

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»



**ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**Методические указания по выполнению домашней контрольной
работы для учащихся заочной формы получения образования**

2-43 01 01 Электрические станции

Разработал преподаватель

О.П.Курилюк

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной комиссии специальных
электротехнических дисциплин

Протокол № 9 от «22» мая 2021 г.

Председатель цикловой комиссии

Н.Н.Ядловский

Согласовано
Методист колледжа

О.В.Какорина
ФИО

Заведующий заочным отделением

подпись

А.А.Куцов
ФИО

Минск 2021

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Краткое содержание программы	6
3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы	30
4. Задания для домашней контрольной работы	32
5. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы	40
6. Литература	41
Приложение 1 Примеры решения задач	
Приложение 2 Вспомогательный материал	

1 Пояснительная записка

Учебная программа по учебной дисциплине «Организация и технология ремонта электрооборудования электрических станций» предусматривает приобретение знаний об организации ремонтных работ на электростанциях и технологии работ по ремонту электрооборудования электрических станций и силовых кабельных линий.

Цели изучения учебной дисциплины:

обучающая:

– формирование знаний о порядке проведения ремонтов различных видов электрооборудования электростанций, подстанций и распределительных устройств; о порядке проведения испытаний и измерений, необходимых при проведении ремонта оборудования;

– формирование навыков и умений по составлению и заполнению ремонтной технической и эксплуатационной документации;

воспитательная:

– формирование стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;

– формирование убеждений социальной значимости своей будущей профессии;

развивающая:

– способствовать развитию умения выделять главное, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;

– способствовать профессиональному и личностному развитию (самостоятельно работать, осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач).

Дисциплина «Организация и технология ремонта электрооборудования электрических станций» изучается в тесной связи с такими дисциплинами, как «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электротехнические материалы», «Электрические измерения». Отдельные

темы предмета базируются на знаниях, полученных учащимися при изучении дисциплин «Электрооборудование электростанций», «Охрана труда», «Экономика организации».

При изучении программного материала следует руководствоваться директивными материалами, касающимися развития энергетики, а также учитывать последние достижения науки и техники.

Изучение дисциплины должно способствовать развитию творческого мышления, интереса к познавательной деятельности, выработки навыков самостоятельной работы с технической и справочной литературой, стандартами и другой нормативной технической документацией.

При изложении дисциплины необходимо использовать технические средства обучения и наглядные пособия, знакомить учащихся со справочной литературой.

Программой данной дисциплины предусматривается выполнение лабораторных работ и курсовой работы. Программой также предусматривается две обязательные контрольные работы. Тематика контрольных работ определяется преподавателем.

Программой определены цели изучения каждой темы, прогнозируются результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения содержания учебного материала.

Учащиеся должны знать:

на уровне представления:

- иметь понятие о назначении дисциплины и ее взаимосвязи с другими дисциплинами;
- иметь понятие об основных видах ремонтов, периодичности их проведения, графиках ремонтов;
- о механизмах, приспособлениях и инструментах, применяемых при ремонте;
- об основных принципах и методах оценки состояния электрооборудования, методах испытаний и диагностирования оборудования.

на уровне понимания:

- знать и называть основную ремонтную документацию, назначение различных материалов, применяемых при ремонте оборудования;
- назначение различных средств механизации и устройств для обработки трансформаторного масла;
- основные повреждения и их причины для различного типа оборудования (генераторов, электродвигателей, трансформаторов, электрооборудования распределительных устройств);
- основные испытания и измерения, проводимые на ремонтируемом оборудовании;
- основные повреждения и способы их устранения на кабельных линиях.

на уровне применения:

- составлять такелажные схемы и выбирать грузоподъемные приспособления;
- составлять технологические карты на ремонт электродвигателей;
- составлять перечни работ на ремонт генераторов, трансформаторов, указывать последовательность выполнения работ;
- выполнять послеремонтные проверки и испытания оборудования;
- выполнять регулировку и снимать характеристики ремонтируемого оборудования.

2 Краткое содержание программы

Введение

Значение предмета, его связь с другими изучаемыми предметами. Основные направления технического прогресса в области организации и технологии ремонта электрооборудования электростанций.

В настоящее время в энергетике Республики Беларусь имеется много различного электрооборудования. Среди этого электрооборудования есть довольно много старого оборудования, но тем не менее обновление оборудования происходит ежегодно. Вводятся в работу новые электростанции, которые оснащены новейшим электрооборудованием. Но старые электростанции еще будут работать долгое время.

Одним из основных требований слаженной работы энергопредприятий является бесперебойность. Одним из слагаемых обеспечения бесперебойной работы, а также поддержанию на высоком техническом уровне и значительном продлении его работоспособности является своевременный и качественный ремонт электрооборудования. Особенно это касается старого оборудования, ремонт которого сложен и требует долгого времени. Производство современного электрооборудования ведется по принципу уменьшения количества ремонтов и времени на ремонт или даже полного их отсутствия. В то же время технологии ремонта электрооборудования совершенствуются, при этом устаревшее электрооборудование модернизируется.

Специализированные ремонтные производственные подразделения или предприятия часто совмещают ремонт электрооборудования с его реконструкцией, улучшая технические параметры машин и аппаратов, совершенствуя их конструкцию с целью повышения надежности, мощности и работоспособности в соответствии с требованиями производства.

При постоянном росте объемов и сложности ремонтируемого оборудования на предприятиях необходимо совершенствовать технологию ремонтов, сокращать сроки и стоимость этих работ.

Вопросы для самопроверки

1. Какое значение имеет ремонт электрооборудования в едином процессе производства, распределения и потребления электрической энергии?
2. На знаниях каких предметов базируется изучение организации и технологии ремонта электрооборудования электростанций и почему?
3. Для чего необходим ремонт электрооборудования и что можно сказать о перспективах ремонта нового оборудования?
4. Какие новые технологии появляются в области ремонта электрооборудования электростанций и подстанций?

Раздел 1. Организация ремонта электрооборудования электростанций

Виды ремонтов. Ремонтные циклы. Системы планово-предупредительных ремонтов электрооборудования.

Перспективные планы модернизации и реконструкции основного оборудования.

Годовые планы и месячные графики капитальных и текущих ремонтов.

Определение объемов работ при капитальном ремонте. Подготовительные мероприятия.

Документация по ремонту. Типовые технологические карты на ремонт электрооборудования. Проекты производства работ.

Области применения полупроводниковых, конструкционных, электроизоляционных и других материалов при ремонте. Типовые производственные нормы расхода материалов, изделий, полуфабрикатов на строительные работы. Монтажные и ремонтно-строительные работы. Организация складского и инструментального хозяйства на электростанции.

Централизованная, децентрализованная и смешанная система организации ремонта электрооборудования электростанций.

Производственная структура специализированных ремонтных цехов и предприятий.

Мастерские для ремонта узлов и деталей оборудования и ремонтные площадки в производственных помещениях электростанций.

Методические указания

С течением времени в процессе эксплуатации электрооборудование изнашивается (изоляция, токоведущие части обмотки, подшипники электрических машин, отдельные механические детали электрооборудования и т.д.) и устаревает. Все эти причины вызывают необходимость производства ремонта электрооборудования.

Для поддержания электрического оборудования в требуемом техническом состоянии и восстановлении его работоспособности планомерно проводят технические и организационные мероприятия профилактического характера – система планово-принудительных ремонтов (ППР).

