

Министерство общего и профессионального образования Ростовской области
НОВОШАХТИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ –
филиал государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Ростовской области
«ШАХТИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ
им. ак. Степанова П.И.»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических занятий и лабораторных работ по МДК 01.02
Наладка электрооборудования электрических станций, сетей и систем для
обучающихся очной формы обучения по специальности 13.02.03
Электрические станции, сети и системы (базовая подготовка)

Новошахтинск-2021г

Введение

Образовательные результаты, заявленные в ФГОС по дисциплине «Наладка электрооборудования электрических станций, сетей и систем»:

уметь:

- выполнять осмотр, проверять работоспособность, определять повреждения и оценивать техническое состояние электрооборудования;
- обеспечивать бесперебойную работу электрооборудования станций, сетей;
- выполнять работы по монтажу и демонтажу электрооборудования;
- проводить испытания и наладку электрооборудования;
- восстанавливать электроснабжение потребителей;
- составлять технические отчеты по обслуживанию электрооборудования;
- проводить контроль качества ремонтных работ;
- проводить испытания отремонтированного электрооборудования;

знать:

- назначение, конструкцию, технические параметры и принцип работы электрооборудования;
- способы определения работоспособности оборудования; основные виды неисправностей электрооборудования;
- безопасные методы работ на электрооборудовании;
- средства, приспособления для монтажа и демонтажа электрооборудования;
- сроки испытаний защитных средств и приспособлений; особенности принципов работы нового оборудования;
- способы определения работоспособности и ремонтпригодности оборудования, выведенного из работы;
- причины возникновения и способы устранения опасности для персонала, выполняющего ремонтные работы;
- мероприятия по восстановлению электроснабжения потребителей электроэнергии;
- оборудование и оснастку для проведения мероприятий по восстановлению электроснабжения;
- правила оформления технической документации в процессе обслуживания электрооборудования;
- приспособления, инструменты, аппаратуру и средства измерений, применяемые при обслуживании электрооборудования.

Окончательная оценка выставляется обучающемуся за предоставленный отчет и устный опрос о проделанной работе:

- оценка «5» - за полностью выполненную работу, оформленный отчет и полные ответы на контрольные вопросы;

- оценка «4» - за полностью правильно выполненную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные вопросы;
- оценка «3» - за правильно оформленную работу, оформленный отчёт, за неточные ответы на контрольные и наводящие вопросы;
- оценка «2» - за не полностью выполненную работу, не оформленный отчет.

Общие указания по составлению отчёта

Практические работы являются одним из элементов учебной деятельности студента, выполнив которую, он должен составить отчёт.

Правильно составить отчёт, значит показать:

- степень усвоения знаний;
- умение проявить самостоятельность, творческий подход к выполнению заданий;
- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;
- оптимальную организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти эффективное техническое, математическое и другое решение;
- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Отчёт выполняется рукописным способом на обеих сторонах листа формата А 4. Оформление отчёта выполняется в соответствии с методическими указаниями по применению стандартов при оформлении учебной документации, текст отчёта иллюстрируется при необходимости графическим материалом в виде рисунков, схем, таблиц. Текст отчёта пишется пастой синего цвета. Отчёт составляется в соответствии с методическими указаниями к работе на основе результатов выполненной работы.

Проверяя отчёт, преподаватель отмечает:

- правильность оформления отчёта, т.е. соблюдение требований ГОСТ, ЕСКД и других нормативных документов;
- правильность выполнения задания;
- достоверность полученных результатов;
- ответы на контрольные вопросы и выводы по работе.

Преподаватель отмечает ошибки и выставляет оценку. В случае неудовлетворительной оценки отчёт возвращается. Студент исправляет ошибки и вновь сдаёт отчёт для проверки.

Лабораторная работа 1

Тема: Классификация измерительных приборов

Цель: изучить классификацию измерительных приборов.

Оборудование: МУ к лабораторной работе.

Ход работы
Теоретическая часть



Рис. 16 Классификация измерительных приборов

Окончание таблицы 6.1

Тип прибора	Условное обозначение
Электромагнитный логометр	
Электродинамический	
Электродинамический логометр	
Ферродинамический	
Ферродинамический логометр	
Индукционный	
Электростатический	
Вибрационный (язычковый)	

Род тока	Условное обозначение
Постоянный	
Переменный (однофазная система)	
Постоянный и переменный	
Трёхфазная система (общее обозначение)	
Трёхфазная система (при несимметричной нагрузке фаз)	

Классификация измерительных приборов

Разнообразие видов и названий современных измерительных приборов способно привести в недоумение любого человека, который не является профессионалом в этой сфере. Конечно, такие названия как амперметр, вольтметр, омметр знакомы и понятны, но когда читаешь описание и полное

наименование таких приборов измерения, некоторые слова в них понять довольно сложно.

Что значит "прибор показывающий аналоговый электроизмерительный" - как написано в полном наименовании вольтметра? Или слово "регистрирующий" в названии калибратора технологического оборудования? Некоторые такие слова в названиях или описаниях приборов говорят об их принадлежности к определенной группе измерительного оборудования, согласно некоторой классификации.

Классификация средств контроля и измерения может производиться по нескольким признакам: по виду измеряемых величин, способу получения данных, виду показаний, назначению в метрологии, месту расположения.

По роду измеряемых величин измерительные приборы делятся на:

- Приборы для измерения характеристик электрического тока (амперметр, вольтметр, мультиметр)
- Приборы, измеряющие давление;
- Приборы, измеряющие температуру;
- Приборы для измерения расхода, количества, состава, уровня, состояния вещества

По способу получения данных приборы измерения делятся на:

- Показывающие - демонстрируют значение измерения величины в данный момент времени (тестер, частотомер);
- Регистрирующие - предназначены для автоматической записи измеряемой величины за время работы прибора;
- Сигнализирующие - снабжены световой или звуковой сигнализацией, срабатывающей в случае достижения измеряемой величиной заданного значения (тестер определения напряжения);
- Регулирующие - предназначены для автоматического поддержания конкретного значения измеряемой величины;
- Измерительные автоматы - это устройства, которые по результатам проведенных измерений выполняют некоторую последовательность действий, согласно заложенной программе.

По виду показаний различают аналоговые приборы и цифровые приборы. В аналоговых значение измерения определяется с помощью стрелки и шкалы с делениями, а в цифровых измеренное значение демонстрируется на дисплее в виде конкретного числа. Причем для измерений одной величины могут использоваться приборы как цифровые, так и аналоговые (осциллограф цифровой и осциллограф аналоговый).

По расположению измерительные приборы разделяют на местные (закрепляются на самом объекте измерений или рядом с ним) и дистанционные (передают измеряемые параметры на расстояние).

По назначению в метрологии средства измерения подразделяют на: рабочие (применяются для конкретных практических целей измерений), образцовые (предназначены для поверки рабочих) и эталонные (их назначение - воспроизведение единиц измерения с максимально возможной точностью)

Контрольные вопросы:

1. Классификация измерительных приборов.
2. Перечислите род тока.
3. Как разделяются измерительные приборы по расположению?
4. Как делятся приборы по способу получения данных?
5. Как делятся приборы по роду измеряемых величин?

Список литературы:

1. Наладка и испытания электрооборудования станций и подстанций. Мусаэлян Э.С.
2. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
3. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
5. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.

