

Государственное автономное образовательное учреждение
среднего профессионального образования Ленинградской области
«Тихвинский промышленно - технологический техникум им.Е.И.Лебедева»

**Методические указания
к практическим работам по МДК 01.02.**

«Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования»

для специальности

13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»

г. Тихвин 2020 г

Рассмотрено на заседании
предметно-цикловой комиссии обще-
образовательных и специальных дис-
циплин

Протокол №_ от «_»_____20__ г.

Председатель_____ Е.А.Штомпель

Составлены в соответствии с требо-
ваниями к уровню подготовки вы-
пускников по специальности
13.02.11 и утвержденной рабочей
программой «_»_____20__ г.

Зам. директора по учебной работе

_____ Е.Е.Крупнова
«_»_____20__ г.

Автор: преподаватель спецдисциплин В.А. Чекаенков

Общие методические рекомендации

Практические работы проводятся с целью закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков и умений в исследовании электрического и электромеханического оборудования после монтажа, а также в ходе технической эксплуатации и ремонта. Эти работы отличаются большим количеством разнообразных измерений как электрических (ток, напряжение, сопротивление), так и неэлектрических (момент, температура) величин. Кроме того, в ходе лабораторной работы обучаемые выполняют сборку нескольких схем для экспериментов. Поэтому заданная программа работы может быть успешно выполнена в отведенное для этого время только при условии тщательной подготовки и продуманных действий всех членов бригады при выполнении работы. При этом имеется в виду не только проведение экспериментов, но и обработка полученных результатов и составления отчета по практической работе.

Получив разрешение преподавателя, бригада обучаемых приступает к выполнению практической работы. Вначале необходимо ознакомиться с лабораторной установкой, а затем подобрать измерительные приборы для выполнения эксперимента. При выборе измерительных приборов необходимо руководствоваться не только соответствием предела измерения прибора наибольшему значению измеряемой величины, но и соответствием системы прибора роду измеряемых токов и напряжений.

При сборке схемы целесообразно вначале выполнить все соединения в последовательной (главной) цепи, а затем присоединить элементы схемы параллельного включения.

При сборке схемы нужно по возможности избегать перекрещивания проводов и на один зажим присоединять не более трех проводов. Все соединения проводов должны быть надежными.

После сборки схему проверяют, при этом если сборку схемы выполнил один обучаемый, то проверять ее должен другой. Следует проверить, стоят ли стрелки измерительных приборов на нулевом делении шкалы. При необходимости следует подкорректировать.

Собранную схему нужно показать для проверки преподавателю и только с его разрешения произвести пробное включение лабораторной установки. При этом необходимо обратить внимание на показания приборов и правильную полярность их подключения. Если же пробное включение показало, что все элементы схемы работают нормально, то можно приступить к проведению эксперимента. Показания приборов записывают в заранее заготовленных таблицах, в количествах делений шкалы отмеченных стрелкой, без умножения показания на цену деления.

По окончании эксперимента, не разбирая схемы, выполняют все необходимые расчеты.

Затем каждый обучаемый должен внимательно проанализировать полученные результаты эксперимента и сравнить их с теоретически ожидаемыми. Если же результаты эксперимента не вызывают сомнения, то их следует предъявить для проверки преподавателю. В зависимости от правильности этих результатов преподаватель дает указания либо на повторный эксперимент, либо на разборку схемы.

На всех этапах лабораторной работы особое внимание уделяют выполнению мероприятий по технике безопасности.

Оформление отчета по практической работе.

Каждый обучаемый должен самостоятельно обработать результаты выполненных бригадой опытов и составить отчет о проделанной практической работе.

Этот отчет помимо номера и названия практической работы должен содержать следующие сведения:

- 1) перечень приборов и оборудования;
- 2) программу лабораторной работы;
- 3) электрическую схему соединений;
- 4) таблицы с записью результатов экспериментов и выполненных вычислений;
- 5) расчетные формулы, по которым выполнялись вычисления;
- 6) заключение о проделанной работе.

Сведения по оформлению содержания отчета являются общими для практических работ по всем электротехническим дисциплинам, выполняемых на младших курсах.

Указания по технике безопасности.

При выполнении практических работ необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

- Приступая к работе, следует ознакомиться с источниками электропитания, способами их включения, эксплуатации, регулировки и выключения.
- При сборке схемы следует убедиться в исправности изоляции соединительных проводов.
- При сборке схемы все имеющиеся реостаты и потенциометры устанавливают в положения, указанные в описании к работе.
- После окончания сборки схемы преподаватель должен ее проверить и разрешить включить источники питания.
- Запрещается прикасаться руками к зажимам, находящимся под напряжением; наличие напряжения на зажимах приборов или элементов схемы следует проверить только измерительным прибором.
- Запрещается оставлять без напряжения схему и измерительные приборы, подключенные к источнику питающего напряжения.
- Все изменения в схеме, а также устранение неисправностей и замена отдельных деталей производится только после отключения источников питания.
- Корпус прибора необходимо заземлять; место расположения клеммы «_1_» для заземления указывается в инструкции. При использовании в работе нескольких приборов одновременно необходимо их тщательно заземлить в одной точке, соединив между собой клеммы «_L_» корпусов приборов.
- Разбирать схему можно только после отключения источников питания и с разрешения преподавателя.

- Разобрав схему, необходимо аккуратно сложить соединительные провода, а приборы и аппараты установить на указанные места; рабочее место необходимо убрать и сдать преподавателю.
- Необходимо помнить, что при выполнении отдельных лабораторных работ необходимо выполнять дополнительные указания преподавателя по технике безопасности.
- **БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ ПРИ РАБОТЕ С ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ! СОБЛЮДАЙТЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.**

Практическая работа №1.

Тема: Методы проверки правильности монтажа и сборки схем электроустановок.

Цель: Освоение методов проверки правильности монтажа посредством изучения схем проектной документации и опробованием электрических цепей под напряжением.

План работы.

1. изучить проектную документацию станка модели 2Н115ПМ (принципиальные и монтажные схемы);
2. визуально провести соответствие правильности монтажа наличие электрооборудования, аппаратов, маркировку и сечение кабелей и проводов, их оконцовку;
3. о всех несоответствиях и замечаниях отметить в отчете практической работы;
4. проверить крепление проводов и механической части станка;
5. перед пуском, опробованием электрооборудования, проверить от руки нет, ли заклипавания подвижных и врезающихся частей электроустановок;
6. проверить правильность сборки схемы под напряжением методом пускового опробования электрических цепей;
7. проверить воздействие элементов электрических цепей;
8. в случае непрохождения сигнала в силовых цепях или цепях управления, следует воспользоваться методом прозвонки электрических цепей (применением пробника);
9. последовательность прозвонки параллельных ветвей электрических цепей, устанавливаем по принципиальной схеме станка модели 2Н115ПМ;
10. для исключения ложного срабатывания, индикатора прозвонки, необходимо разомкнуть цепь проверяемой ветви проверяемой схемы;
11. в отчете дать заключение о неисправности электрической части станка и несоответствии с заводской документацией;
12. дать описание наладочно - испытательных работ, применяемых при проверке станка модели 2Н115ПМ;
13. все работы выполнять при выключенной соединительной муфте, кроме пуско - наладочных работ;
14. дать описание работы станка по электрической схеме.

Практическое занятие №2.

Тема: Составление технологической карты ступенчатой разделки силового кабеля напряжением до 10 кв с бумажной изоляцией.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, в составлении технологических карт ступенчатой разделки кабелей. Изучить технологию резки концов кабелей, наложения бандажей и удаления покровов, изоляции.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу -прокладка кабельных линий в траншеях, в блоках, в каналах (15 мин).

Самостоятельное изучение студентами технологии разделки концов кабелей по учебнику Ю.Д. Сибикина и д.р. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий М.: 2001, с.201-203 (30 мин.).

Составление технологической карты ступенчатой разделки с использованием образца (25 мин).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы (20 мин).

1. элементы силового кабеля;
2. цель присоединения медного проводника к броне и оболочке кабеля;
3. назначение двух кольцевых надрезов оболочки кабеля;
4. способ разводки жил кабеля;
5. инструмент и материалы, используемые при разделке силового кабеля.

Приложение. Технологическая карта ступенчатой разделки силового кабеля напряжением до 10 кв с бумажной изоляцией.

Приложение 1.

"Составление технологической карты ступенчатой разделки силового кабеля U до 10 кВ с бумажной изоляцией".

№	Содержание операций	Технические указания
1	Проверка бумажной изоляции на влажность	Для этого с конца кабеля отрывают кусок бумажной ленты и опускают в парафин, разогретый до 140-150° С. Если бумажная изоляция увлажнена, то наблюдается легкое потрескивание и выделение пены.
2	Наложение бандаж на внешнюю джутовую оболочку	На кабель наматывают 2-3 слоя смоляной ленты, а сверху нее 5-6 раз мягкой вязальной проволоки 0,8-1 мм.
3	Снятие джутовой оболочки	Джутовую оболочку перерезают у края бандаж и сматывают.
4	На расстоянии 50-70 мм от проволочного бандаж накладывают по броне второй проволочный бандаж.	По броне наматывают просмоленную ленту и на нее накладывают и закрепляют 2ой проволочный бандаж.
5	Снятие брони	У 2го бандаж перерезают броню (надрезают) кабельной ножовкой или бронерезкой. Надрезанные лены брони раскручивают и удаляют.
6	Снятие внутренней джутовой оболочки (кабельной пряжи) и кабельной бумаги	Раскручивают и отрезают джутовую оболочку, нож держат так чтобы не повредить свинцовую оболочку, слой кабельной бумаги удаляют без ножа.
7	Присоединение проводника заземления	Свинцовая оболочка и броня тщательно защищаются, броня обезжиривается. Непосредственно после бандаж прикрепляются бандажированием заземляющий медный Си многопроволочный провод общим сечением $\geq 16 \text{ мм}^2$, который припаиваем припоем ПОС-30, к броне и свинцовой оболочке (к алюминиевой оболочке припоем марки А, пайка ≤ 3 мин.
8	Утолщение горловины муфты или воронки	Утолщение делают из специальной тонкой промасленной бумаги и просмоленной ленты шириной 50-75 мм. Верхний и нижний слои утолщения примерно на толщину 2-3 мм наматывают только из ленты 0 утолщения зависит от 0 горловины муфты или воронки которой потом будет зажато это утолщение. Контроль диаметра контролируем примеркой по горловине.
9	Очистка алюминиевой или	Протирают тряпкой смоченной в бензине или подогретом тр-ном масле (ацетоне), затем сухой чистой тряпкой.
10	Делают 2 кольцевых и два продольных надреза оболочки	При разделке кабеля для заделки его 8 стальную воронку первый кольцевой надрез на расстоянии 35 мм. от обреза брони, Шой 25 мм от первого. От второго кольцевого надреза и до конца кабеля на ширине 10 мм делают два продольных надреза. На свинцовых кабелях надрезы делают обычным или специальным ножом, на алюминиевой оболочке специальным ножом.

