месте соединения накладывают дополнительный сварной шов. У электродвигателей, расположенных на движущихся частях рабочей машины, омметром проверяют, нет ли обрыва заземляющей жилы

кабеля. У сварочных трансформаторов проверяют контакты заземления вторичной обмотки. Проверка соединения с рабочей машиной или приводным механизмом. Осмотром проверяют состояние соединительной муфты или шкива, обращая особое внимание на детали муфты. Поврежденные резиновые детали заменяют. Убеждаются в плотности посадки муфты или шкива на валу электрической машины, Для этого прикладывают палец руки к месту соединения вала со ступицей шкива или полумуфты и легко постукивают по муфте или шкиву в осевом направлении деревянным или металлическим молотком через медную наставку. Палец не должен ощущать перемещения муфты или шкива относительно вала. При соединении электрической и рабочей машин ременной передачей проверяют натяжение ремней. Ослабленные ремни подтягивают.

Измерение сопротивления изоляции обмоток. Мегомметром на 500 В измеряют сопротивление изоляции обмоток статора электродвигателей единой серии относительно корпуса. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм при температуре 293 К (20 °С). У электродвигателей, имеющих датчики температурной защиты, измеряют сопротивление изоляции цепи датчиков относительно обмотки статора и корпуса. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм при температуре 293 К (20 °С).

Сопротивление изоляции-обмоток погружных электродвигателей измеряют относительно заземленных частей электронасосной установки. Для получения сопоставимых результатов измерения проводят в практически холодном состоянии электродвигателя, т. е. не ранее 30 мин после отключения электродвигателя от сети. При измерении провод, идущий от обмотки электродвигателя, присоединяют к клемме мегомметра «Линия», а вторую клемму мегом1*еТра соединяют с заземленными частями установки (измерение на прямой полярности). Если в электродвигателе установлен датчик контроля технического состояния, дополнительно измеряют сопротивление изоляции на обратной полярности, когда провод от электродвигателя присоединяют к клемме мегомметра «Земля», а клемму с надписью «Линия» — к заземленным частям установки. Сопротивление изоляции по сравнению с данными измерений при предыдущем ТО не должно снижаться больше, чем в 2->3 раза. Снижение сопротивления изоляции свидетельствует о развитии дефектов в изоляции. Сопротивление изоляции электродвигателей, имеющих датчик контроля технического состояния, измеренное на прямой и обратной полярностях, должно быть одинаковым. Если сопротивление изоляции на обратной полярности меньше в 1,5 и более раз по сравнению с сопротивлением на прямой полярности, подшипники электродвигателя износились и требуют ремонта.

Перед измерением сопротивления изоляции обмоток синхронных и сварочных генераторов от их схем отсоединяют цепи с полупроводниковыми выпрямителями" и мегомметром на 500 В измеряют сопротивление изоляции обмоток относительно корпуса. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм при температуре 293 К (20 °С).

Проверка контактных соединений. Осматривают соединения выводных концов электрической машины с проводами, подводящими питание от электрической сети. Изоляция мест соединений, выполненных скруткой, не должна иметь механических повреждений, трещин, обугленных участков и отслоений. Изоляцию со следами обугливания или повреждений снимают и осматривают соединение. При необходимости соединение разбирают, тщательно зачищают провода и плотно скручивают. Место соединения изолируют изоляционной лентой. Если соединения выполнены на клемм-ной колодке коробки выводов, проверяют затяжку гаек или винтов. Окислившиеся, подгоревшие или имеющие следы потемнения контакты разбирают, контактные поверхности зачищают шлифовальной шкуркой или напильником с мелкой насечкой, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают ключами. Осматривают доску зажимов. При наличии сколов, трещин и обугливания поверхности доску заменяют. Следы

перекрытия дугой зачищают шлифовальной шкуркой, обезжиривают уайт-спиритом или ацетоном и покрывают бакелитовым лаком или клеем БФ-2.

Проверка щеточного механизма. Снимают защитный кожух и продувают щеточный механизм сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа (2 атм). Очищают щеточный механизм сухим обтирочным материалом, а затем осматривают. Вынимают щетки из щеткодержателей и внимательно осматривают. Щетки должны иметь блестящую рабочую поверхность без сколов и трещин. Измеряют высоту щеток. Поврежденные или изношенные щетки заменяют новыми.