Лабораторная работа 2

Тема: Измерения при производстве наладочных работ

Цель: изучить измерения при производстве наладочных работ

Оборудование: МУ к лабораторной работе.

Ход работы
Теоретическая часть

ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В процессе монтажа и после его окончания, а также в условиях эксплуатации электрооборудование электроустановок проходит проверку, испытания и наладку.

При транспортировке и монтаже электрооборудование может быть повреждено. Во время эксплуатации возможно его повреждение вследствие естественного износа, а также конструктивных дефектов.

К наладке электрооборудования предъявляют регламентированные требования, для соблюдения которых проводят следующие испытания: типовые в соответствии с действующими ГОСТами; приемосдаточные в соответствии с ПУЭ, а в отдельных случаях с указаниями Минэнерго; профилактические и другие в соответствии с Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ), объемом и нормами испытаний электрооборудования и инструкциями на отдельные элементы электрооборудования.

Типовые испытания проводят на заводах-изготовителях по программам и с объемами, указанными в стандартах и технических условиях, но частично их можно проводить на месте монтажа электроустановок. При типовых испытаниях проверяют соответствие электрооборудования тем требованиям, которые предъявляются к нему стандартами.

Измерение сопротивлений резисторов входит в объем почти всех видов пусконаладочных и эксплуатационных работ. При выполнении этих измерений выявляют целостность токоведущих цепей электрических машин и аппаратов, обнаруживают обрывы катушек, параллельных ветвей, витковые замыкания, проверяют качество сварки, пайки и др.

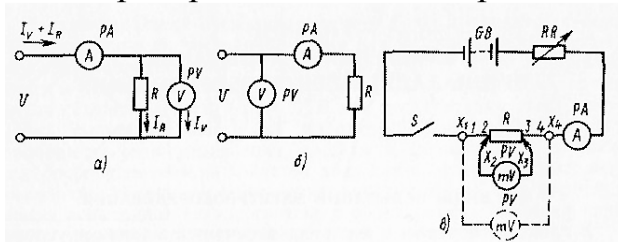


Рис. 1 Схемы включения приборов для измерения методом амперметра и вольтметра сопротивлений:

а — малых, б — больших, в — очень малых, S — переключатель, GB — батарея, RK — реостат, PA — амперметр, Xi — Xa — зажимы

Для измерения сопротивлений постоянному току используют разнообразные приборы и следующие методы: амперметра — вольтметра, электрического моста, микроомметра.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА, НАПРЯЖЕНИЯ, МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Напряжение и ток в цепях постоянного тока измеряют приборами магнитоэлектрической системы. Чтобы стрелка таких приборов отклонялась в нужную сторону, ток от положительного полюса источника питания должен попадать на зажим «+» амперметра. Простейшим способом измерения постоянного тока является непосредственное прямое включение амперметра (рис. 10, а) При этом необходимо соблюдать три условия: предел измерения амперметра должен быть больше или равен максимальному рабочему току цепи $I_u > I_{Vmax}$ испытательное напряжение амперметра должно быть больше напряжения сети $U_a > U_c$; сопротивление амперметра должно быть больше сопротивления приемника $R_A > R_{np}$.

Напряжение в цепях постоянного тока может измеряться приборами различных систем. При использовании вольтметров PV магнитоэлектрической системы следует соблюдать полярность включения (рис. 2, а).

Для расширения пределов измерения вольтметров применяют добавочные резисторы (рис. II, б). В этом случае предел измерения

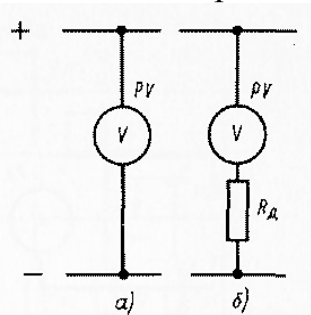


Рисунок 2. Схемы включения вольтметров в цепи постоянного тока: а — непосредственное включение, б — с добавочным резистором

где U_{PVx} — расширенный предел вольтметра; R_d — сопротивление добавочного резистора; K — коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличивается предел измерения напряжения прибора при использовании добавочного резистора.

Выпускаются различные шунты и добавочные резисторы для расширения пределов измерения приборов постоянного тока.

Схемы включения вольтметров с добавочными резисторами в цепях постоянного тока и однофазных сетях переменного тока одинаковы (рис. 2,б). Схемы включения амперметров и вольтметров при использовании измерительных трансформаторов показаны на рис. 3, а, б.

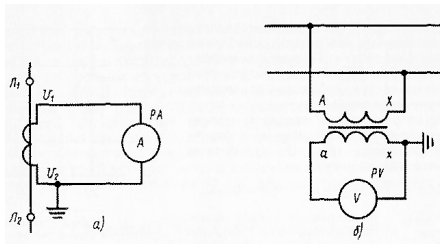


Рисунок 3. Схемы включения измерительных приборов переменного тока а — с трансформатором тока, б — с трансформатором напряжения $P = W \cos \phi$; $Q = UI \sin \phi$; $S = t //$.

Угол ϕ или $\cos \phi$ определяют с помощью фазометра. При отсутствии фазометра полную мощность находят по показаниям вольтметра и амперметра: $S = UI$. С помощью ваттметра измеряют активную мощность, отсюда: $\cos \phi = P/S$; $\phi = \arccos P/S$; $Q = UI \sin \phi$.

При включении вольтметра в измеряемую цепь учитывают полярность его выводов (начала токовой обмотки и обмотки напряжения). При равномерной нагрузке мощность в трехфазной сети можно измерить одним ваттметром. Схемы измерения для трехфазной четырехпроводной и трехпроводной сетей показаны на рис. 5, а, б. Когда нулевая точка сети недоступна, создается искусственная нулевая точка, при этом сопротивления должны быть равны:

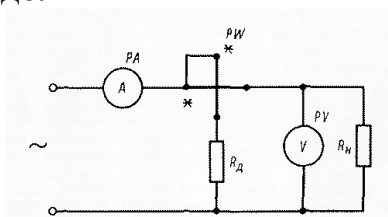


Рисунок 4 Схема включения приборов для измерения мощности: R_n — резистор нагрузки, R_d — добавочный резистор к обмотке напряжения ваттметра

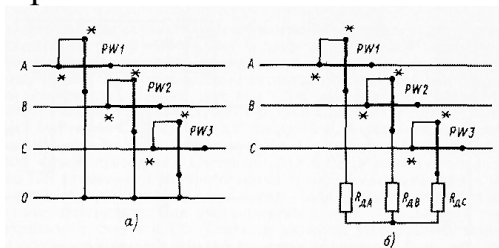


Рисунок 5. Схемы включения ваттметров для измерения активной мощности трехфазного тока а — непосредственное, б — с добавочным резистором

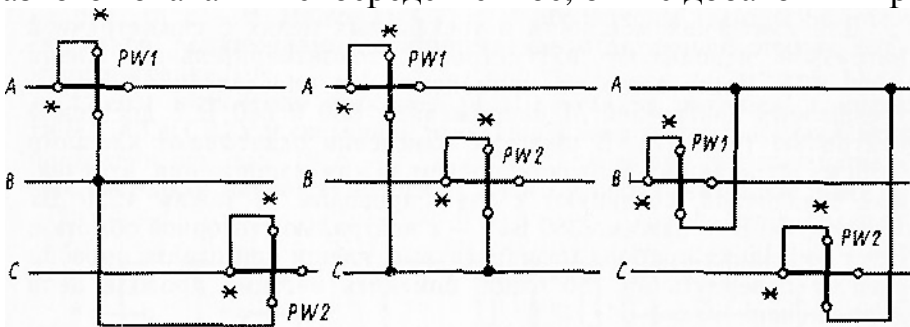


Рисунок 6 Схемы включения двух ваттметров для измерения мощности

трехфазного тока $R_a = R_{дд} = R_{дс}$. Мощность определяют суммированием показаний всех трех ваттметров.