11	Снимают оболочку кабеля до второго надреза.	Полоску между продольными надрезами удаляют плоскогубцами, отрывая от конца кабеля до второго кольцевого надреза. Затем оболочку до второго надреза разгибают и удаляют кольцевой пояс между кольцевыми надрезами удаляют перед самой заделкой конца кабеля в муфту.
12	Удаление изоляции и заполнений	Электромонтажник тщательно вытирает руки и весь инструмент тряпкой, смоченной в бензине, разматывает (поясную) общую бумажную изоляцию и обрывает ее. Отрезает заполнения ножом вдоль жил и в сторону неразделяваемой части кабеля.
13	Разводка жил кабеля	Производится вручную или специальным деревянным отшлифованным шаблоном. Радиус изгиба жилы с бумажной изоляцией должен быть не менее 10 0-ов изгибаемой жилы.

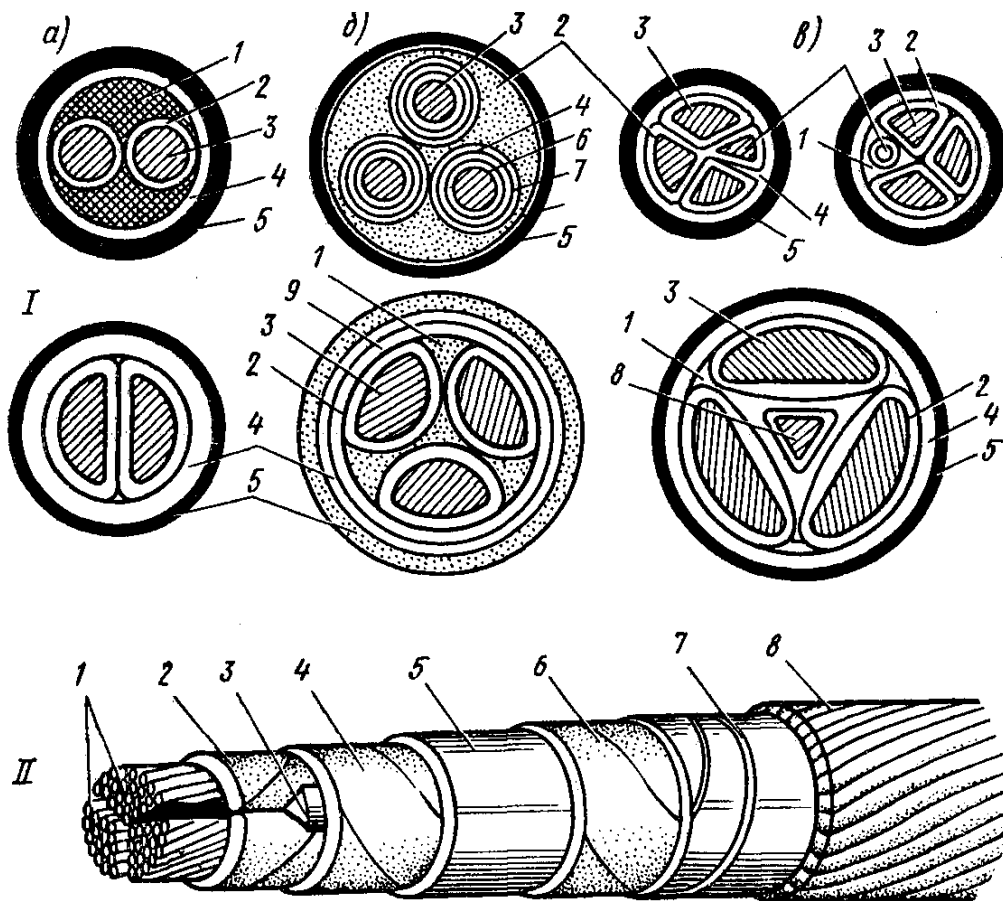


Рис. 3-1. Конструкция силового кабеля:

I — сечение силовых кабелей: *a* — двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами; *б* — трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками; *в* — четырехжильные кабели с нулевой жилой, круглой, секторной и треугольной формы; 1 — наполнитель; 2 — изоляция жилы; 3 — токопроводящая жила; 4 — оболочка; 5 — наружный защитный покров; 6 — экран на токопроводящей жиле; 7 — бронепокров; 8 — нулевая жила; 9 — поясная изоляция; *II* — силовой трехжильный кабель марки ААБ: 1 — токопроводящие жилы; 2, 4 — фазовая и поясная изоляция; 3 — наполнители; 5 — оболочка; 6 — защитный покров оболочки (подушка); 7 — броня из стальных лент; 8 — наружный защитный покров

Практическое занятие № 3.

Тема: Изучение способов сушки изоляции обмоток трансформаторов.

Цель: приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы по технологии сушки обмоток трансформаторов различными способами, их анализе и выборе.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу: монтаж силовых трансформаторов, статических конденсаторов и аккумуляторных батарей (15 мин).

Самостоятельное изучение студентами технологии сушки изоляции обмоток силовых трансформаторов по учебнику Н.А. Акимова и д.р. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. М.: Мастерство, 2001. С. 68-69 и приложению. (35 мин).

1. Способ подсушки изоляции в масле;
 2. Сушка индукционным способом в баке без масла;
 3. Сушка в сушильном шкафу;
 4. Сушка инфракрасными лучами. Составление отчета по занятию (20 мин).
- Подготовка и ответы на контрольные вопросы (20 мин).

1. Сущность индукционного способа сушки силовых трансформаторов в собственном баке;
2. Подготовительные работы для сушки трансформатора;
3. Технология сушки трансформатора;
4. Работы с трансформатором после сушки;
5. Сушка трансформатора в сушильном шкафу;
6. Сушка трансформатора инфракрасными лучами.

Приложение

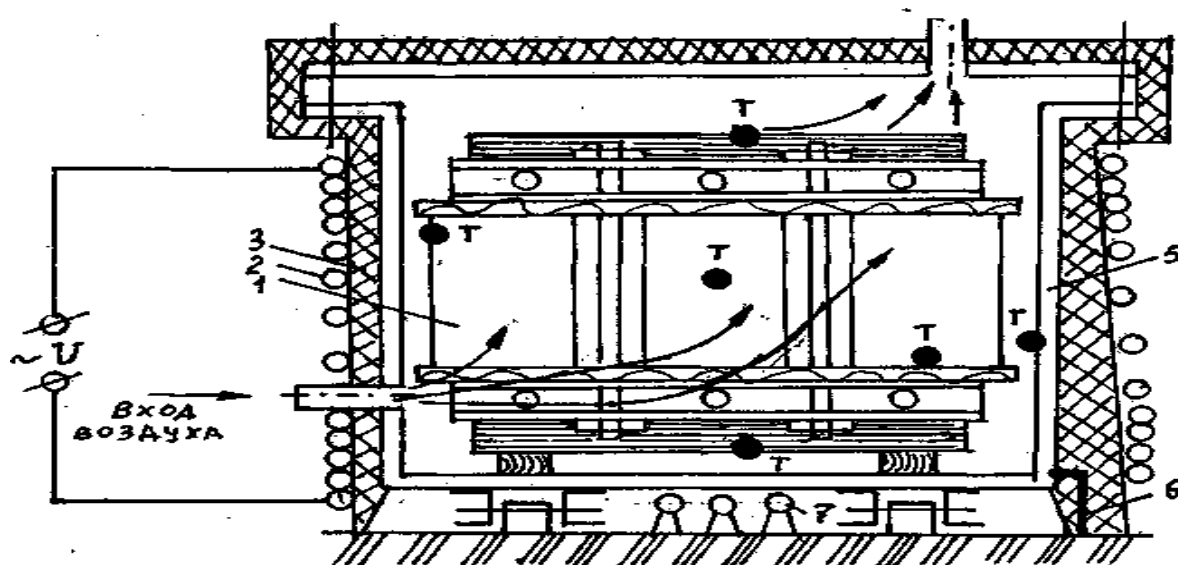
1. Способы сушки обмоток трансформаторов;

В зависимости от конкретных условий и наличия оборудования применяют различные способы сушки активной части трансформаторов.

1. Сушка индукционным способом.

Широко применяется в ремонтной практике при сушке трансформаторов средней и большой мощности в условиях эксплуатации.

Рис. Схема сушки трансформатора



1. активная часть трансформатора;
2. намагничивающая обмотка;
3. асбест для утепления бака;
4. вытяжная труба;
5. бак;
6. заземление бака;
7. дополнительные электропечи.

Активную часть помещают в бак, а на его наружные стенки вдоль периметра наматывают намагничивающую обмотку, по которой пропускают переменный ток. Возникающий при этом магнитный поток, замыкаясь через стальные стенки бака, вызывает в них вихревые токи, нагревающие бак. От него тепло передается активной части. Для этих целей обычно используют бак самого трансформатора.

Чтобы бак лучше сохранял тепло, его утепляют снаружи асбестовым полотном. Поверх утепления наматывают обмотку из изолированного провода. В случае применения голого провода его закрепляют на деревянных планках, установленных на баке вертикально.