Системой ППР в зависимости от режимов работы электрооборудования и условий его эксплуатации устанавливается чередование, периодичность и объемы технического обслуживания и ремонтов электрооборудования, при этом учитывается бесперебойная работа энергопредприятия и энергосистемы в целом, а также безопасное производство работ. ППР включает межремонтное обслуживание, текущий, средний и капитальный ремонт.

Электрические станции и предприятия энергетических сетей (ПЭС), участвующие в едином процессе производства и передачи электроэнергии, не могут по своему желанию планировать и выводить в ремонт основное оборудование.

Периодичность ППР для каждого вида оборудования устанавливается правилами технической эксплуатации (ПТЭ).

Однако энергосистемам разрешается изменять периодичность ремонта в зависимости от состояния оборудования. Поэтому ремонты основного оборудования планируются в целом по энергосистеме. Планирование заключается в составлении перспективных, годовых и ежемесячных планов ремонта. Перспективные планы, предусматривающие объемы ремонтных работ, их

продолжительность и трудозатраты, составляются сроком на 5 лет объединенным диспетчерским управлением (ОДУ).

На их основе разрабатываются годовые планы ремонта, которые согласовываются с оду и привлекаемыми к ремонту объединенным диспетчерским управлением подрядными организациями. После утверждения годовых планов ремонта приступает к составлению графиков ремонта и проведению подготовительных мероприятий.

До вывода в ремонт заготавливают необходимые материалы и запасные части; проверяют и приводят в исправное состояние инструмент, приспособления и средства механизации, укомплектовываются ремонтные бригады. Производится документально-техническое оформление предстоящего ремонта: составляются ведомости объема работ, разрабатываются технологические графики и проект производства работ. При ремонте современного мощного энергетического оборудования используются сетевые графики.

Проверяется общее состояние отремонтированного оборудования, техническая документация по ремонту. В заключение комиссия заполняет приемосдаточный акт и дает разрешение на опробование оборудования в течение 24 ч. Окончательная оценка дается после 30 дней работы оборудования под нагрузкой.

Вопросы для самопроверки

1. Для каких целей создана система планово-предупредительных ремонтов электрооборудования?
2. Каким образом планируются капитальные, текущие ремонты?
3. Что делается при модернизации и реконструкции основного оборудования?
4. Цель, объем и характер работ при текущем, капитальном ремонте.
5. Какая документация оформляется в ходе ремонта, используется при ремонте и по его окончанию?
6. Применение проводниковых, конструкционных, электроизоляционных материалов при ремонте?

7. Формы организации ремонта оборудования.
8. Какая система организации ремонтов находит наибольшее применение на сегодняшний день?
9. Каким образом проводятся приемка электрооборудования из ремонта?
10. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасное проведения работ.

Раздел 2. Механизмы, приспособления и инструменты для производства ремонтных работ

Тема 2.1. Механизмы и приспособления для подъемно-транспортных и такелажных работ

Классификация средств механизации. Характеристики и применение канатов, грузозахватных приспособлений, блоков, полиспастов, лебедок, талей и домкратов. Стропы, их выбор, расчет, маркировка. Выбор полиспаста для вертикального подъема грузов и их перемещения по горизонтальной плоскости. Грузоподъемные краны, телескопические вышки, гидropодъемники, их типы и краткая характеристика. Прочие механизмы и приспособления для подъемно-транспортных и такелажных работ. Меры безопасности при работе с указанными механизмами и приспособлениями.

Методические указания

Механизация работ является одним из важнейших факторов технического прогресса в электромонтажном производстве.

Механизацией работ называется замена ручного труда трудом механизмов, аппаратов и машин и применение при выполнении работ механизированных приспособлений и инструментов, сокращающих и облегчающих ручной труд и обеспечивающих повышение производительности труда. Механизмы, машины, аппараты, приспособления и инструменты, применяемые при выполнении ремонтных работ, называются средствами механизации.

Все средства механизации можно разделить на три группы: механизированный инструмент, средства малой механизации и средства крупной механизации.

Транспортирование электрооборудования при ремонте состоит из его погрузки, выгрузки, подъема, спуска и горизонтального перемещения. Такие работы называются такелажными.

При выполнении такелажных работ применяют различные приспособления, к которым предъявляют определенные требования в целях обеспечения безопасности их применения. В частности, наиболее распространенным приспособлением являются канаты, которые в зависимости от применения подразделяются на стальные (тросы), пеньковые и хлопчатобумажные.

Выбор канатов для грузоподъемных механизмов и грузозахватывающих устройств производится по формуле:

$$K = \frac{P}{S} \quad (2.1)$$

где k - коэффициент запаса прочности, который должен соответствовать нормам, приведенным в [приложении 12, таблица 1], P - действительное разрывное усилие каната, н; S - наибольшее натяжение ветви каната под действием груза, Н.

Стропы - это грузозахватные приспособления, служащие для крепления груза к крюку подъемного механизма. Они обычно изготавливаются из каната в виде одной или нескольких ветвей, концы которых сращивают или снабжают коушами, крючьями или скобами.

Выбор типоразмера стропа производится в зависимости от массы, конфигурации и мест сварки оборудования и грузов. Усилие, приходящееся на одну ветвь стропа, определяется по формуле:

$$S = \frac{9,8 \cdot m \cdot Q}{n} \quad (2.2)$$

где S - усилие, приходящееся на одну ветвь стропа, Н; Q - масса поднимаемого груза, кг; n - количество ветвей стропа; $m = \frac{1}{\cos \alpha}$ - коэффициент, учитыва-

ющий угол между вертикально опущенной осью и ветвью стропа, значение m в зависимости от α приведены в приложении 1.

Стропы должны выбираться такой длины, чтобы угол между ветвями стропа не превысил 45° .

Блоки применяются при выполнении такелажных работ для изменения направления тяговых канатов (отводные блоки) или в составе полиспастов.

Полиспаст служит для подъема или горизонтального перемещения груза, когда необходимое для подъема или перемещения тяговое усилие превышает грузоподъемность тягового механизма.

К грузоподъемным механизмам, широко используемым при ремонтах электрооборудования относят лебедки, тали, домкраты, грузоподъемные краны, телескопические вышки и гидравлические подъемники.

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы разделяются средства механизации? Привести примеры оборудования, входящего в группы.

2. Применение грузозахватных приспособлений при выполнении электромонтажных и ремонтных работ.

3. Каким образом производится выбор стропов для грузоподъемных работ?

4. Для каких целей применяются полиспасты при ремонтных работах и как они выбираются?

5. Применение грузоподъемных механизмов при выполнении электромонтажных и ремонтных работ.

6. Какие меры безопасности предусматриваются при работе с грузозахватными приспособлениями и механизмами?

Тема 2.2. Установки для обработки трансформаторного масла

Маслоочистительные установки для очистки масла центрифугированием. Фильтр-прессы для очистки масла фильтрованием.

Цеолитовые установки. Восстановление цеолитов.

Установки для дегазации, азотирования масла и др. Вакуумные насосы для обработки масла.

Меры безопасности при работе с установками для обработки трансформаторного масла.

Методические указания

Трансформаторным (изоляционным) маслом заполняются баки силовых трансформаторов и реакторов, масляных выключателей, измерительные трансформаторы и вводы. К трансформаторному маслу предъявляются различные требования по пробивной прочности, тангенсу угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) и химическим свойствам в зависимости от напряжения и назначения аппаратов.

В процессе эксплуатации свойства трансформаторного масла изменяются под влиянием повышенной температуры, кислорода воздуха, электрического поля и материалов твердой изоляции (масла “стареют”).