Для измерения мощности цепи трехфазного тока чаще всего используют два ваттметра как при симметричной, так и несимметричной нагрузке фаз. Три равноценных варианта включения ваттметров при измерении активной мощности показаны на рис. 6. Активную мощность определяют как сумму показаний двух ваттметров. Реактивную мощность в трехфазной цепи при равномерной нагрузке всех трех фаз можно измерить с помощью одного ваттметра (рис. 7, а). Для получения полной реактивной мощности показания одного ваттметра умножают на 3. При равномерной и неравномерной нагрузке реактивную мощность в трех- и четырехпроводной сети определяют с помощью трех ваттметров (рис. 7,б):

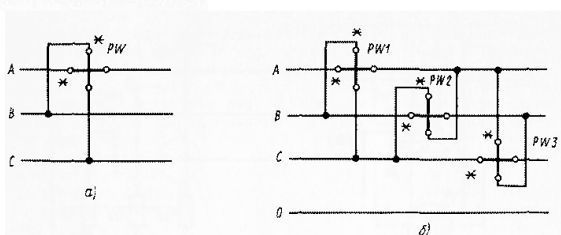


Рис 7. Схемы измерения реактивной мощности в трехфазной сети: а — с помощью одного ваттметра, б — с помощью трех ваттметров где P_A , P_B , P_C — показания ваттметров, включенных соответственно в фазы А, В, С. Для измерения мощности в трехфазных цепях с симметричной нагрузкой используют ваттметровые токоизмерительные клещи (рис. 8). Чаще всего их применяют для определения нагрузки трехфазных двигателей М напряжением 380 и 660 В с доступной нейтралью (рис. 8). В процессе измерения охватывают клещами один из подводящих проводов, причем зажим напряжения, отмеченный звездочкой, соединяют с этим проводом, а зажим «220 В» (в цепи 660 В зажим «380 В») — с нейтралью статорной обмотки. Если показания прибора отрицательные, клещи при охвате провода следует повернуть на 180° либо поменять местами провода цепи напряжения. В сетях переменного тока учет вырабатываемой и потребляемой электроэнергии осуществляется с помощью счетчиков индукционной системы, которые изготавливают в одно- и трехфазном исполнении.

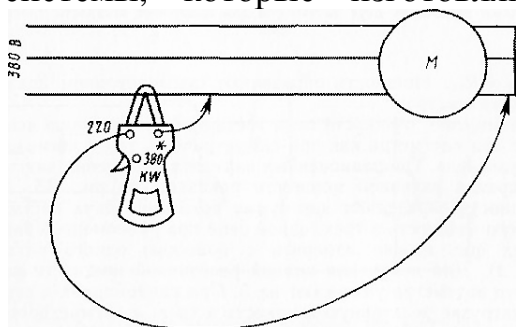


Рисунок 8 Измерение мощности трехфазного двигателя с помощью ваттметровых измерительных клещей

Последние бывают двух модификаций — для трех- и четырехпроводной сети. Для учета расхода активной и реактивной энергии

выпускаются специальные счетчики. Для измерения в трехфазных сетях активной энергии служат счетчики СА3, СА4, СА4У, реактивной энергии — СР3, СР4, СР4У (цифра 3 в обозначении типа счетчика указывает, что он предназначен для трехпроводной сети, 4 — для четырехпроводной). Счетчики СА4У и СР4У выпускаются только для включения с измерительными трансформаторами тока и напряжения, счетчики остальных типов — для прямого включения и с трансформаторами. Для учета энергии в цепях однофазного тока используют счетчики СО. Счетчики активной энергии изготовляют классов точности 1,0; 2,0; 2,5, счетчики реактивной энергии—2,0; 2,5; 4,0. Класс точности счетчиков и измерительных трансформаторов, предназначенных для цепей коммерческого и технического учета, должен соответствовать требованиям ПУЭ.

Контрольные вопросы:

1. Приборы и установки для измерений тока, напряжений, мощности.
2. Приборы и установки для измерений времени, фазы, температуры.

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
2. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Лабораторная работа 3

Тема: Наладка конденсаторных установок.

Цель: Изучить наладку конденсаторных установок.

Оборудование: МУ к лабораторной работе.

Ход работы Теоретическая часть

Наладочный персонал, занимающийся проверкой конденсаторных установок, должен знать, для чего их применяют, как они должны быть выполнены и каков объем проверок перед их включением в работу.

Чтобы получить значение коэффициента мощности 0,92—0,95, необходимо установить на предприятии специальные компенсирующие устройства — источники реактивной мощности. К ним относят: конденсаторы для повышения коэффициента мощности; синхронные компенсаторы; синхронные двигатели, работающие в режиме перевозбуждения; синхронизированные асинхронные двигатели; фазокомпенсаторы (трехфазные возбудители).

При использовании конденсаторов различают централизованную, групповую и индивидуальную компенсацию реактивной мощности.

При централизованной компенсации (рис. 1) конденсаторы устанавливают на стороне высокого или низкого напряжения подстанций предприятий. При этом электрическая сеть предприятия от реактивных токов не разгружается, причем при установке конденсаторов на стороне высокого напряжения подстанции не разгружается также и трансформатор предприятия.

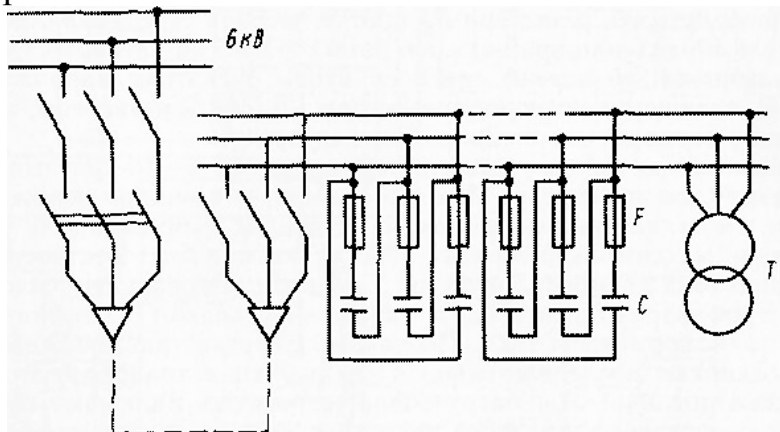


Рисунок 1. Схема подключения батареи конденсаторов к шинам подстанции; F — предохранители, C — конденсаторы, TV — трансформатор напряжения

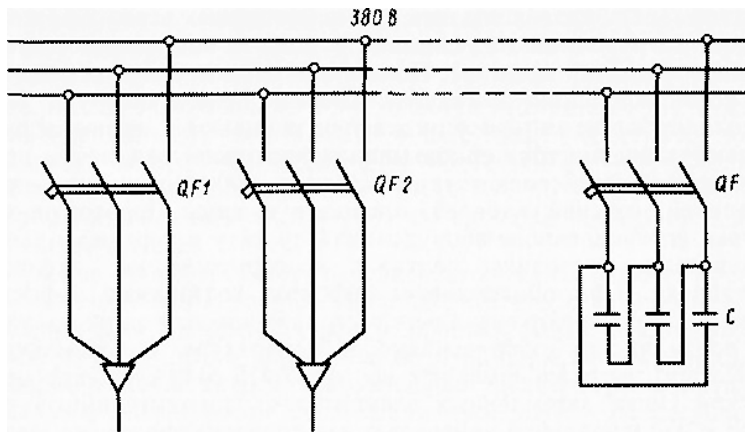


Рисунок 2 Схема подключения конденсаторов к цеховому распределительному устройству

При групповой компенсации (рис. 2) батарею конденсаторов присоединяют к цеховому распределительному устройству. В этом случае от реактивных токов разгружаются лишь питающая сеть и трансформаторы предприятия.