Необходимое количество витков и сечение провода приблизительно определяют расчетным путем., Окончательное количество витков устанавливают в процессе нагрева; при необходимости провод доматывают или отматывают.

Для равномерности нагрева активной части витки по высоте бака располагают так, чтобы 60-70% их общего количества приходилось на нижнюю половину бака. В самом низу и в верхней части витки располагают как можно ближе друг к другу.

До установки активной части для сушки бак насухо протирают. Во избежание конденсации водяных паров дно бака обогревают, а крышку утепляют как можно лучше. Бак заземляют.

На крышке устанавливают вытяжную трубу для вентиляции высотой 1,5-2 м, а внизу бака открывают одно из отверстий. Трубу утепляют асбестовым полотном.

Для удаления влажного воздуха из бака на одно из отверстий в крышке устанавливают вытяжной вентилятор. Периодическое включение вентилятора создает хорошие условия для термодиффузии. Контроль температуры при сушке без вакуума осуществляют закладкой термомпар в обмотки, ярмо и стенки бака. Температуру обмоток при сушке поддерживают 95-105 °С, а температуру стенок бака 110-130 °С в зависимости от расстояния до обмоток.

Трансформаторы сушат круглосуточно, без перерывов: ежечасно в журнал сушки записывают показания всех термомпар и результаты измерения мегаомметром. Сопротивление изоляции измеряют между обмотками ВН, СН, НН и корпусом (землей), а также между каждой из обмоток и корпусом при заземленных свободных обмотках.

О конце сушки судят по изменению сопротивления изоляции. Сушку заканчивают когда сопротивление изоляции, снизившееся в начале сушки, а затем увеличившееся в процессе сушки, в течение шести часов подряд остается неизменным при неизменной температуре.

Окончив сушку отключают нагрев, охлаждают активную часть до температуры 60-70 °С и заливают ее маслом.

После сушки и пропитки маслом активную часть вскрывают для ревизии. Расклинивают обмотки, подтягивают стяжные болты, вертикальные шпильки, крепление отводов и переключателей, заменяют уплотняющую резину, окончательно затягивают гайки и контргайки. После этого собирают трансформатор в обычном порядке.

Примечание. Для ускорения процесса сушки используется эффект термодиффузии, для чего температура трансформатора периодически снижается до 70-75 °С и снова поднимается до 105 °С. Вентиляция активной части подогретым воздухом.2. Сушка в сушильном шкафу.

Активную часть помещают в термошкаф и сушат обычным способом. Этот метод применяют в основном в стационарных заводских условиях.

Небольшие шкафы имеющиеся в не заводских условиях, используют для сушки трансформаторов сравнительно малой мощности - обычно не более 630 кВ*А.

Обогревают шкафы электрическими печами, паром или калориферами, а утепляются асбестом или другим теплоизоляционным огнестойким материалом.

3. Сушка инфракрасными лучами.

При этом способе применяют специальные лампы инфракрасного излучения, которые преобразуют 80-90 % подводимой электроэнергии в энергию теплового излучения, или специальными термонагревателями.

Тепло от лампы передается лучеиспусканием, поэтому для направления теплового потока на активную часть их помещают в отражательные колпаки и устанавливают на штативах на расстоянии 300 мм от активной части так, чтобы лучи распределились равномерно по всей ее поверхности.

Этот способ можно применять для сушки трансформаторов до 1000 кВ*А.

Практическое занятие № 4.

Тема: Изучение способов сушки изоляции обмоток электродвигателей .

Цель: приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы по технологии сушки изоляции обмоток электродвигателей различными способами, их анализе и выборе.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу: монтаж электрических машин, сопряжение валов, монтаж аппаратуры управления электродвигателями. (20 мин)

Самостоятельное изучение студентами технологии сушки изоляции обмоток электродвигателей по учебнику Н.А. Акимова и д.р. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. М.: Мастерство, 2001. С. 63-66 и приложению. (35 мин).

1. Индукционный метод сушки;
2. Метод токовой сушки;

- синхронных машин;
- асинхронных машин;
- машин постоянного тока малой мощности;

3. Метод внешнего нагрева;
4. Комбинированный метод сушки; Составление отчета по

занятию (20 мин)

Подготовка и ответы на контрольные вопросы. (20 мин)

1. Сущность индукционного метода сушки;
2. Сущность метода токовой сушки и варианты схем;
3. Метод внешнего нагрева.

Приложение. Способы сушки изоляции обмоток электродвигателей.

Приложение: Способы сушки изоляции обмоток электродвигателей.

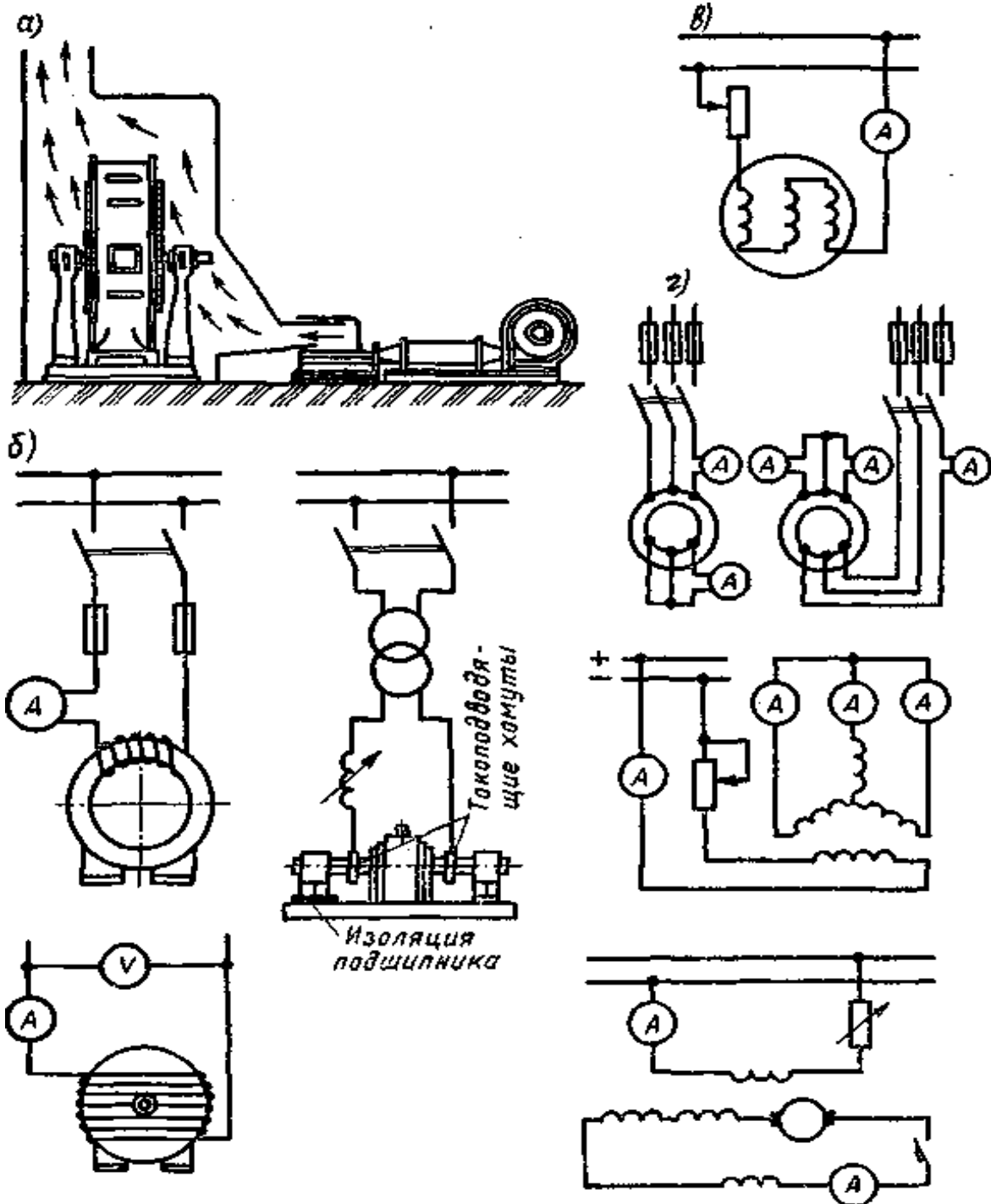
Электрические машины сушат при неудовлетворительных изоляционных характеристиках, указывающих на увлажненность изоляции. Сушку проводят до установки электрических машин в том случае, если они долгое время хранились в помещении и измерения показывают на увлажненность изоляции. Обмотки электрических машин перед сушкой очищают от загрязнений и осевшей пыли, продувая сухим и чистым воздухом. В случае длительного непосредственного попадания воды на обмотки измерения и испытания, связанные с подачей напряжения, следует выполнять после контрольного прогрева и подсушки путем внешнего нагрева. Сушку путем пропускания тока по обмоткам электрических машин можно выполнять, если сопротивление изоляции обмоток статора машин переменного тока и обмотки якоря машин постоянного тока не менее 50 кОм, а сопротивление изоляции обмоток ротора машин переменного тока и обмоток возбуждения машин постоянного тока не менее 20 кОм.

Корпус машины, подготовляемой для сушки, должен быть надежно заземлен. Сушку машин в зависимости от местных условий выполняют внешним нагревом, инфракрасными лучами, индукционными потерями в сердечнике, потерями в проводниках обмоток, током к. 3. и т. п. (рис. 6-8).

Во время сушки в наиболее нагреваемых частях обмоток электрических машин, на поверхности стального ротора и статора систематически измеряют температуру ртутными термометрами, температурными детекторами (термометры сопротивления или термопары, закладываемые заводом-изготовителем машины в труднодоступные точки машины) или рассчитывают температуру обмоток по замерам сопротивления обмоток.

В процессе сушки ведут журнал, в который кроме заводских характеристик, места установки машины, метода сушки и другого заносят электрические параметры и температуру во всех контролируемых точках машин, а также вычерчивают кривые изменения температуры и сопротивления изоляции обмоток во времени.