Если масло не удовлетворяет определенным требованиям для данного аппарата, то масло может быть подвержено очистке, сушке, регенерированию и азотированию.

Для приведения масла в соответствии с необходимыми требованиями, оно до заливки в аппараты, в процессе заливки и после заливки подвергается специальной обработке как при помощи целого ряда отдельных машин, аппаратов, механизмов и приборов, так и при помощи специальных комплексных установок. К первой группе относятся вакуум-насосы, маслонасосы, фильтры, маслопробойники, вакуумметры, абсорбциометры и др. К комплексным установкам для обработки масла относятся маслоочистительные установки, цеолитовые установки для сушки и очистки масла, установки для дегазации и азотирования трансформаторного масла.

Вопросы для самопроверки

1. Для каких целей применяются трансформаторное масло в электротехническом оборудовании.

2. Какие характеристики масла рассматриваются при заливке в электрические аппараты?

3. Под воздействием каких факторов трансформаторное масло стареет и какие его характеристики при этом ухудшаются?

4. Какие установки применяются для восстановления свойств масла?

5. Принцип действия маслоочистительных установок типа псм и их недостатки.

6. Каким преимуществом обладают цеолитовые установки?

7. Для каких целей производится вакуумирование, дегазация и азотирование масла?

8. На каком принципе работают установки для дегазации и азотирования масла?

Тема 2.3. Механизмы, приспособления и инструменты общего назначения

Типы и характеристики передвижных компрессорных установок, тепловоздуходувок, шиногибов, трубогибов.

Оборудование и приспособления для сварочных работ: типы, характеристики.

Электрифицированные, пневматические, гидравлические и пиротехнические инструменты, область их применения.

Инвентарные передвижные установки.

Личный и бригадный монтерский инструмент.

Меры безопасности при работе с указанным оборудованием и инструментами.

Методические указания

Многие ремонтные работы выполняются с помощью различных механизмов, инструментов и приспособлений, что позволяет повысить производительность труда, качество работ и сократить сроки выполнения работ.

Передвижные компрессорные установки применяются для приготовления сжатого воздуха, необходимого для питания пневматического инстру-

мента и окрасочных агрегатов, для продувки роторов и статоров генераторов, компенсаторов, электродвигателей, а также другого электрооборудования.

Тепловоздуходувки предназначаются для получения сухого горячего воздуха и применяются при сушке трансформаторов, электрических машин, баков масляных выключателей, реакторов и других электрических аппаратов.

Шиногойбы служат для изгиба медных и алюминиевых шин на плоскость и на ребро. Трубогибы применяются для изгиба газовых и тонкостенных бесшовных труб в холодном состоянии.

При ремонте электрического оборудования находит широкое применение сварка, т.к. она обеспечивает прочность и надежность соединений, создает экономию электроэнергии за счет ликвидации потерь в контактных соединениях и экономию крепежных материалов при замене болтовых соединений.

Также при ремонтных работах применяются электросверлилки, электрогайковерты и электрошуруповерты, электроножницы, электрошлифовальные машины, электромолоток, и пневматические инструменты такого же назначения, как и электрофицированные, а также пиротехнические.

Вопросы для самопроверки

1. Для каких целей применяются передвижные компрессорные установки? Какие передвижные компрессоры применяются и в чем их разница?
2. Для выполнения каких работ используются шиногойбы и трубогибы?
3. Какие виды сварки и для каких целей используются при ремонтных и электромонтажных работах?
4. Какие виды работ механизированы при помощи инструментов общего назначения?
5. Виды инвентарных передвижных установок.

Тема 2.4. Содержание и эксплуатация средств механизации

Комплектование, хранение и учет работы средств механизации, их техническое обслуживание и ремонт.

Правила и нормы проведения испытаний средств механизации.

Методические указания

Номенклатура и количество механизмов и инструментов, необходимых для успешного ремонта оборудования, определяется в зависимости от объемов работ и сроков их выполнения.

Для лучшей сохранности механизмов, правильной их эксплуатации и поддержания их в хорошем техническом состоянии механизмы закрепляются за конкретными квалифицированными рабочими, на которых возлагаются обязанности по периодическому осмотру механизмов и содержанию их в исправном состоянии.

Эксплуатация механизмов осуществляется по системе планово-предупредительного ремонта, когда они останавливаются для технического осмотра и обслуживания, а также для ремонта по заранее разработанному плану.

В соответствии с назначением, характером и объемом выполняемых работ ремонты подразделяются на текущие, средние и капитальные.

Грузоподъемные механизмы перед пуском в эксплуатацию должны подвергаться полному техническому освидетельствованию, производимому администрацией предприятия, которому принадлежит механизм.

При техническом освидетельствовании грузоподъемная машина должна подвергаться осмотру, статическому и динамическому испытаниям.

Вопросы для самопроверки

1. Каким образом ремонтные организации комплектуются механизмами и инструментами?
2. Кто отвечает за правильное хранение и безопасную эксплуатацию механизмов и инструмента?
3. Что представляет собой техническое обслуживание механизмов?
4. Что делается при текущем, среднем и капитальном ремонтах механизмов?
5. Техническое освидетельствование грузоподъемных механизмов.

Раздел 3. Технология ремонта электрооборудования электрических станций

Тема 3.1. Основные принципы и методы оценки состояния электрооборудования

Общие принципы, определяющие методы выявления дефектов оборудования.

Методы оценки, измерения и испытания, определяющие состояния механической части и магнитной системы электрооборудования.

Измерения и испытания, определяющие состояние изоляции.

Оценка состояния электрооборудования по результатам проверок, измерений и испытаний.

Методические указания

Электрооборудование электростанций и подстанций весьма разнообразно по своей номенклатуре, но оно имеет общие по своему назначению конструктивные узлы: корпус, магнитопровод, обмотки, изоляция, статор, ротор, коллектор, подшипники, контактные соединения, кинематику подвижных систем аппаратов и приводов и т.п., а также идентичные по назначению устройства управления и сигнализации, контроля и защиты.

Общие конструктивные узлы объединяют и общие дефекты оборудования и требования к нему, определяют общие методы их выявления, проверки, измерения и испытания, которые могут быть объединены в следующие основные группы:

- 1) Методы определения состояния механической прочности электрооборудования;
- 2) Измерения и испытания, определяющие состояние магнитной системы электрооборудования;
- 3) Измерения и испытания, определяющие состояние токоведущих частей и контактных соединений электрооборудования;
- 4) Измерения и испытания, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования;

- 5) Методы проверки схем электрических соединений;
- 6) Методы проверки, настройки и испытания устройств релейной защиты, автоматики, управления, сигнализации и других вторичных устройств;
- 7) Методы окончательной оценки пригодности электрооборудования к эксплуатации (опробование электрооборудования).

Для механической части электрооборудования главным методом оценки является осмотр (ревизия). Необходимо выяснить каким испытаниям и измерениям подвергаются механические части масляных выключателей, электрических машин, устройств заземления и другого оборудования.

Для определения состояния магнитной системы (электромагниты, силовые и измерительные трансформаторы, электрические машины) снимают характеристики намагничивания, измеряют ток или потери холостого хода и т.д.

При изучении методов оценки состояния изоляции необходимо уяснить в каких случаях целесообразно применять тот или иной метод. Особенно следует обратить внимание на измерение сопротивления изоляции мегаомметром как наиболее простой и распространенный метод оценки качества изоляции, на определение коэффициента абсорбции, как основного показателя увлажненности изоляции, на измерение тангенса угла диэлектрических потерь, “емкостные” методы и т.д.