При индивидуальной компенсации (рис. 3) конденсаторы устанавливают непосредственно у приемников, например у электродвигателей.

Промышленность выпускает конденсаторы для повышения коэффициента мощности переменного тока частотой 50 Гц на следующие номинальные напряжения: 220, 380, 500, 660, 3150, 6300 и 10 500 В. При этом на напряжения 3150, 6300 и 10 500 В конденсаторы изготовляют однофазными, а на напряжения 220—660 В — трехфазными с соединением фаз внутри конденсатора в треугольник.

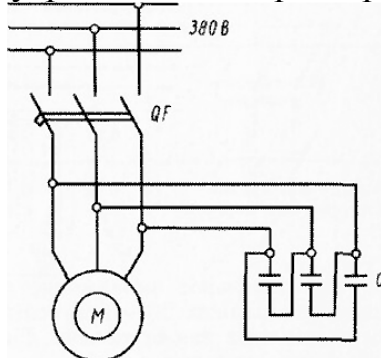


Рисунок 3 Схема подключения конденсаторов непосредственно к двигателю

В трехфазных сетях переменного тока 3150, 6300 и 10 500 В однофазные конденсаторы соответствующих напряжений соединяют в «треугольник» или «звезду». В зависимости от напряжения сети трехфазные батареи конденсаторов могут комплектоваться из однофазных конденсаторов при последовательном или параллельном или параллельно-последовательном их соединении в каждой фазе батареи. Соединение выводов конденсаторов между собой и присоединение их к шинам выполняют гибкими перемычками.

Наладку конденсаторной установки начинают с изучения проекта, инструкций и чертежей предприятия-изготовителя, затем производят

проверочный расчет уставок защит, плавких вставок предохранителей, сечений кабелей, проводов и шин. Проверяют соответствие установленного оборудования проекту и чертежам завода-изготовителя, состояние монтажа и оборудования, входящего в установку. При обнаружении дефектов составляют дефектную ведомость. Проверяют визуально состояние заземляющих проводников, соединяющих оборудование и аппаратуру с заземляющим устройством, а также измеряют мостом М416 сопротивление металлической связи заземленных элементов с заземлителями в установках с изолированной нейтралью или сопротивление цепи фаза — нуль в установках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, затем измеряют мегаомметром на 2500 В сопротивление изоляции между выводами и относительно корпуса каждого конденсатора. Сопротивление изоляции и коэффициент абсорбции R00/R15 не нормируются.

Испытывают электрическую прочность изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (50 Гц). Испытанию подвергается изоляция между выводами конденсаторов и между выводами и корпусом. Значения испытательных напряжений приведены в табл. 2. Продолжительность приложения испытательного напряжения 1 мин. При отсутствии источника достаточной мощности испытания повышенным напряжением промышленной частоты могут быть заменены испытанием выпрямленным напряжением удвоенного значения по отношению к указанному в табл. 2.

Таблица 2 Испытательное напряжение промышленной частоты конденсаторов для повышения коэффициента мощности

Испытываемая изоляция	Испытательное напряжение, кВ, для конденсаторов с рабочим напряжением, кВ					
	0,22	0,38	0,66	3,16	6,30	10,50
Между обкладками	0,42	0,72	1,25	5,9	11,8	20
Относительно корпуса	2,1	2,1	5,1	5,1	15,3	21,3

Испытательное напряжение повышают плавно с нуля или со значения, равного 20—25 % испытательного. Снижение напряжения осуществляют также плавно. После испытания конденсаторы необходимо разрядить.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты относительно изоляции корпуса конденсаторов, предназначенных для повышения коэффициента мощности и имеющих вывод, соединенный с корпусом, не производится.

Емкость обычно измеряют у конденсаторов напряжением 1 кВ и выше, но при необходимости допускается измерять ее и у конденсаторов напряжением ниже 1 кВ. Измеренные емкости не должны отличаться от

паспортных значений более чем на $\pm 10\%$ для конденсаторов напряжением до 1050 В и от 5 до + 10 % для конденсаторов напряжением выше 1050 В.

В конце проверки батарею конденсаторов испытывают трехкратным включением на рабочее напряжение сети с измерением токов в каждой фазе батареи. Токи в различных фазах не должны отличаться друг от друга более чем на 5%. При включении батареи не должно наблюдаться ненормальных явлений (автоматическое отключение, перегорание предохранителей, шум и потрескивание в баках). Запрещается включать конденсаторы на напряжение более 110%.

Контрольные вопросы:

1. Какие дефекты электрического оборудования чаще всего встречаются при наладочных работах?
2. Какими приборами проверяют схемы соединений?
3. Как осуществляется наладка контакторов и пускателей?

Список литературы:

3. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
1. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
3. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
4. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Лабораторная работа 4

Тема: Наладка контакторов и пускателей

Цель: Изучить наладку контакторов и пускателей

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы

Теоретическая часть

В большинстве схем управления электроприводом для включения двигателей применяют контакторы, а также магнитные и бесконтактные (тиристорные) пускатели. С их помощью осуществляется дистанционное и автоматическое включение и отключение приводного двигателя, пусковых и регулировочных сопротивлений, отключение аварийных участков сети, включение тормозных электромагнитов и других вспомогательных устройств/

Контакторы и пускатели чаще всего комплектуются заводами-изготовителями вместе с аппаратурой управления и защиты в специальные блоки, панели, щиты и станции управления соответственно проектным схемам и поставляются потребителю проверенными и отрегулированными. Нередко на монтаж магнитные пускатели поступают россыпью, тогда проектную схему монтируют полностью на месте.

Контакторно-релейная аппаратура, поступающая на монтаж, в большинстве случаев нуждается в предварительной проверке и механической регулировке, так как при транспортировке могут ослабнуть крепления, а при длительном хранении может образоваться коррозия, вызывающая заедание подвижных систем и нарушающая проводимость контактных поверхностей.