Сдачу-приемку смонтированных электрических машин проводят в соответствии с требованиями СНиП. После предъявления необходимой сдаточной документации персонал заказчика при участии представителей монтажной и наладочной организаций. Лобовые части обмотки подогревают тепловоздуховкой или грелками. Предельная температура стали 90 °С.



а — непосредственным нагревом теплым воздухом; б — методом индукционных потерь; в — методом потерь в обмотках; г — методом короткого замыкания обмоток

Практическое занятие № 5.

Тема: Проверка исправности АД с ФР.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, в составлении технологических карт проверки и подготовки электрооборудования к работе. Повторить конструкцию и назначение электродвигателя с фазным ротором.

План работы.

По указанию преподавателя выбрать электродвигатель с фазным ротором и провести следующие работы:

1. Измерить сопротивление изоляции. Сопротивление изоляции статора измеряют мегаомметром напряжением 1000 В, ротора мегаомметром 500 В; При температуре 10—30° С сопротивление изоляции статора должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции ротора не нормируется

2. Измерить сопротивление реостатов и пускорегулировочных сопротивлений постоянному току. Сопротивление реостатов и пускорегулирующих сопротивлений должно отличаться от паспортных не более чем на 10%. При этом также проверяют целостность отпаяк;

3. Проверить работу на холостом ходу или с ненагруженным механизмом;

4. Проверить работу под нагрузкой. Продолжительность проверки работы на холостом ходу не менее 1 ч. (время сократить по указанию преподавателя).

5. Проверить работу под нагрузкой (на 2 делении) в течении 1 мин.

Оформить отчет о выполненных работах.

Практическое занятие № 6.

Тема: Проверка исправности АД с КР.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, в составлении технологических карт проверки и подготовки электрооборудования к работе. Повторить конструкцию и назначение электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

План работы.

По указанию преподавателя выбрать электродвигатель с короткозамкнутым ротором и провести следующие работы:

1. Измерить сопротивление изоляции. Сопротивление изоляции статора измеряют мегаомметром напряжением 1000 В, ротора мегаомметром 500 В; При температуре 10—30° С сопротивление изоляции статора должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции ротора не нормируется

2. Измерить сопротивление реостатов и пускорегулировочных сопротивлений постоянному току. Сопротивление реостатов и пускорегулирующих сопротивлений должно отличаться от паспортных не более чем на 10%. При этом также проверяют целостность отпаек;

3. Проверить работу на холостом ходу или с ненагруженным механизмом;

4. Проверить работу под нагрузкой. Продолжительность проверки работы на холостом ходу не менее 1 ч. (время сократить по указанию преподавателя).

5. Проверить работу под нагрузкой (на 2 делении) в течении 1 мин.

Оформить отчет о выполненных работах.

Практическое занятие № 7.

Тема: Проверка исправности двигателя постоянного тока.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, в составлении технологических карт проверки и подготовки электрооборудования к работе. Повторить конструкцию и назначение электродвигателя постоянного тока.

План работы.

По указанию преподавателя выбрать электродвигатель постоянного тока и провести следующие работы:

1. У электрических машин постоянного тока мощностью до 200 кВт на напряжение до 440 В определяют возможность включения без сушки; измеряют сопротивление изоляции, сопротивление реостатов и пускорегулирующей аппаратуры постоянному току; проверяют работу на холостом ходу и под нагрузкой. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и бандажей машины, а также между обмотками проводят мегаомметром на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции между обмотками и каждой обмоткой относительно корпуса должно быть не ниже 0,5 МОм при температуре 10—30° С. Сопротивление изоляции бандажей якоря не нормируется, а сопротивление изоляции бандажей якоря возбuditеля не ниже 1 МОм. Сопротивление реостатов и пускорегулирующих сопротивлений отличается от данных завода-изготовителя не более чем на 10 %. При этом также проверяют целостность отпаяк.

При испытании на холостом ходу и под нагрузкой определяют предел регулирования скорости и напряжения, которые должны соответствовать заводским и проектным данным. При работе под нагрузкой проверяют степень искрения коллектора, и если она не оговаривается заводом-изготовителем специально, то должна быть не выше $1^{1/3}$ -

Оформить отчет о выполненных работах.

Практическое занятие № 8.

Тема: Порядок разборки и сборки электродвигателя переменного тока.

Цель: приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы и в разборке асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу - основные неисправности электродвигателей переменного и постоянного тока. Уход за коллектором, кольцами и щетками, контакторами и магнитными пускателями. (15 мин).

Самостоятельно изучение студентами технологии разборочных работ

электрических машин по приложению и учебнику Н.А. Акимова и др. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. М.: Мастерство, 2001. С. 155-158, 195-199. (30 мин).

1. Общая разборка электрических машин;
2. Детальная разборка электрических машин;
3. Сборка электрических машин;

Демонстрация разборки и сборки асинхронного двигателя 4А (15 мин).

Составление отчета по занятию. (15 мин).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы (15 мин).

1. Технология общей разборки электрических машин:

- демонтаж соединительных и передаточных деталей;
- снятие подшипниковых щитов;
- выемка якоря (ротора) из статора.

2. Детальная разборка, виды работ:

- снятие подшипников качения с вала;
- снятие коллектора с вала, контактных колец;
- выпрессовка вала;
- снятие полюсов;
- очистка и промывка разобранных деталей.

Приложение.

Технология разборочных работ электрических машин.

Полная разборка электрических машин имеет два основных этапа:

1. Общая разборка или разборка электромашин по основным частям (статор, якорь, ротор, подшипниковые щиты);
2. Детальная разборка или разборка частей и узлов по отдельным комплектам и деталям.

Общая разборка.

Технология общей разборки машин постоянного и переменного тока нормального исполнения с опорами качения или скольжения, смонтированными в подшипниковых щитах обычно состоит в следующем:

1. Демонтаж соединительных и передаточных деталей. Снятие с вала муфт, шкивов, шестерен производится при помощи стяжных приспособлений при необходимости с их подогревом;
2. Снятие подшипниковых щитов. Предварительно:
 - снять с вала контактные кольца и наружный вентилятор у машин переменного тока с контактными кольцами, вынесенными за пределы передней опоры;
 - снять крышки смотровых люков;
 - отсоединить соединительные провода от щеточного устройства;
 - вынуть щетки из щеткодержателей или поднять щеткодержатели, если они могут подниматься;
 - обернуть коллектор электрокартоном для предупреждения от повреждения его при разборке;
 - открепить капсулы от подшипниковых щитов и снять наружные уплотнительные кольца;
 - проверить положение активной стали сердечника, якоря, ротора, относительно сердечника статора в осевом направлении;
 - замерить воздушные зазоры в между железном пространстве и зазор в подшипниках (как скольжения, так и качения) в рабочем состоянии;
 - спустить масло из масляных камер (у подшипников скольжения);
 - рекомендуется снять щеточное устройство у машин постоянного тока, если позволяет конструкция, что упрощает съемку переднего подшипникового щита. Подшипниковые щиты снимают следующим образом. Вывинчивают болты, крепящие подшипниковые щиты к станине статора, и при помощи отжимных болтов равномерно отжимают щит от статора пока щит полностью не выйдет из центрирующей расточки. Сначала целесообразно снять передний щит, а затем задний. Если нет отверстий для ввертывания отжимных болтов, то применяют стяжные скобы. Перед съемкой тяжелых подшипниковых щитов под концы вала подставляют домкраты или же в между железный зазор помещают прокладки из технического картона.

3. Выемка якоря (ротора) из статора.

При разъемном статоре якорь (ротор) вынимают после съемки верхней части статора. Способы выемки якорей (роторов) зависят от инструкции и веса электромашин. Якоря и роторы массой до 30 кг. вынимают вручную. Более тяжелые якоря и роторы вынимают краном или грузоподъемным приспособлением.

Детальная разборка.

Детальная разборка определяется характером и видом ремонта. Она бывает полной и частичной.

При детальной разборке выполняют следующие основные работы:

1. Снятие подшипников качения с вала, если он поврежден или мешает в демонтаже других частей и деталей. Усилие при его демонтаже должно быть приложено к торцу того кольца, которое насажено с натягом.
2. Снятие коллектора с вала при его замене или ремонте с полной разборкой, а также при замене вала. Эта операция требует применения соответствующего пресса и стяжных приспособлений.
3. Снятие контактных колец при помощи обычных стяжных приспособлений вручную или при помощи гидравлического пресса легкого типа.
4. Снятие вентилятора производится при общей разборке электромашины, необходимости замены или ремонта его, ремонте обмоток и замене вала.
5. Выпрессовка вала производится при необходимости замены его или при перешихтовке сердечника. Операция дорогая и трудоемкая.
6. Выпрессовка подшипников из подшипниковых щитов.
7. Снятие полюсов производится при необходимости ремонта катушек или замене изоляционных и крепежных прокладок под катушками. К снятию полюсов приступают после отсоединения от катушек соединительных проводов и выводных концов.
8. Очистка и промывка разобранных деталей с целью подготовки их для осмотра, проверки, испытания и выполнения ремонтных работ.

Практическая работа № 9

Тема: Определение и поиск возможных неисправностей в ЭО мостового крана.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, изучить характерные неисправности электрооборудования мостового крана и их поиск.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу - основные неисправности электродвигателей переменного и постоянного тока, электрических аппаратов. Уход за коллектором, кольцами и щетками, контакторами и магнитными пускателями. (15 мин).

Самостоятельно изучение студентами перечня возможных неисправностей электрооборудования электрических машин по приложению и учебнику Н.А. Акимова и др. «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования» М.: Мастерство, 2001. С. 155-158, 195-199. (45 мин).

Составление отчета по занятию. (15 мин).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы (15 мин).