Надо иметь ясное представление об испытаниях изоляции повышенным напряжением переменного и постоянного тока; знать, что важным показателем правильного проведения испытания является как величина приложенного напряжения, так и продолжительность испытания.

Основным методом оценки состояния нового и отремонтированного оборудования, подготавливаемого к включению в эксплуатацию является сравнение результатов измерений и испытаний с допустимыми, предусматриваемыми специальными нормами. Основными нормативными документами при этом являются “нормы испытания электрооборудования” и “правила устройства электроустановок” (ПУЭ).

Вопросы для самопроверки

1. Назовите общие конструктивные узлы и общие дефекты оборудования, которые выявляются в большинстве случаев в процессе проверок и испытаний?

2. На какие основные группы разделяются методы выявления, проверок, измерений и испытаний оборудования?

3. Какие методы и средства измерений являются общими для различных видов оборудования?

4. Какие измерения и испытания проводятся с масляными и воздушными выключателями для определения состояния механической части?

5. Какие измерения и испытания проводятся для определения состояния магнитной системы:

- Электромагнитов;
- Силовых трансформаторов;
- Измерительных трансформаторов;
- Электрических машин.

6. Изобразите схему замещения изоляции электрооборудования и объясните назначение элементов схемы.

7. Объясните процессы, происходящие в изоляции под воздействием приложенного напряжения.

8. Каким образом изменяется сопротивление изоляции?

9. Что такое коэффициент абсорбции и как его измерить?

10. Опишите емкостные методы оценки состояния изоляции.

11. Что такое $\text{tg}\delta$ и состояние какого вида изоляции он характеризует?

12. В каких случаях применяются испытание повышенным напряжением переменного тока, а в каких постоянного тока?

13. Как влияет продолжительность приложения повышенного напряжения на испытываемую изоляцию?

14. Что делается при оценке состояния электрооборудования по результатам проверок, измерений и испытаний?

15. Какие меры безопасности должны соблюдаться при измерениях и испытаниях, определяющих состояние изоляции?

Тема 3.2. Ремонт генераторов

Типовые объемы текущих и капитальных ремонтов генераторов. Периодичность ремонтов.

Подготовка к ремонту.

Разборка и сборка генераторов.

Ремонт статора и ротора.

Ремонт элементов системы охлаждения.

Ремонт возбuditелей.

Вибрация генераторов и методы ее устранения.

Испытания и измерения при ремонте генераторов. Сушка изоляции генераторов.

Материалы, механизмы, приспособления и специальные инструменты, применяемые при ремонте генераторов.

Меры безопасности при выполнении работ.

Методические указания

Перед тем, как приступить к изучению темы, учащиеся должны ознакомиться с конструктивными элементами генераторов. Ремонт генератора очень сложная и трудоемкая операция. В типовой объем капитального ремонта входят: разборка и сборка генератора; осмотр, чистка и проверка всех доступных деталей и узлов, в том числе возбuditеля с полной его разборкой; разборка и ремонт оборудования выводов и ячейки машины, маслосистемы, систем газоохлаждения и водяного охлаждения генератора и обмоток; проведение испытаний и измерений; устранение всех выявленных дефектов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие измерения делаются при выводе генератора в капитальный ремонт?
2. Опишите один из способов выемки ротора генераторов.
3. Каким образом ремонтируется активная сталь статора и ротора?

4. Какие механизмы и инструменты используются при ремонте статора и ротора и что ими делают?
5. Как выявляются неисправности обмоток статора и ротора?
6. Как производится ремонт роторных обмоток?
7. Что делается при ремонте системы охлаждения статора и ротора?
8. Назначение масляных уплотнений в генераторе. Как проверяется их исправная работа?
9. Как проверяется исправность работы масляных уплотнений после ремонта?
10. Опишите порядок ремонта коллектора. Как правильно продораживается коллектор?
11. Назовите причины вибрации электрических машин.
12. Как можно определить общую причину вибрации: механическая или электромагнитная?
13. Что может произойти из-за тепловой неустойчивости ротора?
14. Опишите, что может произойти при витковом замыкании в обмотке ротора.
15. Каким образом проводится контроль за вибрацией турбогенераторов?
16. Как можно устранить механическую вибрацию?
17. Для чего нужна сушка генераторов и в каком случае она проводится?
18. В каких случаях допускается ввод в эксплуатацию синхронных машин без сушки?
19. Какие виды сушки генераторов применяются и что они собой представляют?
20. Как производится контроль за сушкой генераторов?
21. Меры безопасности при ремонте генераторов.

Тема 3.3. Ремонт электродвигателей

Объемы и периодичность текущих и капитальный ремонтов электродвигателей.

Разборка и сборка электродвигателей. Дефекты статора и ротора и их устранение. Ремонт подшипников.

Центровка электродвигателей с механизмами.

Вибрация электродвигателей и методы ее устранения.

Испытания и измерения при ремонте электродвигателей. Сушка изоляции электродвигателей.

Материалы, механизмы, приспособления и инструменты, применяемые при ремонте электродвигателей.

Меры безопасности при выполнении работ.

Методические указания

В объем капитального ремонта двигателя входит: полная разборка с выемкой ротора, чистка, обдувка сжатым воздухом, осмотр и проверка статора и ротора, устранение выявленных дефектов (например, перебандажировка схемной части обмотки статора, замена ослабевших клиньев и т.д.), покраска, если необходимо, промывка и проверка подшипников скольжения или замена подшипников качения; проведение профилактических испытаний.

В объем текущего ремонта двигателя входит: замена смазки и измерение зазоров в подшипниках скольжения, замена или добавление смазки и осмотр сепараторов в подшипниках качения, чистка и продувка статора и ротора от пыли при снятой задней крышке, осмотр обмоток в доступных местах.

Периодичность капитальных и текущих ремонтов электродвигателей устанавливается по местным условиям. Капитальный ремонт электродвигателей, работающих нормально, без замечаний, целесообразно проводить во время капитальных ремонтов основных агрегатов (котлов, турбин), на кото-

рых электродвигатели установлены, т.е. 1 раз в 3-5 лет, но не реже. Текущей ремонт электродвигателей обычно проводят 1-2 раза в год.

Вопросы для самопроверки

1. Что входит в объем капитального и текущего ремонтов электродвигателей?
2. Объясните, как устанавливается периодичность капитальных и текущих ремонтов для различных типов двигателей?
3. При помощи каких приспособлений разбирается и собирается электродвигатель?
4. Какие неисправности могут быть выявлены при осмотре активной стали статора?
5. Какие дефекты могут быть обнаружены при осмотрах ротора?
6. Как влияет на работу машины правильная работа вкладыша подшипника скольжения?
7. Что делается при ремонте подшипников качения? В каких случаях подшипники заменяются на новые?
8. Назовите причины вибрации электродвигателей?
9. Как можно устранить вибрацию электродвигателя?
10. Для чего применяется сушка электродвигателей и каким образом она производится?

Тема 3.4. Ремонт трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов

Виды и периодичность ремонтов трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов.

Условия вскрытия масляных трансформаторов и автотрансформаторов, а также масляных реакторов.

Объемы работ, выполняемых при текущем и капитальном ремонтах трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов.

Разборка и составление дефектной ведомости.

Ремонт обмоток, магнитопроводов, вводов, отводов, переключающих устройств, баков, термосифонных фильтров и других элементов.

Сборка после ремонта.

Очистка и сушка трансформаторного масла.

Контрольная подсушка и сушка.