При первоначальной наладке аппаратов на месте монтажа проверяют внешним осмотром: соответствие типа аппарата и параметров втягивающей катушки проекту или реальным нагрузкам, отсутствие консервирующей смазки и транспортных креплений, наличие всех деталей магнитной системы и возвращающих пружин; состояние гибких соединений, наличие и состояние искрогасительных камер, наличие немагнитной прокладки или короткозамкнутого витка и их состояние, наличие крепежных болтов, гаек, плоских и пружинных шайб и качество крепления; целостность опорных призм или подшипников; состояние главных и вспомогательных контактов и их пружин. Кроме того, вручную проверяют: отсутствие заедания подвижной системы; одновременность замыкания и размыкания главных контактов; наличие и размеры провалов главных и вспомогательных контактов; правильность действия вспомогательных контактов; плотность прилегания магнитопроводов. Правильность работы контактов и жесткость пружин оценивают при проверке и наладке сравнением с иными контакторами данного типа (в случае крайней необходимости — по каталожным данным). При замыкании и размыкании должно происходить скольжение одного контакта относительно другого (перекатывание).

Раствор А и провал В главных контактов замеряют шаблоном или нутромером в местах, показанных на рис. 29, а, б. Размеры растворов и провалов указаны в специальных таблицах завода-изготовителя.

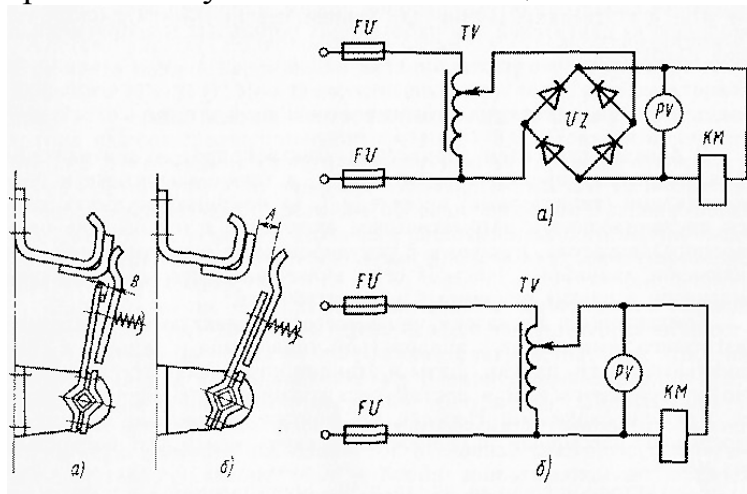


Рисунок 1- Проверка провала (а) и раствора (б) главных контактов
 Рис 30 Схемы проверки напряжения втягивания и отпадания контакторов, а — постоянного тока, б — переменного тока, FV — плавкий предохранитель, TV — трансформатор напряжения, VZ — выпрямительный блок, PV — вольт метр. KM — контакторы

При несоответствии измеряемых и заводских данных выполняют дополнительную регулировку контактов.

Изоляцию контакторов, катушек, контакторно-релейной и другой аппаратуры проверяют при контроле изоляции цепей вторичной коммутации всей схемы управления и силовых цепей установки. Отдельно аппараты отключают только в том случае, если требуется отыскание участка с низкой изоляцией.

Далее проводят испытание работы аппарата подачей на его катушку оперативного тока. При этом проверяют у контакторов постоянного тока исправность катушки, правильность установки пружин, свободный ход подвижной части, правильность зазоров, а у контакторов переменного тока и поведение магнитной системы. Если вибрация магнитной системы значительная и якорь гудит, проверяют прилегание якоря при включении, наличие перекосов. При недостаточном прилегании или перекосах выполняют дополнительную механическую регулировку, а при необходимости — шлифовку полюсов. Далее контролируют работу схемы, четкость включения и отключения аппаратов при номинальном и пониженном до 0,8 Uном напряжении. Если при пониженном напряжении четкость включения аппаратов снижается или они не срабатывают, проверяют и регулируют напряжение втягивания и отпадания контакторов или магнитных пускателей по схемам, показанным на рис. 30, а, б.

Чаще всего встречаются следующие неисправности пускателей и контакторов: вибрация магнитопровода пускателей и контакторов переменного тока, вызванная отсутствием короткозамкнутого витка, загрязнением плоскостей прилегания электромагнитов или неплотным

прилеганием поверхностей электромагнитов;повышенный нагрев катушек пускателей или контакторов, что объясняется малым экономическим сопротивлением у контакторов постоянного тока и увеличенным зазором среднего стержня у контакторов и пускателей переменного тока;подгорание, глубокая коррозия контактов, что объясняется неодновременностью их касания, недостаточным начальным нажатием контактов, их вибрацией при касании.

В последнее время широко применяют тиристорные пускатели серии ПТ и пусковые тиристорные устройства серии ПТУ.

Пусковые тиристорные устройства серии ПТУ (ПТУ-111 ч- ~ ПТУ-342, ПТУ-151 и ПТУ-152 на токи 63, 100, 160, 250 и 400 А) являются бесконтактными коммутационными аппаратами и в зависимости от модификации обеспечивают: включение, отключение трехфазных асинхронных двигателей, трехфазных активных и активно-индуктивных нагрузок (кроме, трансформаторов); включение и динамическое торможение при выключении асинхронных двигателей; включение, динамическое торможение при выключении и изменение направления вращения (реверс) асинхронных двигателей.

После монтажа пускателя проверяют визуально состояние контактных соединений шин, кабелей на входных и выходных зажимах, а также состояние крепления гибких выводов тиристоров. Ослабленные места подтягивают гаечным ключом. Проверяют также надежность крепления тиристоров в охладителях. Для надежной работы пускателя необходимо, чтобы основание тиристора плотно прилегало к охладителю. Тиристор можно ввертывать в гнездо охладителя только торцовыми ключами. Контролируют визуально состояние монтажа, пайки, целостности комплектующих изделий, пайки проводов на управляющих электродах тиристоров. При необходимости пайку производят припоем ПОССу40-0,5 или ПОССу61-С),5 с канифолью. Не допускается использовать для пайки кислотные флюсы. Пропаянные места покрывают грунтовкой ВЛ-0,2.

Проверяют надежность крепления термодатчика на охладителе. При этом основание термодатчика должно плотно прилегать к охладителю, а поверхности соприкосновения должны быть очищены от пыли и других предметов, нарушающих тепловой контакт.

Контрольные вопросы:

1. Какие дефекты электрического оборудования чаще всего встречаются при наладочных работах?
2. Какими приборами проверяют схемы соединений?
3. Как осуществляется наладка конденсаторных установок?

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.:

Издательство «Омега-Л», 2020.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 1

Тема: Проверка и испытание трансформаторов до 10 кВ

Цель: Изучить проверку и испытания трансформаторов до 10 кВ

Оборудование: МУ к лабораторной работе.

Ход работы
Теоретическая часть

ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 10 КВ



Объемы и нормы приемосдаточных испытаний силовых трансформаторов устанавливаются ПУЭ

В программу приемосдаточных испытаний трансформаторов общего назначения входят следующие: измерение сопротивления обмоток постоянному току и сопротивления изоляции; проверка коэффициента трансформации и группы соединения обмоток; испытание пробы масла; испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (50 Гц), приложенным от внешнего источника; измерение тока холостого хода и др.

Перед испытаниями трансформаторов следует ознакомиться с технической документацией (проектной и завода-изготовителя), а также произвести их осмотр с целью установления комплектности смонтированного оборудования, его соответствия проекту, отсутствия видимых повреждений конструктивных элементов, изоляции, выводов. Испытания проводят при температуре окружающего воздуха 10—40 °С.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТОК ПОСТОЯННОМУ ТОКУ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

При измерении сопротивления обмоток трансформаторов постоянному току необходимо использовать приборы повышенной точности класса 0,5; 1,0, поскольку по результатам этих измерений выявляют характерные дефекты: недоброкачественную пайку и плохие контакты в обмотке и в присоединении вводов; обрыв одного или нескольких из параллельных проводов в обмотках.