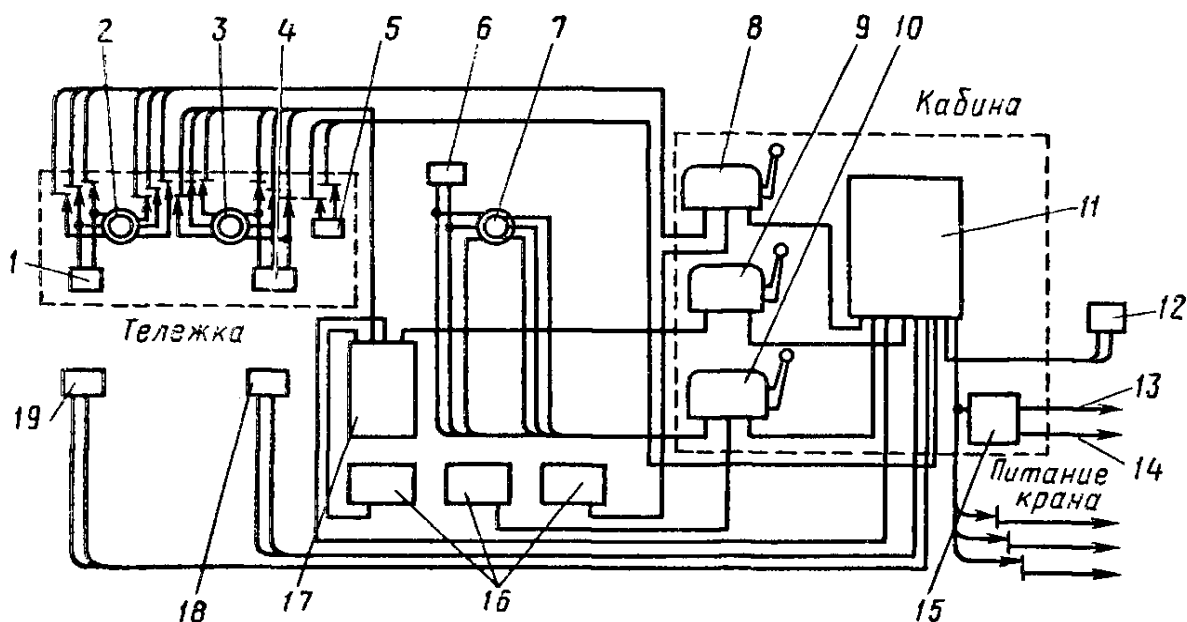


Рис. 14-1. Структурная схема электрооборудования мостового крана:

1, 4, 6 — электромагниты тормозов тележки, подъема груза и моста; 2, 3, 7 — электродвигатели движения тележки, подъема груза, движения моста; 5, 12, 18, 19 — конечные выключатели подъема, люка кабины, тележки, моста; 8, 9, 10 — контроллеры привода тележки, подъема и моста; 11 — защитная панель; 13 — вспомогательная цепь освещения и сигнализации; 14 — цепь аварийного освещения; 15 — щиток вспомогательных цепей; 16 — пускотормозные резисторы; 17 — шкаф магнитного контроллера привода подъема

Практическое занятие №10

Тема: Методы поиска неисправностей в кабельных линиях до 35 кВ.

Цель: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, изучить характерные неисправности и методы поиска обрывов кабельных сетей напряжением до 35 кВ.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу - основные неисправности кабельных сетей. (15 мин).

Самостоятельно изучение студентами перечня возможных неисправностей кабелей и поиск обрывов кабельной сети. по приложению и учебнику Н.А. Акимова и др. «Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования» М.: Мастерство, 2001. С. 155-158, 195-199. (45 мин).

Составление отчета по занятию. (15 мин).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы (15 мин).

Приложение:

1. Испытания и определение мест повреждения в кабельных линиях

Для предупреждения внезапного выхода кабеля, муфт и заделок из строя проводят профилактические испытания кабельных линий. Цель этих испытаний — доведение ослабленных мест до пробоя, предупреждая тем самым аварийный выход кабеля из строя.

Испытания кабельных линий, вновь проложенных и бывших в употреблении, повышенным напряжением проводят обычно постоянным током (при переменном токе значительно увеличивается мощность испытательной установки). При этом изменяют выпрямленное напряжение ступенями от нуля до значения, установленного правилами (табл. 10-2).

Таблица 10-2

Вид испытания	Линии с рабочим напряжением, кВ	
	3—10	20—35
После капитального ремонта Профилактические испытания в эксплуатации	$6 U_{ном}^*$ $(5—6) U_{ном}^*$	$5 U_{ном}^*$ $(4—5) U_{ном}^*$

* Длительность приложения напряжения в каждой фазе 5 мин.

Примечания: 1. Кабели с пластмассовой изоляцией напряжением 2—10 кВ испытывают выпрямленным напряжением, равным $(4—5) U_{ном}$. 2. Кабели до 1 кВ могут быть испытаны мегаомметром напряжением 2,5 кВ в течение 1 мин.

Если к концу испытания нарастание токов утечки не прекращается, то это служит признаком дефектов в кабеле и испытание продолжают до пробоя кабельной линии.

При открытой прокладке кабелей и кабелей, проложенных в специальных кабельных сооружениях, возможность их механических повреждений менее вероятна, чем у кабелей, проложенных в земле; при этом легче контролировать их состояние и своевременно восстанавливать защиту металлических оболочек от разрушительного действия коррозии. Более редкие профилактические испытания кабелей можно проводить и в тех случаях, когда они, будучи проложены в земле, в процессе эксплуатации или при испытаниях не имеют электрических пробоев в течение 5 лет. Кроме плановых испытаний кабелей в процессе эксплуатации проводят и внеочередные их испытания, например: после ремонтных работ на линиях, после производства земляных работ вблизи кабельных трасс, после размывов почвы и т. п. Если во время испытания кабеля не происходит пробоев его изоляции, не наблюдается увеличения тока утечки и резких толчков тока, то кабель признают пригодным к дальнейшей эксплуатации. Пробой в изоляции кабеля обычно происходит при подъеме испытательного напряжения или в течение первой минуты после подъема напряжения.

В кабельных линиях обычно встречаются следующие виды повреждений: замыкание жил между собой, однофазные замыкания на землю и обрывы фаз. Работы по устранению повреждений в кабелях начинают с определения вида повреждений, так как в зависимости от этого выбирают метод выявления места повреждения. Характер повреждений во многих случаях удается установить с помощью мегаомметра. Для этой цели с обоих концов кабеля проверяют состояние изоляции каждой фазы относительно земли, исправность изоляции между отдельными фазами, а также отсутствие обрывов в жилах.

В кабельных линиях места повреждения обычно определяют в два приема: сначала зону повреждения, а после этого уточняют место повреждения непосредственно на трассе и глубину залегания кабеля и нахождения мест расположения муфт.

Применяют следующие методы определения повреждений в кабельных линиях — от-

носительные методы и абсолютные методы. К относительным методам относятся: импульсный, колебательного разряда, петли и емкости. К абсолютным методам — индукционный, акустический и измерения потенциалов.

Импульсный метод. Импульсный метод применяется для определения расстояния до места повреждения в кабельных и воздушных линиях (при однофазных и межфазных замыканиях, а также при обрывах жил). Пользуясь этим методом, применяют приборы ИКЛ-5, Р5-1А и Р5-5, посылающие в кабель кратковременный импульс переменного тока. Дойдя до места повреждения, импульс тока отражается и возвращается обратно. О характере повреждения кабеля (короткое замыкание или обрыв) судят по изображению, появляющемуся на экране электронно-лучевой трубки. Расстояние до места повреждения можно определить, зная время прохождения импульса и скорость его распространения.

При измерении приборами ИКЛ-5, Р5-1А погрешность обычно не превышает 1,5%, а прибором Р5-5 — 0,5%, что вполне допустимо. Достоинства этого метода: быстрота, наглядность и простота измерений; возможность определения любых видов повреждений, в том числе повреждений в разных местах кабеля при условии, что переходное сопротивление не превышает 200 Ом. При этом, как правило, достаточно произвести измерения только с одного конца линии, не производя никаких присоединений на противоположном ее конце; непосредственно измерить расстояние от конца линии до места повреждения кабеля по экрану или по шкале калиброванной задержки независимо от длины и типа кабельной линии.

Метод колебательного разряда. Этот метод заключается в измерении периода (полупериода) свободных колебаний, возникающих в заряженной кабельной линии при пробое изоляции в месте повреждения от выпрямительной установки до $U_{\phi 0й}$. В момент пробоя в кабеле возникает колебательный процесс. Расстояние от прибора до места повреждения фиксируется по шкале прибора, градуированной в километрах.

Метод петли. Метод петли применяют при однофазных и двухфазных замыканиях при наличии одной неповрежденной жилы. При этом методе поврежденную жилу соединяют накоротко с неповрежденной с одной стороны кабельной линии, образуя петлю. К противоположным концам жил присоединяют дополнительные сопротивления. В результате образуется четырехплечевой мост (рис. 10-1).

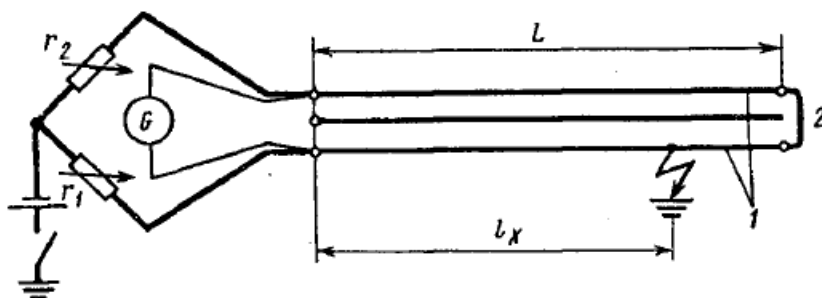


Рис. 10-1. Схема определения места повреждения методом петли:

1 — фазы испытываемой кабельной линии; 2 — перемычка (закоротка); r_1, r_2 — регулируемые плечи моста; L — длина кабельной линии; l_x — расстояние от конца линии до места повреждения

При равновесии моста расстояние до места повреждения

$$l_x = 2L/r_1 (r_1 + r_2),$$

где L — полная длина кабельной линии, м; r_1, r_2 — сопротивления, присоединенные к поврежденной и неповрежденной жилам, Ом.