Послеремонтные измерения и испытания трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов.

Материалы, механизмы, приспособления и инструменты, применяемые при ремонте.

Меры безопасности при выполнении работ.

Методические указания

При изучении материала темы следует учесть, что ремонт силовых трансформаторов, автотрансформаторов и масляных реакторов очень схож и нет необходимости его разделять на некоторые виды.

Необходимо учитывать, что немаловажное значение имеют условия вскрытия трансформаторов, т.к. от этого во многом зависит время ремонта.

Капитальный ремонт трансформатора без разборки его активной части включает в себя следующие стадии работ: разборку вспомогательного оборудования; подъем съемной части бака и активной части; осмотр, ремонт активной части; осмотр и ремонт вспомогательного оборудования; контрольную подсушку или сушку изоляции активной части; испытания.

При изучении последовательности ремонта следует обращать внимание на ознакомление с наиболее часто повторяющимся в эксплуатации повреждениями трансформаторов. Надо знать, по каким признакам можно определить наличие замыкания на корпусе одной из обмоток, междуфазное и междувитковое замыкание; как определяются обрывы обмоток, пробой и перекрытия; как определяется обрыв заземляющего устройства магнитопровода; каким образом проверяется исправность изоляции активной части. При изучении вопроса ремонта обмоток надо знать, как наматываются и как располагаются на магнитопроводе обмотки. Следует обратить внимание на применя-

емые при намотке шаблоны; на приемы, повышающие жесткость намотанной обмотки; на расстановку дистанционных реек и т.д. при изучении методов ремонта магнитопровода трансформатора следует запомнить порядок разборки (расстановки) магнитопровода, на тщательный осмотр листов стали, на порядок восстановления поврежденной изоляции листов.

При ремонте переключающих устройств проверяют исправность всех механизмов переключателя: валов, изоляционных цилиндров, шестерен, кулачков сцепления, исправность контактов и др. В баке контактора заменяют масло.

Основной неисправностью бака трансформатора являются течь масла, которая обычно наблюдается в местах сварки, прокладок, вмятин, через пробоины и т.п. она может начаться также вследствие ржавения бака, главным образом в его нижней части. Надо знать, что основным способом устранения является заваривание электрической и газовой сваркой.

Ремонт расширителя сводится к устранению течи масла, ремонту маслоуказателя, замене уплотнительных шайб, колец и очистке.

Термосифонные и адсорбционные фильтры, воздухоосушитель проверяют на отсутствие течи масла (при необходимости ремонтируют) очищают и заполняют свежим высушенным адсорбентом.

Навесные радиаторы, маслопроводы, охладители системы охлаждения очищают, ремонтируют и промывают горячим маслом. Циркуляционные насосы, вентиляторы и их электродвигатели полностью разбирают, осматривают и заменяют износившиеся детали (подшипники, рабочие колеса и пр.).

В конце ремонта по необходимости проводится контрольная подсушка и сушка трансформаторов.

При отсутствии дефектов, препятствующих нормальной и безопасной работе, трансформатор по окончании сборки подвергают испытаниям.

При ремонте трансформаторов должны обязательно соблюдаться ПТБ и правила противопожарной безопасности.

Вопросы для самопроверки

1. Какова периодичность и объем текущего ремонта трансформаторов?
2. Какова периодичность и объем капитального ремонта трансформаторов?
3. Опишите порядок разборки трансформатора, его активной части.
4. Для чего предусматриваются условия вскрытия трансформаторов?
5. Как проверяется состояние изоляции активной части трансформатора?
6. Назовите основные повреждения в трансформаторах и методы обнаружения их.
7. Опишите приемы ремонта обмоток трансформатора?
8. Как производится ремонт магнитопровода трансформатора?
9. Перечислите возможные неисправности переключателей ответвлений трансформатора и укажите методы их устранения.
10. Каким образом проверяется работоспособность переключателей рпн?
11. Какие неисправности бывают в баке трансформатора, в расширителе и вводах и как они устраняются?
12. К чему сводится ремонт систем охлаждения трансформаторов?
13. Как осуществляется приемка трансформатора после ремонта?
14. Что входит в послеремонтные испытания трансформатора?
15. Перечислите основные меры по соблюдению мер безопасности и противопожарной безопасности, которые необходимо выполнять при ремонте трансформатора.

Тема 3.5. Ремонт электрооборудования распределительных устройств

Виды и периодичность ремонтов.

Ремонт выключателей и их приводов.

Ремонт разъединителей, заземлителей и их приводов.

Ремонт измерительных трансформаторов, конденсаторов связи и рядников.

Ремонт ошиновки и изоляции распределительных устройств.

Ремонт комплектных распределительных устройств.

Ремонт токоограничивающих реакторов и реакторов, заземляющих дугогасящих.

Увеличение межремонтного периода.

Послеремонтные измерения и испытания электрооборудования распределительных устройств.

Материалы, механизмы, приспособления и инструменты, применяемые при ремонте.

Меры безопасности при выполнении работ.

Методические указания

При изучении материала темы надо ознакомиться с периодичностью ремонтов основного оборудования РУ, знать основные неисправности и приемы их устранения у того или другого аппарата. Особое внимание надо обратить на ремонты выключателей, как наиболее ответственного элемента РУ а также на особенности ремонта комплектных РУ.

Необходимо познакомиться с методами проведения ремонтов как маломасляных выключателей, так и выключателей с большим объемом масла. Учащиеся должны обратить особое внимание на ремонт дугогасительных камер и контактов, вводов, приводов. При ремонте воздушных выключателей следует обратить внимание на состояние дугогасительных камер, приводов, неподвижных и подвижных контактов, сигнально-блокировочных контактов и аппаратуры воздушного хозяйства, проверяя надежность всех уплотнений и согласованность работы клапанов. Нужно помнить, что немаловажную роль имеют испытания и измерение характеристик выключателей после ремонта.

Можно также отметить, что на новых типах выключателей, а также на вакуумных и элегазовых выключателях объемы ремонтов сведены к минимуму, и иногда и вообще отсутствуют.

Ремонт разъединителей (отделителей, короткозамыкателей) сводится, в основном, к очистке изоляции, проверке контактов и приводов. При ремонте

ошиновки обращается внимание на состояние изоляции и контактных соединений. Во время капитальных ремонтов измерительных трансформаторов напряжения изоляции измеряют намагничивающий ток трансформатора при номинальном напряжении во вторичной обмотке. Если намагничивающий ток выше по сравнению с прежними измерениями, то возможно витковое замыкание и необходимы вскрытие и внутренней осмотр трансформатора. В остальном же ремонт трансформатора напряжения производится теми же методами, что и силового трансформатора.

При ремонте реакторов обращают внимание на отсутствие трещин в бетоне и опорных изоляторах, проверяют целостность лакового покрова колонок и изоляции витков, отсутствие деформации витков.

При выполнении ремонтных работ с электрооборудованием РУ принимаются различные механизмы, приспособления и инструменты, делающие труд более производительным. Но также необходимо соблюдать правила проверки техники безопасности при пользовании инструментами и при выполнении определенных видов работ.

Раздел 4. Технология ремонта силовых кабельных линий

Испытание и ремонт кабельных линий и их элементов.

Материалы, механизмы, приспособления и инструменты, применяемые при ремонте.

Меры безопасности при выполнении работ.

Методические указания

Раскопка кабельных трасс должна производиться только с разрешения эксплуатирующей организации. При раскопках землеройные машины и отбойные молотки применяются лишь с соблюдением допустимых расстояний до кабелей.