Измерения сопротивления обмоток выполняют преимущественно мостовым методом или методом вольтметра — амперметра.

При измерении малых сопротивлений (менее 1 Ом) провода цепи вольтметра подсоединяют к зажимам трансформатора непосредственно (рис. 1, а), при измерении больших сопротивлений применяют схему, показанную на рис. 35, б. Сопротивление проводов цепи вольтметра не должно превышать 0,5 % его сопротивления. Вольтметр следует включать после того, как ток в цепи измеряемой обмотки достигнет установившегося значения, а отключать — до разрыва цепи тока с помощью кнопки 5Л.

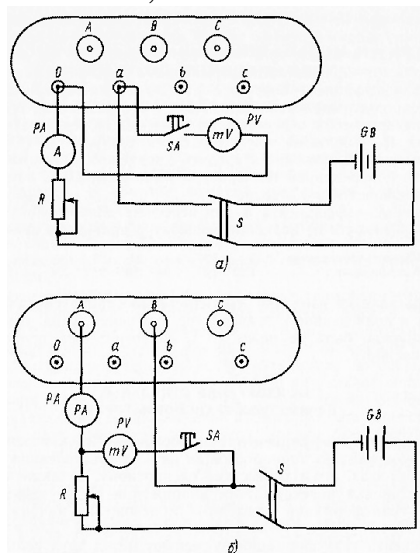


Рисунок 1 Схема измерения сопротивлений постоянному току а — малых, б — больших

Сопротивление изоляции определяют мегаомметром на 1000, 2500 В с верхним пределом измерения не ниже 10 000 МОм. Перед измерениями испытываемую обмотку заземляют на 2—5 мин для снятия возможного емкостного заряда. Измерения осуществляют между каждой обмоткой и корпусом и между обмотками при отсоединенных и заземленных на корпус остальных обмотках.

Состояние изоляции обмоток определяют не только абсолютным значением ее сопротивления, но и коэффициентом абсорбции $кабс = R_{60}/R_{15}$. Измерение сопротивления изоляции позволяет судить как о местных дефектах, так и о степени увлажнения изоляции обмоток трансформатора. Значение сопротивления изоляции R_{60} не нормируется, но его необходимо сравнивать с данными заводских испытаний. Коэффициент абсорбции также не нормируется, но обычно при 10—30 °С для трансформаторов с неувлажненными обмотками напряжением до 35 кВ включительно он находится в пределах 1,3 и выше, для трансформаторов 110 кВ и выше — в пределах 1,5—2,0. Для трансформаторов с увлажненными обмотками этот коэффициент близок к 1,0. Во время пусконаладочных работ сопротивление изоляции измеряют при различных температурах. Для сравнения перечисляют измеренные результаты сопротивления R_{60} изоляции при разных температурах и с помощью коэффициента K приводят к

среднему значению. При этом учитывают, что с понижением температуры на каждые 10 °С сопротивление увеличивается в 1,5 раза.

Сопротивление изоляции R60, измеренное при пусконаладочных работах и приведенное к температуре измерения, указанной в паспорте, должно быть не менее 70 °С сопротивления, приведенного в этом паспорте.

ИЗМЕРЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Определение коэффициента трансформации.

При измерениях проверяют коэффициент трансформации на всех ответвлениях обмоток и для всех фаз, его соответствие паспортному, а также правильность установки переключателя напряжения на ступенях. Коэффициент трансформации определяют по отношению напряжений обмоток ВН, СН, НН с учетом схемы их соединения. Для измерения коэффициента трансформации применяют метод двух вольтметров, причем выбирают приборы класса 0,5. При испытании трехфазных трансформаторов одновременно измеряют линейные напряжения, соответствующие одноименным линейным зажимам проверяемых обмоток. Подводимое напряжение должно быть от одного до нескольких десятков процентов номинального, причем большие значения относятся к трансформаторам меньшей мощности, а меньшие значения — к трансформаторам большей мощности. Как правило, коэффициент трансформации измеряют при трехфазном возбуждении обмоток трансформатора.

Проверка группы соединения обмоток силовых трансформаторов.

Группа соединения трансформатора имеет важное значение для параллельной его работы с другими. Одним из основных условий допустимости параллельной работы трансформаторов является тождество групп соединения их обмоток. При отсутствии паспортных данных или при сомнениях в их достоверности группу соединений обмоток обычно проверяют до монтажа. Она должна соответствовать паспортным данным и обозначениям на щитке. Проверку группы соединений осуществляют: двумя вольтметрами, методом импульсов постоянного тока, фазометром. В практике наладочных работ широко распространены первые два метода.

Метод двух вольтметров для определения группы соединения основан на совмещении векторных диаграмм первичного и вторичного напряжений. Пользуясь полученными результатами, строят векторную диаграмму для определения значений напряжения.

Метод импульсов постоянного тока сводится к поочередному определению полярности («+» или «—») зажимов ab, bc, ca трансформатора гальванометром. При этом к выводам АВ, ВС, СА обмотки высшего напряжения подводят напряжение 2—12 В от гальванической батареи. В обмотке низшего напряжения индуцируется эдс определенного знака.

Полученные результаты сравнивают с данными, приведенными в специальной таблице. В качестве гальванометра используют любые

гальванометры магнитоэлектрической системы, например М106, М45М, М250.

Испытание пробы масла.

Обычно силовые трансформаторы I и II габаритов прибывают на монтаж заполненные маслом. В таких случаях при наличии удовлетворяющих нормам заводских испытаний, проведенных не более чем за 6 мес до включения в работу трансформатора, разрешается испытывать масло по сокращенной программе: на электрическую прочность и визуальное определение содержания механических примесей. Пробу масла отбирают из нижней части бака, предварительно промыв сливное отверстие. Посуда, в которую отбирают пробу масла, должна быть чистой, хорошо высушенной и плотно закрытой. Минимальное пробивное напряжение масла определяют на аппаратах АИИ-70 в маслопробном сосуде со стандартным разрядником, который выполнен в виде двух латунных электродов диаметром 25 мм с закругленными краями и расстоянием между электродами 2,5 мм. Залитое в сосуд масло выдерживается 30 мин для удаления воздушных пузырьков. Повышение напряжения до пробоя осуществляется плавно со скоростью до 2 кВ/с, причем выполняется 5—6 пробоев с интервалом 10 мин между ними. Первый пробой не учитывают. Электрическую прочность масла определяют как среднее арифметическое и сравнивают с табличными данными в ПУЭ. При отсутствии протокола заводских испытаний делают полный анализ пробы масла. Допустимое значение электрической прочности масла для трансформаторов напряжением 15 кВ составляет 30 кВ.

Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты (50 Гц).