Новую щетку притирают к контактному кольцу или коллектору, вставив щетку в щеткодержатель и положив на поверхность контактного кольца или коллектора мелкозернистую стеклянную шкурку рабочей поверхностью к щетке. Щетку прижимают курком или пружиной и, протягивая стеклянную бумагу под щеткой, притирают щетку к поверхности кольца. Притирка считается законченной, если рабочая поверхность щетки полностью прилегает к поверхности кольца. После притирки щетки образовавшуюся пыль удаляют продуванием сжатым воздухом. . Проверяют соединения проводов щеточного механизма с выводами обмоток. Контакты со следами перегрева или подгорания разбирают, зачищают до металлического блеска, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают. Осматривают пружины щеткодержателей. Поврежденные пружины заменяют новыми,

Проверка контактных колец и коллектора. Осмотром проверяют техническое состояние контактных колец электродвигателей с фазным ротором, разрезного кольца, механического выпрямителя синхронных генераторов "ЕС, контактных колец синхронных генераторов ЕСС5, ЕСС, ПСГС, ДГС, СГ. Особое внимание уделяют осмотру коллекторов сварочных генераторов и преобразователей, а также коллектору возбуждателя синхронного генератора типа СГ. Большой информативностью обладает политура, покрывающая поверхность коллекторных пластин. Политура нормально работающего коллектора должна иметь одинаковый цвет по всему коллектору. Светлые пятна с точками (углублениями) свидетельствуют о перегрузке коллектора током, а -чередующиеся светлые и темные полосы — о неравномерности распределения токовой нагрузки между параллельно включенными щетками, т. е. о неисправности щеточного узла. Потемнение петушков коллекторных пластин свидетельствует о нарушении пайки между коллекторными пластинами и выводами обмотки якоря.

На поверхности контактных колец и коллектора не должно быть следов нагара и шероховатостей. При загрязнении контактные кольца и коллектор протирают обтирочным материалом, смоченным в уайт-спирите или бензине. При выступании между пластинами коллектора изоляционных прокладок или их залегании на глубину менее 0,2 мм электродвигатель или генератор подлежат текущему ремонту. Шероховатости и следы нагара удаляют шлифованием стеклянной-шлифовальной шкуркой, натянутой на деревянную колодку с вогнутой поверхностью. Электродвигатели и генераторы, имеющие на контактных кольцах оплавления и раковины, также подлежат ремонту.

Измерение потребляемого тока электродвигателя. По амперметру, установленному в станции управления, или с помощью токоизмерительных клещей измеряют ток, потребляемый погружным электродвигателем при нормальном напряжении, в сети. Увеличение тока по сравнению с измеренным при вводе электродвигателя в эксплуатацию (после истечения срока приработки) не должно превышать 20—25 %, Увеличение тока более указанного свидетельствует о необходимости подъема на поверхность и ремонта электронасоса. При измерении тока убеждаются в отсутствии периодических колебаний стрелки амперметра. Периодические колебания указывают на наличие обрывов стержней короткозамкнутой обмотки ротора.

Проверка полупроводниковых выпрямителей. Осматривают Кремниевые или селеновые выпрямители. Удаляют пыль с их поверхности обдуванием сжатым воздухом От компрессора и протирают сухим обтирочным материалом. Пошатыванием рукой проверяют крепление выпрямителей. Ослабленные крепления подтягивают.

Проверка проводов. Осматривают провода, подводящие питание к электрической машине, а, также сварочные кабели. Поврежденные участки изоляции проводов изолируют изоляционной лентой.

Дополнение смазки в подшипниках. При необходимости у электрических машин, имеющих пресс-масленки для смазки подшипников, 3—4 качками штокового шприца дополняют смазку в подшипниковых камерах. Перед дополнением смазки рессмасленку тщательно вытирают сухим обтирочным материалом, удалив пыль и загрязнения. Обычно подшипниковые камеры дополняют смазкой ЦИАТИМ-203.

Проверка работы. Проворачивая вал электрической машины рукой или с помощью рычага, убеждаются в отсутствии задевания вращающихся деталей за неподвижные и в легкости вращения ротора или якоря в Подшипниках. Если ротор проворачивается туго, вначале проверяют механизм рабочей машины, приводом которой является электродвигатель, а затем — электродвигатель. Устраняют причину. Включают электродвигатель в сеть без нагрузки рабочей машины или механизма. Издаваемый электродвигателем шум должен быть не сильным и монотонным. При работе электродвигателя не должно наблюдаться стуков и вибрации. Нагружая рабочую машину, убеждаются в нормальной' работе электродвигателя под нагрузкой.