Метод емкости. Этот метод находит применение для определения расстояния от конца линии до места обрыва одной или нескольких жил кабельной линии путем измерения емкости кабеля.

Практическая работа № 11.

Тема: Изучение способов определения воздушных зазоров электрических машин.

Цель: приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы, изучить технологию измерения воздушных зазоров и методику определения средней величины зазора.

План занятия.

Проверка знаний студентов по пройденному материалу - виды и причины повреждений механических частей электрических машин, правила разборки электродвигателей, виды неисправностей подшипниковых щитов, станин, валов, коллекторов, щеточного аппарата. (20 мин).

Самостоятельное изучение студентами по приложению допустимых отклонений величин воздушных зазоров в электрических машинах, технологии измерения зазоров и допустимых увеличений зазоров. Просмотр диафильма. (40 мин).

Составление отчета по занятию. (15 мин).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы. (15 мин).

1. Методика определения средней величины зазора.
2. Причины увеличения воздушного зазора.
3. Допустимое увеличение зазоров.

Приложение.

1. Определение воздушных зазоров в электрических машинах.

Приложение .

Определение воздушных зазоров.

Неравномерность зазоров.

Отклонение величин воздушного зазора от средней величины не должно быть более:

1. для асинхронных машин +/- 10%;
2. для синхронных машин +/- 5%; /
3. для машин постоянного тока петлевой обмоткой:
 - при зазоре между якорем и гладкими полюсами до 3мм +/-10%;
 - при зазоре более 3 мм +/- 5%;
4. для машин постоянного тока с волновой обмоткой принимают допуски в два раза больше указанных в П.3.

Отклонения в воздушных зазорах между якорем и добавочными полюсами для всех машин +/- 5%.

Измерение зазоров.

Зазоры между сердечниками измеряют при помощи щупов или специальных приспособлений (клиновым толщиномером) с передней и задней сторон. У асинхронных и синхронных машин с неявно выраженными полюсами зазоры измеряют в четырех местах по горизонтальному и вертикальному диаметрам; у машин постоянного тока измеряют зазор между якорем и всеми полюсами, а у синхронных машин с явно выраженными полюсами - между статором и всеми полюсами.

Измерение выполняют три раза при смещениях на 120° положения ротора (или якоря). За величину зазора в месте измерения принимают среднеарифметическое значение трех измерений.

За среднюю величину зазора, от которой проводят исчисление отклонений, принимают среднеарифметическое значение всех измеренных зазоров.

Допустимое увеличение зазоров

Увеличение воздушного зазора вследствие износа сердечников или обработки их при ремонте против нормальной заводской величины для асинхронных двигателей не должно превышать 15%-и лишь в отдельных случаях допускают до 20%

**Ориентировочные величины нормальных
воздушных зазоров, мм.**

Мощность электромашин, кВт.	Скорость вращения асинхронных электромашин, об/мин.		Электромашин ы постоянного тока
	500-1500	3000	
До 1	0,25	0,3	-
1-2	0,3	0,35	1,5-3
2-7,5	0,35	0,5	(до 50 кВт)
7,5-15	0,4	0,65	3-5
15-40	0,5	0,8	(от 50 до 200 кВт)
40-75	0,6	1,0	-
75-100	0,75	1,1	5-10
100-180	0,8	1,25	(свыше 200 кВт)
180-250	1,0	1,5	-

Практическая работа № 12.

Тема: Изучение способов проверки качества ремонта стальных листов шихтованных сердечников.

Цель работы: Приобрести практические навыки в самостоятельном изучении технической литературы. Изучить технологию проверки качества ремонта стальных листов сердечников электродвигателей и трансформаторов.

План работы:

Проверка обучаемых по пройденному материалу: виды неисправностей активной стали электрических машин и трансформаторов, их обнаружение и устранение (20 мин.).

Самостоятельное изучение обучающимися по приложениям технологии проверки активной стали на нагрев электрических машин и измерение сопротивления постоянному току межлистовой изоляции пакета магнитопровода трансформатора(40 мин.).

Составление отчета по занятию(20 мин.).

Подготовка и ответы на контрольные вопросы (10 мин.):

1. Способ прогрева сердечника статора (или ротора).
2. Признаки дефектности сердечника.
3. Способы изолирования листов сердечника трансформатора.
4. Измерение межлистовой изоляции методом амперметра и вольтметра.

Приложение:

1. Способы проверки качества ремонта стальных листов шихтованных сердечников.
2. Фильм «Ремонт электрических машин и трансформаторов».

Приложение:

Способы проверки качества ремонта стальных листов шихтованных сердечников.

1. Проверка активной стали на нагрев.

Прогрев сердечника статора (или ротора) осуществляется созданием в магнитопроводе магнитного потока с индукцией порядка 10000 гс, получаемого при пропускании тока через специально намотанную на сердечник обмотку.

Сердечник считается дефектным, если:

- местные перегревы превышают на 30-35°C среднюю температуру основной массы;
- общий нагрев сердечника превышает 60-65° С;
- величина удельных потерь в сердечнике превышает 5 Вт на каждый килограмм массы сердечника.

Удельные потери определяются по формуле $P_y = P / Q$, где

P - показания ваттметра, Вт;

Q - масса сердечника, кг.

Величина напряжения, подводимого к намагничивающей обмотке, подсчитывается по формуле

$$U=0.022*S*W, \text{ где}$$

S - наименьшее сечение магнитопровода, см²;

W - число витков намагничивающей обмотки.

Продолжительность испытания на нагрев должна составлять 5 минут.

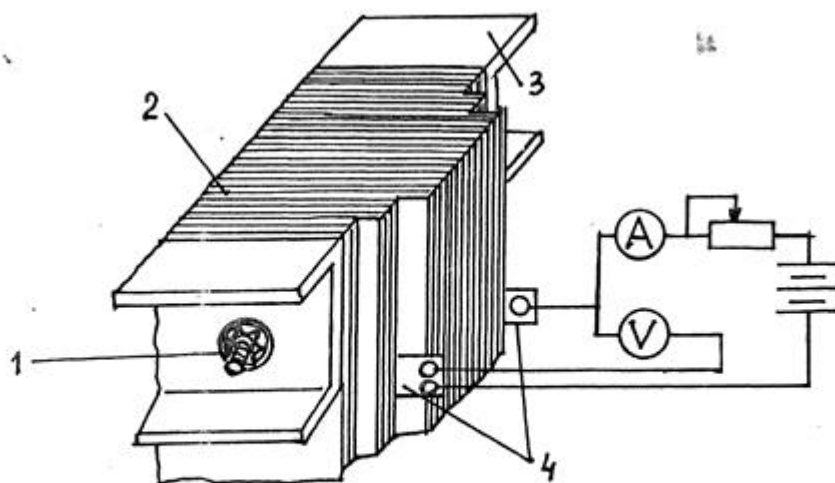
2. Измерение сопротивления постоянному току межлистовой изоляции пакета магнитопровода.

По окончании сборки и шихтовки магнитопровода трансформатора измеряют сопротивление его межлистовой изоляции методом амперметра - вольтметра. В качестве источника напряжения служит аккумуляторная батарея напряжением 12 в.

В схему, показанную на рисунке, включены амперметр со шкалой на 5А, вольтметр со шкалой на 12 в и ползунковый реостат на 50-100 Ом. Для измерения сопротивления изоляции две медные заостренные пластины вставляют между пластинами магнитопровода на глубину 40-50 мм и реостатом устанавливают ток 2 - 2,5 А. Состояние изоляции считается удовлетворительным, если сопротивления изоляции симметричных пакетов не отличаются друг от друга более чем в 1,5 раза и в 2 раза от соответствующих заводских данных.

Рис. Схема измерения сопротивления постоянному току межлистовой изоляции пакета магнитопровода:

1 - стяжная шпилька, 2 - магнитопровод, 3 - ярмовая балка, 4 - медные пластины.



Практическая работа № 13.

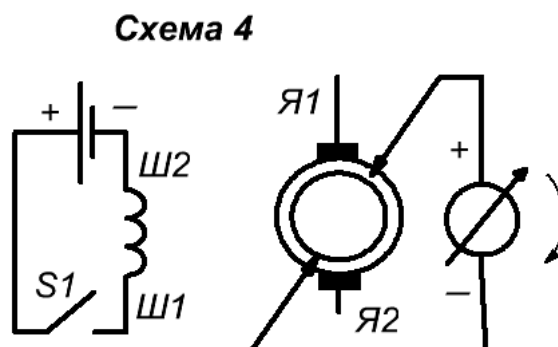
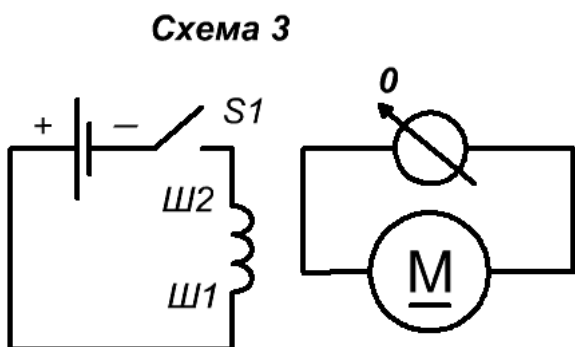
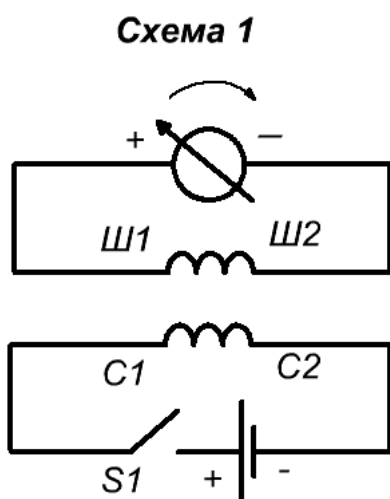
Тема: Виды неисправностей обмоток МПТ и их выявление.