Эти испытания проводят вместе с зажимами (вводами) от постороннего источника повышенного напряжения. В практике пусконаладочных работ их выполняют специальные автоэлектроработники. Испытательные напряжения промышленной частоты в зависимости от класса напряжения обмотки имеют следующие значения:

Класс напряжения обмотки, кВ	До	0,69	3	6	10
Испытательное напряжение по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ:					
для нормальной изоляции	4,5	16,2	22,5	31,5	
» облегченной »	2,7	9	15,4	21,6	

Измерение тока холостого хода. Во время этого испытания проверяют состояние магнитопровода трансформатора. При его повреждениях, например нарушении изоляции между листами, потери и ток холостого хода увеличиваются. Кроме того, резкое увеличение тока холостого хода — показатель наличия замыкания между витками одной из обмоток, местного нагрева и пр. При измерении холостого хода к обмотке низшего напряжения при разомкнутых остальных обмотках подают номинальное напряжение синусоидальной формы и номинальной частоты. Ток холостого хода измеряют по схеме, показанной на рис. 36. Полученный при измерениях, он не должен отличаться от заводских данных более чем на 30 %.

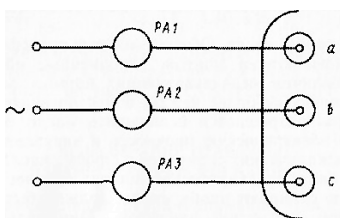


Рисунок 2- Схема измерения тока холостого хода

Контрольные вопросы:

1. Какие проводят приемосдаточные испытания при наладке силовых трансформаторов напряжением до 10 кВ?
2. Какими параметрами характеризуется сопротивление изоляции обмоток трансформаторов при определении степени их увлажнения?
3. Как проверяют группу соединения обмоток силовых трансформаторов?

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НИЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 2

Тема: Испытание электрических машин

Цель: Изучить испытание электрических машин

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы

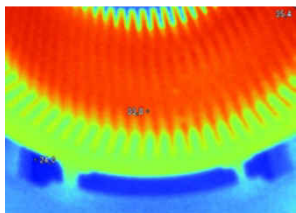
Теоретическая часть

Испытания электрических машин после ремонтов производятся в соответствии с

ГОСТ 183-74 и РД 34.45-51.300-97:

1. Измерение активного сопротивления постоянному току. Измерение сопротивления постоянному току обмоток даёт возможность определить некачественные пайки, наличие витковых замыканий, среднюю температуру обмотки.

2. Испытание статорного железа (на нагрев), с помощью тепловизора. Испытание активной стали статора производят с целью определения местных дефектов активной стали статора и удельных потерь. У электродвигателей активную сталь подвергают испытанию перед укладкой обмотки, а также при обнаружении дефектов. Активную сталь испытывают переменным магнитным потоком, проходящим по замкнутой магнитной цепи. Вследствие потерь в магнитопроводе активная сталь равномерно нагревается, исключения составляют те места, где есть дефекты, которые нагреваются значительно сильнее из-за добавочных потерь.



3. Виброконтроль (вибродиагностика). При балансировке и измерении интенсивности вибрации машин, имеющих шпоночную канавку на конце вала, используют полушпонку. Расположение точек измерения и направления, в которых измеряют интенсивность вибрации, должно соответствовать приведенным на рисунке 1 для машин с высотами оси от 56 до 400 мм.

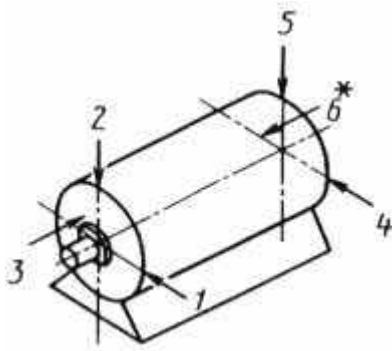


Рисунок 1.

4. Измерение сопротивления изоляции. Известно, что через изоляцию на корпус машины проходит ток, который называют током утечки. Его значения очень малы, и даже в машинах, рассчитанных на высокое номинальное напряжение, не превышают нескольких миллиампер, так как сопротивление изоляции обмоток достигает Мега Ом. Показания прибора (мегаомметра) фиксируют спустя 15 и 60 секунд после начала испытаний. Отношение этих показаний называют коэффициентом абсорбции.

5. Коэффициент абсорбции. Его значение характеризует степень увлажнения изоляции и учитывается при решении вопроса о необходимости сушки изоляции обмоток. При влажной изоляции значение коэффициента близко к единице. При сухой изоляции, например для высоковольтных машин, его значение находится в пределах – 1.3-1.5.

6. Испытание высоким напряжением. Испытания обмоток повышенным напряжением промышленной частоты проводятся после сборки электродвигателя в течение 1 минуты. Результаты испытаний считаются положительными, если не наблюдалось скользящих разрядов, толчков токов утечки или нарастания его установившегося значения, пробоев или перекрытий и если сопротивление изоляции, измеренное мегаомметром после испытаний, осталось прежним.

7. Испытание на холостом ходу. Испытания электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом производится у электрических машин мощностью 100 кВт и более на напряжение 3 кВт и выше. Значение тока холостого тока после капитального ремонта электродвигателей не должно отличаться более чем на 10% от значения тока, измеренного перед ремонтом. Продолжительность проверки не менее 1 часа.

Контрольные вопросы:

1. Виброконтроль.
2. Испытание на холостом ходу.
3. Испытание высоким напряжением.

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 3

Тема: Меры безопасности при электромонтажных работах

Цель: Ознакомиться с мерами безопасности при электромонтажных работах

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы Теоретическая часть

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Организацию работы по охране труда и технике безопасности при производстве ЭМР осуществляют в соответствии с действующими ГОСТ 12.1.019—79, СНиП [67], специальными [75] и ведомственными [70] правилами. В ГОСТ 12.1.013—78 и [67] определен порядок организации работы по технике безопасности на стройках. В [67] указано, что за общее состояние охраны труда и техники безопасности в монтажных организациях несут равную ответственность как начальник (управляющий), так и главный инженер главка, треста или управления.

Вследствие повышенной опасности производства ЭМР запрещено вести монтаж оборудования, электроустановок и линий электропередачи при отсутствии ППР, который разрабатывает электромонтажная организация или по ее заказу специализированная проектная организация. ППР должен удовлетворять требованиям [12].

Рабочие и служащие электромонтажных организаций могут быть допущены к выполнению работ только после прохождения вводного (общего) инструктажа и инструктажа на рабочем месте (производственного) по технике безопасности. Все рабочие должны пройти курсовое обучение по технике безопасности и специальное техническое обучение. Ответственность за своевременность, полноту и правильность обучения по технике безопасности несет руководитель монтажного участка, управления, треста.

Обучение технике безопасности должно быть организовано для всех рабочих, прошедших вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте, и не позднее чем в трехмесячный срок со дня зачисления в штат. Обучение производится администрацией по типовым программам.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

Электросварочные работы разрешается выполнять рабочим, прошедшим специальное обучение по технике безопасности при производстве сварочных работ (ГОСТ 12.3.003—75) и имеющим отметку в удостоверении о проверке знаний по технике безопасности и допуске к этим работам.

Перед началом сварочных работ необходимо проверить: исправность изоляции сварочных проводов и электрододержателей, а также надежность всех контактных соединений; отсутствие соприкосновения сварочных

проводов со стальными тросами, шлангами ацетиленовой сварки, газопламенной аппаратуры и горячими трубопроводами; отсутствие напряжения на корпусе сварочного аппарата; отсутствие в месте производства сварочных работ хранения или использования огнеопасных материалов: бензина, ацетона, спирта, уайт-спирита и т. п. Включать электросварочный аппарат в сеть разрешается только закрытым рубильником.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ТОКОПРОВОДОВ

Распределительные устройства.