Включают приводной двигатель и' проверяют работу синхронного генератора," сварочного генератора и сварочного преобразователя на холостом ходу при номинальных оборотах. При работе генератора и преобразователя не должны слышаться посторонние шумы и стуки.

Задание к работе: Изучить информационный и презентационный материал и составить технологическую карту технического обслуживания электрических машин по аналогии.

№ п-п	Вид работ	Срок проведения	Инструменты и приспособления

Порядок выполнения работы:

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Изучить информационный и презентационный материал.
3. Включить «Практикум электромонтера» и выполнить все задания.
4. Составить технологическую карту основных работ ТО электрических машин.
5. Составить отчет.

Вопросы для самоконтроля

1. В каких дополнительных случаях проводится техническое обслуживание электрических машин?
2. Что позволяют выявить профилактические испытания электрических машин?

3. В зависимости от чего выбирают тип мегомметра для измерения сопротивления изоляции обмоток электрических машин?

4. Перечислите виды работ, входящие в ежедневное обслуживание электрических машин.

5. На что влияет перегрев электрических машин и какие приборы используют для измерения температуры?

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Выполненная технологическая карта.
5. Ответы на вопросы.

Практическая работа № 12

Тема: Заполнение образцов рабочей документации при выполнении работ по техническому обслуживанию электрооборудования

Цель: Изучить рабочую документацию при выполнении работ по техническому обслуживанию электрооборудования и научить правильности ее заполнения.

Основные теоретические положения.

Одним из элементов, характеризующих организацию электрохозяйства промышленного предприятия, является система технического обслуживания и ремонта электрооборудования. ТООР представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества электрооборудования, охваченного этой системой.

В эту систему входят:

1. техническое обслуживание;
2. текущие, средние и капитальные ремонты;
3. модернизация.

Система ТООР предусматривает:

- классификацию электрооборудования;
 - определение видов ремонтных работ и технического обслуживания и их содержание;
 - установление структуры ремонтного цикла и длительности межремонтных периодов для каждого электрооборудования;
 - регламентированное выполнение работ по техническому обслуживанию с применением средств технической диагностики;
 - организационную структуру электроремонтной службы;
 - организацию ремонтной базы, оснащение ее необходимым электрооборудованием, оснасткой и укомплектовкой квалифицированными кадрами;
 - обеспечение материалами, запасными частями к электрооборудованию и организацию их хранения;
- контроль за выполнением всех правил и норм по техническому обслуживанию и ремонту, строгий учет и отчетность

Техническое обслуживание – комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности электрооборудования при использовании по назначению.

В свою очередь техническое обслуживание включает:

текущее межремонтное обслуживание, которое заключается в повседневном наблюдении за состоянием оборудования и соблюдении правил его эксплуатации, своевременном регулировании механизмов и устранении возникающих мелких неисправностей. Эти работы выполняются основными рабочими и ремонтным персоналом (слесарями, смазчиками, электриками) без простоя оборудования.

периодические профилактические ремонтные операции. Регламентированы, выполняются ремонтным персоналом по заранее разработанному графику без простоя оборудования. К числу таких операций относятся осмотры, проводимые для выявления дефектов, промывка и смена масла, проверка точности и т.д.

Техническое обслуживание и ремонт могут проводиться и по результатам технического диагностирования при функционировании у Потребителя системы технического диагностирования - совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и

исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным соответствующей документацией.

К такой документации относятся: отраслевой стандарт (далее - ОСТ), ведомственный руководящий документ (далее - ВРД), регламент, стандарт предприятия (далее - СТП) и другие документы, принятые в данной отрасли или у данного Потребителя.

В данном документе, составленном в соответствии с действующими правилами органов государственного надзора и государственными стандартами, описывается весь порядок проведения технического диагностирования и поставки технического диагноза. Документ составляется отдельно по видам электроустановок. Для электрооборудования рекомендуемый примерный порядок технического диагностирования электроустановок Потребителей представлен в Приложении 2.