Цель работы:

1. научиться определять тремя методами, согласованность обмоток главных полюсов: методом импульсов, магнитной стрелки и проворачиванием якоря;
2. научиться определять тремя методами правильность подключения добавочных полюсов к якорной обмотке: методом магнитной стрелки, импульсов и методом переменного тока;
3. научиться определять положение щеток на коллекторе тремя методами: импульсов, максимального напряжения якоря и равных оборотов (для двигателей с ДП);
4. определять полярность якоря, двумя методами: методом импульсов и методом проворачивания якоря.

План работы:

1. Описать и использовать методы согласованности обмоток главных полюсов;
2. Дать описание методов и их применение для определения правильности подключения добавочных полюсов к якорю;
3. Описать и использовать методы, определяющие положение щеток на коллекторе;
4. Описать и использовать методы, определяющие полярность якоря (предопределяет правильность соединений как внутренних, так и внешних). Двигательный режим.



Практическая работа № 14.

Тема: Определение виткового замыкания в обмотке якоря и замыкания на корпус.

Цель работы: 1. Получить навыки в:

- определении степени искрения по состоянию коллектора и щеток (класс коммутации);
- проверке расстояния между щетками по окружности коллектора (при помощи полосы бумаги, расположенной под щетками);
- проверке расстояния между полюсными башмаками, которые не должны отличаться более чем на 1-2 мм и щетками;
- проверке расстояния между обоймой и коллектором (допускается в пределах от 2 до 4 мм);

2. Научиться определять витковые замыкания методом падения напряжения (места замыкания):

- межвиткового в якорной обмотке;
- замыкание на сердечник.

План работы.

1. для определения виткового замыкания, собрать схему №1. Напряжение поддерживать постоянным, ток $I=10\% I_{ном}$;
2. по показаниям вольтметра построить потенциальную кривую (график), рис. 1;
3. если изменения на графике равномерные (плавно изменяется кривая) обмотки якоря в норме;
4. для определения места замыкания на сердечник якоря, собрать схему №2;
5. место, где стрелка прибора меняет направление (отклонения), свидетельствует о замыкании секции обмотки на сердечник якоря.

Схема 1

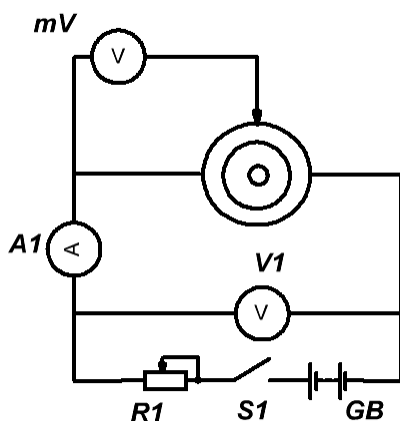
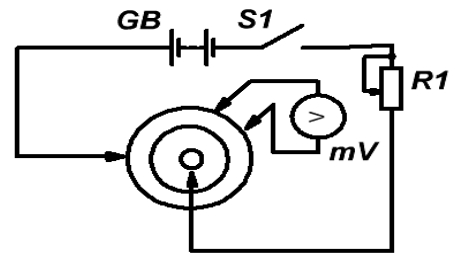
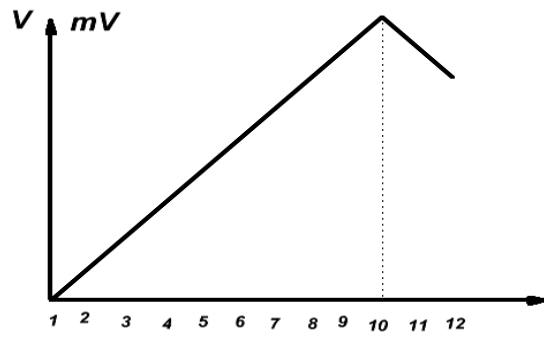


Рис.1

№ конт	U	№ конт	U
1-1		1-9	
1-2		1-10	
1-3		1-11	
1-4		1-12	
1-5		1-13	
1-6		1-14	
1-7		1-15	
1-8		1-16	

Схема 2



Практическая работа № 15

Тема: Расчет и выбор тепловых реле и предохранителей.

Цель работы: Освоить методику расчета тепловых реле и предохранителей.

План работы

Необходимо выбрать тепловое реле (предохранитель) для защиты асинхронного двигателя 4AP132S4, работающего в продолжительном режиме.

По справочнику [Кравчик А.Э. и др. *Выбор и применение асинхронных двигателей.* – М.: Энергоатомиздат, 1987.] определим его параметры:

Номинальная мощность двигателя, $P_{ном}$	7,5 кВт
Коэффициент полезного действия, $\eta_{ном}$	87,5 %
Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	0,86
Номинальное линейное напряжение на обмотке статора, $U_{ном.л}$	380 В
Коэффициент кратности пускового тока, k_j	6,5
Время пуска двигателя, t_n	5с

1. Выбор тепловых реле.

Тепловые реле выбираются согласно условию

$$I_{тр} \geq 1,25 I_{н.д}$$

где $I_{тр}$ - ток теплового реле, номинальный, А., $I_{н.д}$ - номинальный ток двигателя.

2. Выбор предохранителей и их плавких вставок

Выбор предохранителей и их плавких вставок производится по двум критериям на основе технических условий и каталогов.

1. Номинальные токи предохранителя ($I_{нп}$) и плавкой вставки ($I_{нв}$) не должны быть меньше максимального рабочего тока цепи ($I_{раб}$):

$$I_{нп} \geq I_{раб}, I_{нв} \geq I_{раб} \quad (1)$$

За максимальный рабочий ток в расчетах принимается:

а) для одного электроприемника – его номинальный ток, который указывается в паспортных данных или определяется по следующим формулам:

– для двигателя:

$$3. \quad I_n = P_n * 1000 / \sqrt{3} U_n \cos\phi \eta$$

Практическая работа № 16

Тема: Расчет и выбор автоматических выключателей.

Цель работы: Освоить методику расчета автоматических выключателей.

План работы

Выбор автоматических выключателей производится с соблюдением следующих условий:

1) номинальное напряжение автомата не должно быть ниже напряжения сети, т.е.

$$U_{на} > U_c; (1)$$

2) номинальные токи автомата и его расцепителя не должны быть меньше максимального рабочего тока, т.е.

$$I_{на} \geq I_{раб}; I_{нр} \geq I_{раб}; (2)$$

3) автомат должен отключать максимальные токи КЗ, проходящие по защищаемой линии

$$I_{откл} \geq I_{к\ max}$$

Токи срабатывания расцепителей $I_{сн}$ и $I_{ск}$ выбираются такими, чтобы расцепители не срабатывали в нормальном режиме и при кратковременных перегрузках. Ток срабатывания расцепителя с зависимой характеристикой определяется следующим образом

$$I_{сн} = (1,1-1,3)I_{раб}$$

Для расцепителей мгновенного срабатывания всех типов автоматов ток уставки определяется по соотношению

$$I_{ск} = (1,25-1,35)I_{пик}$$

где $I_{пик}$ – пиковый ток одного или группы электроприемников. Настройка расцепителей автоматов проверяется по тем же условиям, что и плавкая вставка предохранителей.

АВТОМАТЫ выбираются согласно условиям:

$$U_{н.а} \geq U_c \quad I_{н.р} \geq 1,25 I_{раб} \text{ - для линии с одним ЭД;}$$

$$I_{н.а} \geq I_{н.р}, \quad I_{н.р} \geq 1,1 I_{пик} \text{ - для групповой линии с несколькими ЭД, где}$$

$I_{н.а}$ - номинальный ток автомата, А;

$I_{н.р}$ - номинальный ток расцепителя. А;

$I_{раб}$ – рабочий ток в линии, А;

$I_{пик}$ - максимальный ток в линии, А;

$U_{н.а}$ - номинальное напряжение автомата, В;

U_c - напряжение сети, В;

$$I_{н.р} \geq I_{раб} \text{ - для линии без ЭД.}$$

$$\kappa_0 \geq I_0 / I_{н.р}$$

$I_0 \geq I_{0л}$ - для линии без ЭД;

$I_0 \geq 1,2 I_n$ - для линии с одним ЭД;

$I_0 \geq 1,25-1,35 I_{пик}$ - для групповой линии с несколькими ЭД,

где κ_0 – кратность отсечки;

I_o - ток осечки, А;
 I_{II} - пусковой ток, А,

$$I_n = \kappa_n * I_n, \text{ где}$$

κ_n - кратность пускового тока, Принимается $\kappa_n = 6,5 \dots 7,5$ - для АД; $\kappa_n = 2 \dots 3$ - для СД и МПТ; (или согласно справочных данных на двигатель).

Для группы двигателей

I_n - номинальный ток, А;
 $I_{\text{пик}}$ - пиковый ток, А,

$$I_{\text{пик}} = I_{\text{пуск max}} + (I_p - k_u I_n),$$

где I_p – расчетный ток всей группы; k_u, I_n – коэффициент использования и номинальный ток двигателя, для которого взят наибольший пусковой ток.

По типу проводника, числу фаз и условию выбора формируется окончательно марка аппарата защиты.

Пример выбора автоматического выключателя в цепи асинхронного двигателя

Задача. Выбрать сечение провода и автомат в цепи трехфазного асинхронного двигателя мощностью 55 кВт, напряжением 380 В. Номинальный ток двигателя 102 А, а пусковой ток 510 А.
Решение. Выбираем три одножильных провода с поливинилхлоридной изоляцией и алюминиевыми жилами, которые прокладываются в одной трубе. Сечение провода выбираем так, чтобы выполнялось условие:

$$I_{\text{дон}} > I_p.$$

В нашем случае $I_p = I_n = 102$ А. Выбираем сечение $S = 50$ мм² с допустимым током 130 А. По условиям (1), (2) и справочной таблице выбираем автомат А3715Б с номинальным током 160 А. Ток срабатывания теплового расцепителя определяется следующим образом:

$$I_{cn} = (1,1 - 1,3) I_{раб}; I_{раб} = I_n = 102 \text{ А}; k = 1,2;$$

$$I_{cn} = 1,2 \cdot 102 = 122 \text{ А}.$$

Принимаем тепловой расцепитель с номинальным током 125А, а ток срабатывания по справочной таблице равен 145 А. Ток срабатывания электромагнитного расцепителя равен:

$$I_{ск} = (1,25 - 1,35) I_{пик}, I_{ск} = 1,25 \cdot 510 = 637 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{ск} = 640$ А.