Для ремонта кабельная линия должна быть отключена и заземлена. В объем аварийного ремонта кабеля обычно входят: определение места повре-

ждения; вскрытие трассы и обнаружение этого места; производство ремонта; испытание, фазировка и включение кабельной линии в работу.

Раскопка и ремонтные работы на кабельных линиях производятся с соблюдением техники безопасности. На кабельных линиях выполняются следующие виды ремонтных работ:

- ремонт бронированного покрова;
- ремонт свинцовой оболочки;
- ремонт токоведущих жил;
- ремонт муфт.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите порядок выполнения раскопок кабельных трасс. Каковы особенности применения землеройных машин при раскопке кабельных трасс?

2. Что входит в аварийный ремонт кабеля?

3. Когда возникает необходимость замены части кабеля?

4. Каким образом ремонтируются свинцовая оболочка кабеля и бронированный покров?

5. Опишите порядок работ по ремонту соединенной муфты кабеля?

6. Как выполняются концевые заделки кабеля?

7. Методы соединения алюминиевых жил кабеля в соединительной муфте и жил кабеля с наконечником в концевой муфте?

8. Правила безопасности при резке поврежденного кабеля.

3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (ВСЕ ПРОПИСНЫЕ), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования

внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;

- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.

4 Задания для домашней контрольной работы

Задачей выполнения контрольной работы является оказание учащимся заочного отделения помощи в изучении программного материала по дисциплине «Организация и технология ремонта электрооборудования электрических станций и подстанций».

В контрольной работе необходимо ответить на два теоретических вопроса, которые охватывают основной материал по всем темам дисциплины и должны выполняться самостоятельно. Также необходимо решить задачу.

Вариант контрольной работы выбирается по шифру по таблице 1. Если две последние цифры шифра больше 60, то номер варианта выбирается следующим образом: две последние цифры – 60.

Контрольную работу рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Ознакомиться с общими методическими указаниями.
2. Внимательно прочитать содержание программы.
3. Подобрать рекомендуемую литературу.
4. Изучить материал каждой темы задания.
5. Перед ответом на вопрос уяснить, к какой теме программы он относится.
6. Если учащийся не может самостоятельно разобраться в каком-либо вопросе, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.
7. Ответы на вопросы контрольной работы должны быть полными, четкими, технически грамотными. Ответы рекомендуется иллюстрировать схемами, эскизами, таблицами и т.д.
8. Контрольная работа выполненная и оформленная в соответствии с требованиями высылается или сдается в колледж для проверки в установленные сроки. Контрольные работы, выполненные с нарушениями, не в полном объеме или не соответствующие варианту не засчитываются преподавателем и возвращаются на доработку.

9. Если работа не зачтена, то она выполняется заново или дорабатывается. При этом сохраняется первоначальный вариант с рецензией преподавателя.

Таблица 1 Выбор варианта контрольной работы

<i>Вариант</i>	<i>№ вопроса</i>						
1	1, 61	16	16, 26	31	31, 51	46	46, 66
2	2, 62	17	17, 27	32	32, 52	47	47, 67
3	3, 63	18	18, 28	33	33, 53	48	48, 68
4	4, 64	19	19, 29	34	34, 54	49	49, 69
5	5, 65	20	20, 30	35	35, 55	50	50, 70
6	6, 66	21	21, 41	36	36, 56	51	51, 11
7	7, 67	22	22, 42	37	37, 57	52	52, 12
8	8, 68	23	23, 43	38	38, 58	53	53, 13
9	9, 69	24	24, 44	39	39, 59	54	54, 14
10	10, 70	25	25, 45	40	40, 60	55	55, 15
11	11, 21	26	26, 46	41	41, 61	56	56, 16
12	12, 22	27	27, 47	42	42, 62	57	57, 17
13	13, 23	28	28, 48	43	43, 63	58	58, 18
14	14, 24	29	29, 49	44	44, 64	59	59, 19
15	15, 25	30	30, 50	45	45, 65	60	60, 20

Вопросы для контрольной работы

1. Виды ремонтов. Системы планово-предупредительных ремонтов. Подготовительные мероприятия.
2. Документация по ремонту. Типовые технологические карты на ремонт электрооборудования. Проекты производства работ.
3. Области применения полупроводниковых и электроизоляционных материалов при ремонте.
4. Централизованная, децентрализованная и смешанная системы организации ремонта.
5. Понятие механизации. Классификация средств механизации.
6. Механизмы и приспособления для производства такелажных и подъемно-транспортных работ.
7. Меры безопасности при работе с грузоподъемными механизмами и приспособлениями.

8. Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасное проведение ремонтных работ.
9. Назначение и типы компрессорных установок, тепловоздуходувок, шиногибов, трубогибов.
10. Какие существуют виды сварки? Дать описание сварочного оборудования.
11. Области применения и типы электрифицированных, пневматических и пиротехнических инструментов.
12. Характеристики и применение канатов, полиспастов, талей, лебедок и домкратов.
13. Что такое средства механизации? Правила и нормы испытаний средств механизации.
14. Какие работы проводят при текущем, среднем и капитальном ремонтах средств механизации?
15. Изобразить схему замещения изоляции. Описать процессы, происходящие в изоляции.
16. Дать описание емкостным методам оценки состояния изоляции.
17. Что характеризуют коэффициент абсорбции и $\operatorname{tg} \delta$? Как они измеряются?
18. Описать порядок разборки и сборки генератора.
19. Порядок ремонта статора генератора.
20. Порядок ремонта ротора генератора.
21. Назначение и конструкция масляных уплотнений генераторов. Ремонт масляных уплотнений.
22. Порядок ремонта систем возбуждения генераторов.
23. Ремонт подшипников генераторов.
24. Испытания и измерения при ремонте генераторов.
25. Дать описание способов выемки роторов генераторов.
26. При каких условиях генератор допускается включать в работу без сушки? Как проводят контроль за сушкой изоляции генераторов?

27. Какие виды сушки изоляции генераторов применяются и что они собой представляют?

28. Вибрация генераторов и способы ее устранения.

29. Назовите основные неисправности электродвигателей и их причины.

30. Порядок разборки электродвигателей. Ремонт ротора и статора.

31. Ремонт подшипников скольжения и качения электродвигателей.

32. Вибрация электрических машин и способы ее устранения.

33. Для чего и в каких случаях применяется сушка электродвигателей?

Какие методы сушки существуют?

34. Центровка электродвигателей с механизмами.

35. Порядок разборки и дефектации силовых трансформаторов для ремонта.

36. Основные неисправности трансформаторов и контроль их состояния по анализу газов, растворенных в масле.

37. Ремонт обмоток и магнитопроводов силовых трансформаторов.

38. Ремонт вспомогательного оборудования силовых трансформаторов.

39. Ремонт переключающих устройств силовых трансформаторов (РПН и ПБВ).

40. Ремонт вводов и отводов силовых трансформаторов.

41. Ремонт охлаждающих устройств силовых трансформаторов.

42. Послеремонтные измерения и испытания трансформаторов.

43. Свойства и область применения трансформаторного масла.

44. Дать описание устройства и принципа действия устройств для очистки трансформаторного масла.

45. Конструкция и принцип действия установки для дегазации и азотирования масла.

46. Под воздействием каких факторов происходит старение масла? Какие характеристики при этом изменяются?