(наименование АО МН, РНУ)

(наименование НПС)

ЛИСТОК ОСМОТРА (ПРОВЕРКИ)

(наименование электроустановки)

Вид осмотра (проверки)

Дата осмотра (проверки)

Номер опоры, пролета, наименование ТП, на которых обнаружены дефекты	Наименование выявленного дефекта	Мероприятия, срок устранения дефекта
---	--	--

Осмотр (проверку)
произвел:

Должность

Подпись

Дата

Листок осмотра (проверки) принял:

Должность _____

Подпись _____

Дата _____

Периодичность технического обслуживания и ремонта электрооборудования. Система ППРЭ устанавливает периодичность технического обслуживания и ремонтов основного электрооборудования в зависимости от характера среды, в которой оно работает. Например, для асинхронных электродвигателей при двухсменной работе периодичность технического обслуживания для пяти охарактеризованных выше категорий сред составляет соответственно 45, 30, 15, 15 и 10 дней, периодичность текущих ремонтов — 12, 6, 6, 6 и 6 месяцев и капитальных ремонтов — 6, 5, 5, 5 и 4 года. При этом одновременно с техническим обслуживанием и текущим ремонтом электродвигателей проводят техническое обслуживание и ремонт их аппаратуры управления и защиты. Периодичность технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов генераторов передвижных электростанций, работающих в помещениях, составляет

соответственно 15 дней, 12 месяцев и 5 лет, а работающих на открытом воздухе или под навесом — 7 дней, 6 месяцев и 4 года. Периодичность ремонтных работ сварочных трансформаторов составляет 15 дней, 12 месяцев и 3 года при их работе в помещениях и 7 дней, 6 месяцев и 2 года при работе на открытом воздухе.

Генераторы зарядных станций (многоамперные низковольтные постоянного тока), работающие в помещении, имеют периодичность ремонтных работ 15 дней, 4 месяца и 3 года. Техническое обслуживание электропроводок в чистых помещениях с нормальной средой проводят один раз в 6 месяцев, а в сырых, пыльных и пожароопасных помещениях — один раз в 3 месяца. Один раз в 3 месяца проводят техническое обслуживание надземной части заземляющих устройств.

При односменной работе электрооборудования система ППРЭСх рекомендует приведенные данные по периодичности технического обслуживания и ремонтов умножать на коэффициент 1,4, а при трех сменах — на 0,6. Рекомендуется очищать и продувать электрооборудование, работающее в тяжелых условиях, без его разборки через 10...20 рабочих смен, а работу с подшипниками совмещать с техническим обслуживанием или плановыми ремонтами. При эксплуатации нового электрооборудования сельскохозяйственного назначения рекомендуется руководствоваться инструкциями заводов-изготовителей. С учетом изложенного в каждом хозяйстве составляют графики проведения технического обслуживания и текущих ремонтов электрооборудования и электроустановок. Графики капитальных ремонтов электрооборудования, как правило, не составляют.

Для укрупненных расчетов, связанных с планированием и учетом работ по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования системой ППРЭСх, введено понятие «Условная единица ремонта».

Под условной единицей понимается трудоемкость технического обслуживания и ремонта электродвигателя закрытого исполнения с короткозамкнутым ротором условной мощностью 5 кВт, напряжением 380/220 В, частотой вращения 1500 об/мин.

При нормальной доступности элементов электрооборудования и средней обеспеченности техническими средствами трудоемкость (чел.-ч) одной единицы ремонта по видам ремонтных работ такова:

техническое обслуживание	0,5
смазка	0,25
текущий ремонт	4,8
капитальный ремонт	12,5

В зависимости от условий ремонта можно изменять нормативы трудоемкости до $\pm 15\%$ без изменения общих годовых затрат на соответствующий вид ремонтных работ. В системе ППРЭСх приведены нормативы затрат труда на проведение различных видов ремонтных работ электрооборудования разного типа в зависимости от его мощности и других параметров. Однако в системе ППРЭСх отсутствует зависимость трудоемкости технического обслуживания электрооборудования от условий среды, в которой оно эксплуатируется (температура, влажность, загазованность и т. п.), а также места расположения электрооборудования (на полу, стене, потолке и т. п.), то есть степени его доступности. Поэтому сельские инженеры-энергетики должны уточнять нормативы трудоемкости работ по техническому обслуживанию в зависимости от местных конкретных условий.