Практическая работа № 17.

Тема: Проверка и регулировка тепловых реле.

Цель работы: Освоить методику проверки тепловых реле.

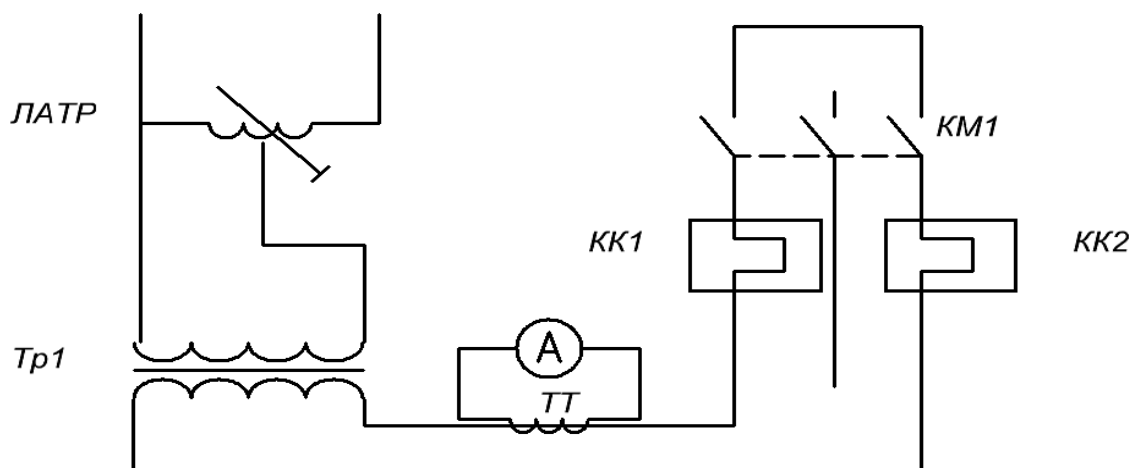
Практическая работа № 17.

Тема: Проверка и регулировка тепловых реле.

Цель работы: Освоить методику проверки тепловых реле.

План работы.

1. Осмотр реле:
 - исправность нагревателей и биметаллических пластин;
 - четкость работы: контактов реле (отсутствие заеданий, задержек), замыкания и размыкания;
 - надежность затяжки контактов реле и нагревателей;
 - измеряют при проверке: глубину зацепления (должны составлять 2 мм при среднем положении рычажка), провал (допускается 2-3 мм), раствор (не менее 3 мм);
2. Проверить срабатывание реле, в течение 2 часов прогревают реле номинальным током, потом повышают до 120 % номинальный ток ($1,2 I_{ном}$). При этом реле должно срабатывать не более чем через 20 мин. (допускается предел 10-20 мин.). Регулировать срабатывание реле можно перемещением рычажка или заменой нагревательного элемента. В настоящее время применяют ускоренный метод испытания реле:— в течение 3 минут нагревают реле 2 кратном $I_{ном}$ током, а потом 12 минут номинальным током. В дальнейшем испытания проводят по методике, описанной выше.
3. собрать схему испытания Р.Т, провести испытания.
4. составить отчет о работе.



Примечание:

В цепь катушки магнитного пускателя, включить контакты теплового реле. Управление магнитным пускателем, осуществить кнопками. Нагреватели маркируют или номерами (NN) или значениями тока (*Ином*).

NN	<i>Ином</i>	NN	<i>Ином</i>	NN	<i>Ином</i>	NN	<i>Ином</i>
1	0,64-0,72	6	1,11-1,2	11	1,71-1,9	16	2,71-2,9
2	0,73-0,79	7	1,21-1,3	12	1,91-2,1	17	2,91-3,3
3	0,80-0,89	8	1,31-1,4	13	2,11-2,3	18	3,31-3,6
4	0,9-0,99	9	1,41-1,5	14	2,31-2,5	19	3,61-3,9
5	1,00-1,10	10	1,51-1,7	15	2,51-2,7	20	3,91-4,2

Практическая работа № 18.

Тема: Проверка и регулировка реле времени типа ЭВ.

В программу проверки реле времени входит: внешний осмотр, проверка механической части, изоляции, напряжения срабатывания и возврата, проверка и регулировка времени срабатывания.

Цель работы:

1. изучить конструкцию и состояние реле времени в отношении пригодности к работе;
2. проверить и отрегулировать время срабатывания реле;
3. установить: входит ли работа реле в допустимый разброс времени.

План работы.

1. Ознакомиться с конструкцией и осуществить осмотр реле;
2. Проверить механическую часть реле: плунжер, возвратную пружину, люфт плунжера в латунной гильзе и рычаге плунжера;
3. Проверить контактные пружины: величину прогибов (провала), одновременность касания подвижных с неподвижными контактами;
4. При запуске от руки часового механизма; убедиться в том, что не прослушиваются срывы и перебои в его работе;
5. Выбрать одну из схем для проверки времени срабатывания реле посредством электрического секундомера;
6. после проверки собранной схемы преподавателем, включить ее в электрическую сеть и опробовать в работе;
7. Троекратно измерять время срабатывания реле на каждой установке шкалы;
8. Результаты наблюдений и вычислений внести в таблицу;
9. Вычислить разброс времени, т.е. разницу между максимальным и минимальным временем срабатывания;
10. Разброс не должен превышать паспортных (допустимых) значений;
11. Если есть необходимость в изменении пределов регулировки шкалы, то вскрывают часовой механизм и изменяют натяжение пружины или положение грузиков;
12. По окончании работы сделать вывод о состоянии реле.

Таблица №1.

№	t_y	t_{cp}^1	t_{cp}^2	t_{cp}^3	Δt	Допустимые разбросы времени для реле ЭВ					
						сек	сек	сек	сек	примечание	
1										t_y - время установки	
						t_y	1,3	3,5	9	20	Δt - разброс времени
n						Δt	0,003	0,06	0,2	0,25	

Схема 1

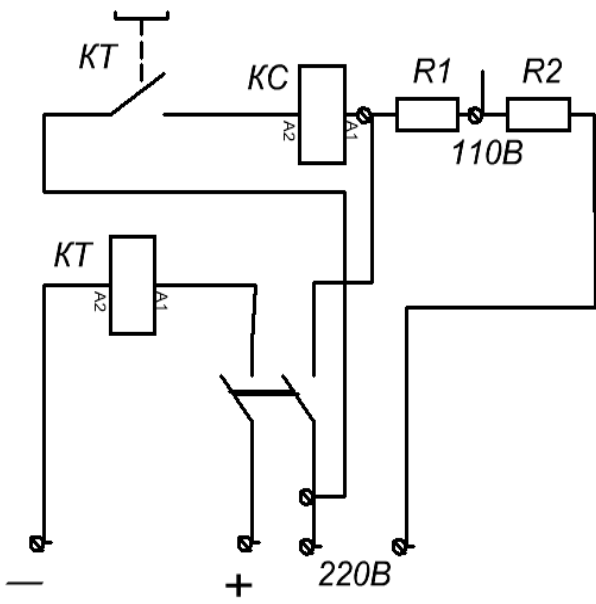


Схема 2

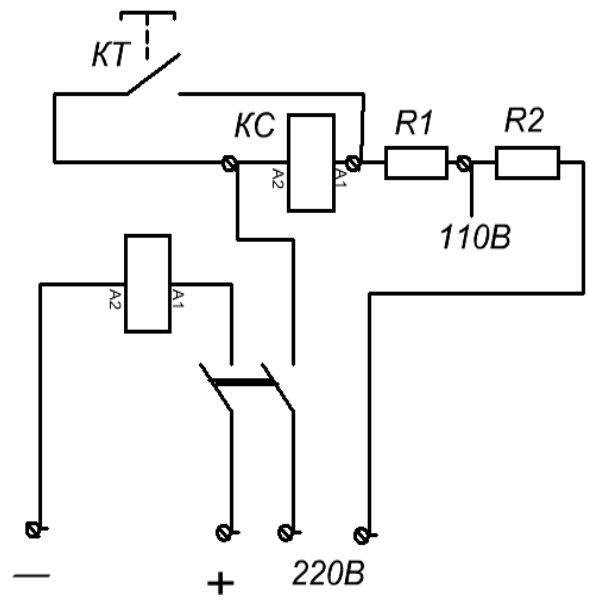


Схема 3

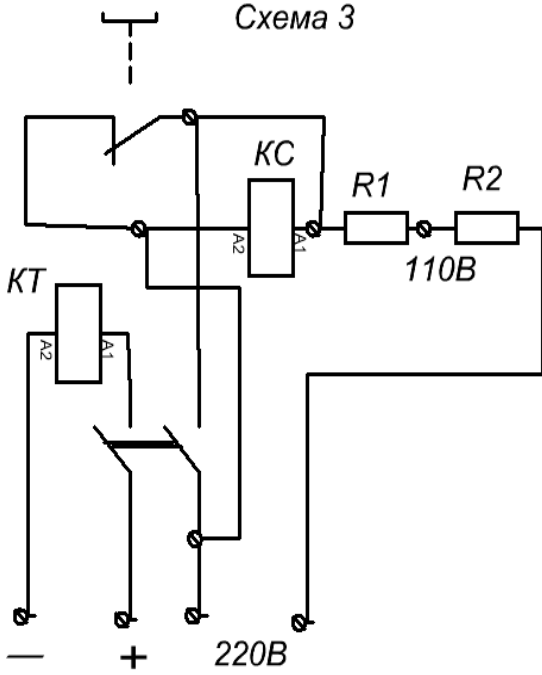


Схема 4