47. Сборка трансформатора после ремонта.
48. Контрольная подсушка и сушка трансформаторов.
49. Меры безопасности при выполнении работ по ремонту трансформаторов и генераторов.
50. Порядок ремонта и испытания воздушных выключателей.
51. Порядок ремонта и испытания масляных выключателей.
52. Порядок ремонта и испытания маломасляных выключателей.
53. Опишите неполадки в работе масляных выключателей, их устранение.
54. Порядок ремонта и испытания разъединителей и их приводов.
55. Порядок ремонта отделителей и их приводов.
56. Порядок ремонта короткозамыкателей и их приводов.
57. Опишите порядок ремонта приводов выключателей и разъединителей.
58. Порядок ремонта выключателей нагрузки и заземлителей.
59. Порядок ремонта и испытания измерительных трансформаторов тока.
60. Порядок ремонта и испытания измерительных трансформаторов напряжения.
61. Порядок ремонта и испытания вентильных и трубчатых разрядников.
62. Ремонт ошиновки и изоляции распределительных устройств.
63. Ремонт и испытания бетонных реакторов.
64. Послеремонтные измерения электрооборудования распределительных устройств.
65. Ремонт комплектных распределительных устройств и их испытания после ремонта.
66. Порядок ремонта силовых кабельных линий и их элементов.
67. Каков порядок приемки кабельных линий в эксплуатацию?

68. Какие виды коррозии кабельных линий существуют? Меры защиты от коррозии.

69. Опишите методы определения мест повреждения кабельных линий.

70. Каким образом производятся профилактические испытания кабельных линий?

Задачи для контрольной работы

Задача для вариантов 1-20

Определить диаметр стропов для подъема электрооборудования. Составить и изобразить такелажную схему. Рассчитать длину стропов.

№ варианта	Тип оборудования	Размеры оборудования			Масса оборудования, кг
		Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	
1	РБ-10-1000-0,14	-	1370	870	1120
2	НКФ-330	1274	1274	5300	210
3	КТП-60/10-0,4	1450	1600	2450	338
4	ТМ-1600/20	900	1200	4500	7100
5	КРУН-6	1000	1800	2490	1140
6	ТМН-2500/10	3500	2260	3600	8000
7	ТДНС-16000/10,5	5580	3970	6000	39300
8	ТДН-16000/110	6910	4470	3530	46000
9	ТЦ-630000/220	12200	5190	8100	300000
10	АТД-500	1985	1556	1576	4190
11	ВВБ-220	4000	1760	7560	5200
12	МКП-110	2274	1000	4962	8905
13	РБ-10-400	-	845	945	880
14	РБГ-10-630	-	1205	1040	1130
15	К-IX	1800	1000	2450	1460
16	КРУ2-10	1600	900	2350	1200
17	АТД-2000	2666	1985	2060	10000
18	У-110	2105	1400	4600	11400
19	РБДГ-10-4000	-	1325	1280	2890
20	ТРДНС-40000/20	6000	4330	5450	67000

Задача для вариантов 21-40

Значение $R_{60''1}$ изоляции трансформатора было измерено перед началом ремонта при температуре t_1 . Также $R_{60''2}$ было измерено по окончании ремонта.

По соответствующим данным сделать заключение о состоянии изоляции и необходимости проведения контрольной подсушки или сушки трансформатора.

№ варианта	t_1, °C	t_2, °C	$R_{60''1}$, МОм	$R_{60''2}$, МОм
21	24	28	700	650
22	30	25	600	550
23	10	15	900	750
24	27	33	650	500
25	36	27	500	450
26	21	28	700	650
27	16	28	800	750
28	28	24	550	400
29	24	19	600	450
30	20	23	750	600
31	28	26	450	400
32	26	24	630	580
33	23	19	500	480
34	20	18	750	600
35	25	22	650	590
36	30	28	730	640
37	26	22	550	400
38	32	28	800	750
39	30	26	700	640
40	22	18	560	480

Задача для вариантов 41-60

Трансформатор после ремонта подвергается сушке методом индуктивных потерь. Рассчитать намагничивающую обмотку для соответствующего трансформатора.

№ варианта	Тип трансформатора	Габариты трансформатора, м			Температура окружающего воздуха, °С
		длина	ширина	высота	
41	ТМ-4000/35	3,9	3,6	3,9	25
42	ТДЦ-200000/500	10,9	6,8	10,25	27
43	ТМН-1000/10	3,45	2,0	1,85	20
44	ТДЦ-80000/110	7,8	5,4	7,0	23
45	ТЦ-630000/220	12,2	5,19	8,1	22
46	ТДЦ-400000/330	13,14	4,11	9,45	21
47	АТДЦТН-125000/330	14,3	6,3	9,4	18
48	ТМН-1600/35	2,65	2,5	2,15	22
49	ТД-40000/38,5	5,3	4,4	3,97	26
50	ТДТН-10000/35	6,0	4,3	3,05	19
51	ТДН-32000/110	6,58	4,65	3,38	26
52	ТДЦН-63000/110	8,3	4,4	4,2	20
53	ТДЦ-200000/110	7,56	3,55	4,72	22
54	ТДТН-80000/110	9,6	4,8	4,6	19
55	ТДЦ-125000/150	7,9	3,2	8,4	25
56	ТРДН-32000/220	8,9	5,5	8,35	24
57	АТДТН-32000/220	11,6	5,7	7,6	25
58	ТРДН-32000/330	13,14	4,11	9,45	26
59	АТДЦТН-125000/330	14,3	6,3	9,4	22
60	ОРЦ-533000/525	11,5	4,45	10,1	27

5 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки: - не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы, неполное описание и т.д.); - имеются грубые ошибки в решении задачи (неверно или неполно произведен расчет, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не влияющие на суть вопроса, если ответы даны на все вопросы и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу	Зачтено

6 Литература

Основная:

1. Василенко, А. А. Ремонт электрооборудования: учебное пособие / Красноярск : Красноярский ГАУ, 2019. – 164 с.
2. Дайнеко, В. А. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования / В. А. Дайнеко. - 2-е изд., стер. М. : РИПО, 2020. – 379 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей ТКП181-2009 / Министерство энергетики Республики Беларусь. М. : Энергопресс, 2014. – 534 с.
4. Сибикин, Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.1 учебник для учреждений нач. проф. образования / Ю. Д. Сибикин. 8-ое изд. испр. М. : Академия, 2013. – 208 с.
5. Сибикин, Ю. Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. В 2 кн. Кн.2 учебник для учреждений нач. проф. образования / Ю. Д. Сибикин. 8-ое изд. испр. М. : Академия, 2013. – 256 с.

Дополнительная:

6. Атабеков, В. Б. Ремонт трансформаторов и электрических машин / В. Б. Атабеков. М. : Высшая школа, 1983. – 352 с.
7. Крюков, Е. И. Обслуживание и ремонт электрооборудования подстанций и распределительных устройств / Е. И. Крюков. Мн. : Высшая школа, 1989. – 370 с.
8. Куценко, Г. Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок / Г. Ф. Куценко. Минск : Дизайн ПРО, 2003. – 272 с.
9. Мандрыкин, С. А., Филатов, А. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и сетей / С. А. Мандрыкин, А. А. Филатов. М. : Энергоатомиздат, 1983. – 344 с.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача №1

Определить диаметр стропов для подъема электрооборудования. Составить и изобразить такелажную схему. Рассчитать длину стропов.

Тип поднимаемого оборудования: трансформатор тока ТФНР-150.

Габариты: диаметр – 860 мм, высота – 2160 мм, масса – 1170 кг.