Для правильной организации работ в хозяйстве составляют графики технического обслуживания и текущих ремонтов. Особого внимания требует составление первых графиков, так как необходимо предусмотреть занятость всего рабочего дня электромонтеров, максимально

избегать переходов электромонтеров между объектами, предусмотреть обеспечение их необходимым инструментом, материалами, приборами. Как показал опыт передовых хозяйств, оправдывают себя специализированные звенья по техническому обслуживанию, обеспеченные автотранспортом.

Годовой график текущего ремонта электрооборудования составляют по следующей форме.

Электрооборудование	Место установки	Месяц											
		январь				февраль				март			
		1	2	...	31	1	2	...	29	1	2	...	31

Графики технического обслуживания электрооборудования составляют обычно на месяц или квартал. Квартальный график технического обслуживания электрооборудования составляют по следующей форме.

Электрооборудование и место установки	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Категории сложности технического обслуживания действующих электроустановок

Категория 1

Наружный визуальный осмотр без разборки

проверка соответствия условиям эксплуатации и нагрузки

удаление пыли и протирка оборудования

проверка прочности крепления и затяжка крепежных деталей

контроль отсутствия перегрева

Устранение видимых повреждений без разборки

принятие необходимых мер, вплоть до отключения при аварийных ситуациях

Категория 2

Все работы по 1 категории

Визуальный осмотр с частичной разборкой оборудования

Частичная разборка оборудования

Частичная замена креплений

Очистка контактных деталей

замена расходных материалов (стартеры, лампы и т.д.)

окраска

проверка исправности заземления

контрольные замеры параметров сети

выявление дефектных деталей и узлов, их ремонт или замена

Категория 3

Все работы по 2 категории

Снятие и полная разборка деталей

Промывка контактных деталей

Замена поврежденных участков сети

Защита от механических повреждений

отбраковка и ремонт вышедших из строя деталей и узлов
сборка, наладка и испытания оборудования

Категория 4

Все работы по 3 категории

Демонтаж и полная ревизия оборудования

Полный ремонт и монтаж электроустановок в рамках отведенного времени

Некоторые работы входящие в нормы по техническому обслуживанию внутренних сетей электроснабжения категории 2:

- осмотр изоляции электросетей, состояния паяк, состояние экранирующих оболочек и защитных покрытий с принятием необходимых мер
- устранение провеса сетей и повреждений изоляции
- перепайка наконечников
- измерение сопротивления изоляции
- наружный и внутренний осмотр светильников с ликвидацией неисправностей и заменой перегоревших ламп
- проверка распределительных шкафов, затяжка деталей, выявление дефектных деталей и узлов с их ремонтом или заменой
- планово-предупредительный ремонт электроустановок

Задание на работу: Заполнить листок осмотра электрооборудования (по заданию преподавателя) и составить график технического обслуживания.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить инструкцию к практической работе.
2. Заполнить листок осмотра электрооборудования.

(наименование АО МН, РНУ)

(наименование НПС)

ЛИСТОК ОСМОТРА (ПРОВЕРКИ)

(наименование электроустановки)

Вид осмотра (проверки)

Дата осмотра (проверки)

Номер опоры, пролета,
наименование ТП, на
которых обнаружены
дефекты

Наименование
выявленного
дефекта

Осмотр (проверку)
произвел:

Должность

Подпись

Дата

Листок осмотра (проверки) принял:

Должность _____

Подпись _____

Дата _____

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое техническое обслуживание электрооборудования?
2. Какие виды работ предусматривает система технического обслуживания электрооборудования?
3. Какие сроки предусматривает техническое обслуживание электрооборудования?
4. Какие документы заполняются при техническом обслуживании электрооборудования?

Содержание отчета:

1. Тема.
2. Цель.
3. Материальное обеспечение.
4. Заполненный листок технического обслуживания
5. Ответы на вопросы

Литература

1. Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования – М.: Академия, 2015 – 304 с.
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий - М.: Академия, 2016 – 432 с.
3. Зюзин А. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. – М.: Академия, 2015 – 401 с.
4. Электрические сети. Монтаж воздушных линий. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://leg.co.ua/info/vl/montazh-vozdushnyh-linij-elektroperedachi.html>
5. Энергетика. Составление технологических карт. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://forca.ru/instrukcii-po-ekspluatacii/raznoe/instrukciya-po-obslyzhivaniyu-i-remontu-setey-osvescheniya-3.html>