Изобразим такелажную схему (рис.1.1). Подъем трансформатора тока производится с помощью автокрана соответствующей грузоподъемности. При этом трансформатор стропится за четыре кольца на основании (тележке) специально подбираемыми по длине и диаметру стропами.

Решение.

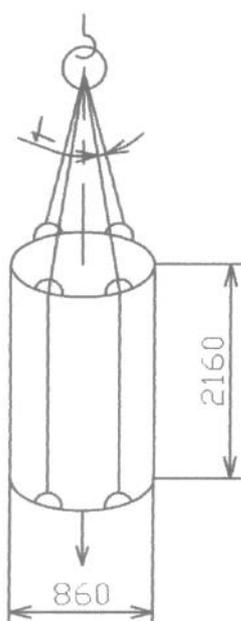


Рисунок 1.1.
Схема строповки
трансформатора тока

Усилие, приходящееся на одну ветвь стропы, рассчитываем по формуле:

$$S=9,8Qm/n,$$

где Q – масса поднимаемого груза, кг; m – коэффициент, учитывающий угол между вертикально опущенной осью и ветвью стропы; n – количество ветвей стропы.

$$S=9,8 \cdot 1,06 \cdot 1170/4=3038,5 \text{ Н.}$$

Коэффициент m выбираем из [приложения, табл. 2. 1]. Выбор канатов для грузоподъемных механизмов и грузозахватных устройств производим по формуле:

$$K=P/S,$$

где K – коэффициент запаса прочности, который должен удовлетворять нормам [2, таб. 7.2]; P – действительное разрывное каната, Н; S – наибольшее натяжение ветви каната под действием груза, Н.

Отсюда

$$P=K \cdot S=6 \cdot 3038,5=18231 \text{ Н (1860,3 кгс)}$$

где $K=6$ – для грузовых канатов, имеющих на концах крюки, кольца, служащие для подвешивания грузов. Разрывное усилие для стропов должно быть не менее действительного разрывного усилия каната.

Выбираем по [11, табл. 4.18] трос ТК 6x19 (1+6+12) мм с расчетным разрывным усилием 1925 кгс (18865 Н). Рассчитываем длину стропов:

$$l=860/(2 \cdot \sin 20^\circ)=1257 \text{ мм}$$

Длина всех стропов равна

$$L=4l=4 \cdot 1257=5029 \text{ мм.}$$

Задача №2

Значение $R_{60''1}$ изоляции трансформатора было измерено перед началом ремонта при температуре t_1 . Также $R_{60''2}$ было измерено по окончании ремонта.

По соответствующим данным сделать заключение о состоянии изоляции и необходимости проведения контрольной подсушки или сушки трансформатора.

Исходные данные.

$$t_1=11^{\circ}\text{C}, R_{60''1}=950 \text{ МОм}$$

$$t_2=20^{\circ}\text{C}, R_{60''2}=800 \text{ МОм.}$$

Решение.

Находим разность температур:

$$\Delta t=t_2-t_1=20-11=9^{\circ}\text{C}$$

Приведем значение сопротивления $R_{60''2}$ к температуре t_1 . Для этого необходимо определить соответствующий коэффициент пересчета, который для 10°C равен 1,5,

а для 5°C – 1,22. Путем интерполяции находим, что для разности температур $\Delta t=9^{\circ}\text{C}$ коэффициент пересчета равен 1,45 (приложения, табл. 2.2).

Тогда значение сопротивления $R_{60''2}$, приведенное к температуре 20°C будет равно:

$$950/1,45=655 \text{ МОм}$$

Приведенное значение сопротивления к измеренному до ремонта составит:

$$(655 \cdot 100)/800=80,2 \text{ \%}.$$

Так как сопротивление изоляции за время ремонта изменилось менее, чем на 30%, то нет необходимости в контрольной подсушке или сушке трансформатора. При этом сопротивление изоляции для масляных трансформаторов до 110 кВ при температуре 20°C должно быть не менее 600 МОм.

Задача №3

Трансформатор после ремонта подвергается сушке методом индуктивных потерь. Рассчитать намагничивающую обмотку для соответствующего трансформатора.

Тип трансформатора - ТНЦ – 125000/330.

Данные трансформатора для расчета:

Длина – 14,05 м, ширина – 5,5 м, высота – 8,75 м.

Температура окружающего воздуха $t_{\text{окр}}=27^{\circ}\text{C}$.

Решение.

Расчет намагничивающей обмотки для мощных трансформаторов можно вести по формуле:

$$P=12F(100-t_{\text{акр}}) \cdot 10^{-3},$$

Где P – необходимая мощность намагничивающей обмотки, кВт; F – полная поверхность бака трансформатора, m^2 ; $t_{окр}$ – температура окружающего воздуха, $^{\circ}C$.

Расчет необходимо количества витков и тока намагничивающей обмотки производится исходя из удельного расхода мощности, кВт/ m^2 :

$$\Delta P = P/F_0,$$

где F_0 – площадь поверхности бака трансформатора, на которую накладывается обмотка, равная произведению длины периметра бака на высоту обмотки.

В зависимости от значения ΔP выбирают коэффициент A [приложения, табл.3], после чего определяется количество витков по формуле:

$$W = AU/I,$$

где $U=380$ В – напряжение, подводимое к обмотке.

Необходимая мощность намагничивающей обмотки:

$$P = 12 \cdot 496,7 \cdot (100 - 27) \cdot 10^{-3} = 435,1 \text{ кВт}$$

Полная поверхность бака трансформатора

$$F = (14,05 \cdot 5,5 + 5,5 \cdot 8,75 + 8,75 \cdot 14,05) \cdot 2 = 496,7 \text{ м}^2$$

Удельный расход мощности

$$\Delta P = 435,1 / (14,05 + 5,05) \cdot 2 \cdot 8,75 = 1,3 \text{ кВт/м}^2$$

Выбираем коэффициент A из [приложения, табл. 3.1], который при $\Delta P = 1,3$ кВт/ m^2 равен 1,79.

Определяем количество витков обмотки

$$W = 1,79 \cdot 380 / [(14,05 + 5,5) \cdot 2] = 17 \text{ витков.}$$

Таблица 2.1. Зависимость коэффициента m от угла α

α , град	0	15	20	30	40	45	60
m	1	1,04	1,06	1,16	1,31	1,42	2

Коэффициент запаса прочности:

- для грузов до 50 т – 8,0;
- то же больше 50 т – 6,0;
- для грузовых канатов, имеющих на концах крюки – 6,0.

Таблица 2.2. Значение коэффициента пересчета

Разность температур	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
Коэффициент пересчета	1,04	1,06	1,09	1,12	1,22	1,5	1,84	2,25	2,75	3,4

Таблица 2.3. Выбор коэффициента A для сушки трансформаторов с баком толщиной 6 мм и выше

ΔP , кВт/м ²	A	ΔP , кВт/м ²	A	ΔP , кВт/м ²	A
0,75	2,33	1,35	1,77	2,4	1,44
0,8	2,26	1,4	1,74	2,5	1,42
0,85	2,18	1,45	1,71	2,6	1,41
0,9	2,12	1,5	1,68	2,7	1,39
0,95	2,07	1,6	1,65	2,8	1,38
1,0	2,02	1,7	1,62	2,9	1,36
1,05	1,97	1,8	1,59	3,0	1,34
1,10	1,92	1,9	1,56	3,25	1,31
1,15	1,88	2,0	1,54	3,5	1,28
1,20	1,84	2,1	1,51	3,75	1,25
1,25	1,81	2,2	1,49	4,0	1,22
1,30	1,79	2,3	1,46		