При приемке помещения закрытого РУ от строительной организации под монтаж должно быть отмечено в акте закрытие всех каналов и проемов в перекрытии временными сплошными настилами заподлицо с полом, тщательно подогнанным так, чтобы исключалась возможность их самопроизвольного смещения. Территория открытого РУ должна быть ограждена и кабельные каналы закрыты плитами или щитами. На открытых каналах должны быть сделаны переходы с перилами высотой 1 м.

Перемещать, поднимать и устанавливать щиты, камеры и блоки щитов и камер следует только после принятия мер, предупреждающих их опрокидывание. Для этого должны быть предварительно установлены расчалки, подвески и т. п. При подъеме аппаратов нельзя кренить стропы, тросы и канаты за изоляторы, монтажные детали или отверстия в лапах.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОВ, СИЛОВОГО И ОСВЕТИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Выправлять провода, стальную проволоку (катанку) и металлическую ленту при помощи лебедок и других приспособлений следует на огороженных площадках, расположенных в отдалении от находящихся под напряжением ОРУ и ВЛ. С приставных и раздвижных лестниц запрещается сверлить сквозные отверстия в стенах и междуэтажных перекрытиях, а также натягивать горизонтально расположенные провода сечением более 4 мм². Запрещается ходить по смонтированным коробам, лоткам, трубным блокам и т. п.

Перед установкой аппаратов, щитков, ящиков, шкафов и другого оборудования должна быть проверена прочность закрепления конструкций, на которых их устанавливают. Вручную разрешается поднимать и поддерживать монтируемые аппараты, конструкции, элементы трубных проводок с массой не более 10 кг. При массе более 20 кг установка должна производиться не менее чем двумя рабочими. После подъема аппараты, конструкции, блоки, узлы и т.п. должны быть немедленно закреплены на основаниях.

Запрещается проверять пальцами совмещение отверстий собираемых конструкций и устанавливаемого оборудования.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИИ

Общие меры безопасности.

Работы на ВЛ при приближении грозы или при ветре более 12 м/с (6 баллов) должны быть прекращены.

Смонтированные участки ВЛ длиной 3—5 км должны быть закорочены и заземлены; запрещается находиться под опорой, люлькой, телескопической вышкой при работе на них и под монтируемыми проводами ВЛ; не допускается прикреплять провода и тросы к площадке телескопической вышки, а также использовать опоры монтируемой ВЛ для закрепления оттяжек подъемных механизмов и приспособлений; не допускается также крепить оттяжки, блоки и т. п. К фундаментам устанавливаемых опор, к деревьям или пням; запрещается бросать какие-либо предметы и инструмент работающему на опоре; все необходимое следует подавать с помощью прочной веревки, длина которой должна быть в 2 раза больше высоты подъема предметов; к концу веревки привязывают ведро, ящик или поднимаемый предмет непосредственно; не допускается оставлять инструмент на опоре, а также топор, воткнутый в дерево опоры.

Сборку и выкладку опор как собираемых на пикете, так и доставленных на пикет в готовом для установки виде выполняют в соответствии с ППР.

Контрольные вопросы:

1. Меры безопасности при монтаже воздушных линий.
2. Меры безопасности при сварочных работах.
3. Техника безопасности при электромонтажных работах.

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 4

Тема: Классификация, маркировка и выбор проводов и кабелей, применяемых в электропроводках.

Цель: Ознакомиться с классификацией, маркировкой и выбором проводов и кабелей, применяемых в электропроводках.

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы

Теоретическая часть

Важной частью электроустановок является электрическая проводка (ЭП). Она состоит из проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

Для монтажа ЭП применяют силовые и установочные провода. Используют для соединения электроустановок (ЭУ) и их частей при прокладке внутри помещения, на открытом воздухе, в трубах и т.д. Изоляция проводов рассчитана на напряжение 380, 660 и 3000 В переменного тока. И может быть резиновой или пластмассовой.

Провода разделяются на:

- изолированные и неизолированные;
- защищенные и не защищенные.

Провода, имеющие поверх изоляции внешнюю защитную оболочку в виде х/б или металлической оплетки называются **защищенными**. Для прокладки воздушных линий применяют:

- алюминиевые;
- сталеалюминевые;
- стальные не изолированные провода.

Токоведущая часть провода - жила, может быть одно или многопроволочной.

Жилы проводов имеют стандартное сечение в мм:

0,5; 0,75; **1**; 1,0; 1,5; 2,5; 4,6; 10; 16; 25; 35; 70;

95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 325; 800.

Разновидность провода -- шнур. Это провод с особо гибкими изолированными медными жилами. Сечением на более 1,5 мм² каждая. Их используют для присоединения к сети напряжением до 220 В бытовых электроприборов и изделий (чайники, утюги, телевизоры и т.д.).

Провода и кабели различают так же по:

- количеству жил (от 1 до 4, контрольных кабелей от 4 до 61);
- по сечению (от 0,5 до 800 мм²);
- по номинальному напряжению, на которое рассчитаны жилы.

Маркировка установочных проводов и шнуров складывается из букв и цифр. Первая буква - *материал, жилы*

А - алюминий. При отсутствии этой буквы жила медная; **Вторая буква**

П - провод;

ПП - провод плоский; Третья и последующие буквы - *материал изоляции и защиты:*

Р - резиновая;

В - поливинилхлоридная

П - полиэтилен;

О - изолированные жилы в оплетке из Х/б пряжи;

Н - негорючая резиновая оболочка;

Ф - фальцованная (металлическая) оболочка.

Г - с гибкой жилой;

Д - провод двужильный;

Т - с несущим тросом.

Цифровая часть пример: 3 x 2,5 , где 3 - количество жил; 2,5 - сечение каждой мм²

В маркировке соединительных шнуров должна присутствовать буква Ш. При выборе установочных проводов учитывают:

1. условия прокладки;
2. требуемое количество жил;
3. их сечение (мм);
4. напряжение, при котором провода будут эксплуатироваться.

Обмоточные эмалированные провода (ОП)

ОП предназначены для изготовления электрических машин, трансформаторов небольшой мощности, реле, контакторов и других электротехнических устройств. Классификацию этих проводов связывают с температурным индексом, т.е. температурой, при которой эмалевая изоляция проводов сохраняет свои свойства в течение гарантированного ресурса времени 20000 часов.

ОП изготавливают в основном из меди с жилами с небольшим сечением, поэтому их различают по диаметру (0,02 - 2,5 мм).

Маркировка обмоточных проводов **Первая буква - провод (П)**

Последующая буква - материал изоляции

ЭЛ - из лакостойкой эмали;

ЭВ - из высокопрочной эмали;

ЭТ - из теплостойкой эмали;

Б - из х/б пряжи (волокна);

Ш - из натурального шелка;

Л - из лавсана;

- К - из капрона;
- ШК - из искусственного шелка - капрона;
- О - один слой изоляции;
- Д - два слоя изоляции.

Обозначение кабелей

Кабели

Кабельные изделия подразделяются на:

- силовые;
- контрольные;
- монтажные;
- управления и связи.

Конструктивное отличие кабелей от проводов заключается в том, что жилы кабелей имеют герметизированную, свинцовую, алюминиевую или пластмассовые оболочки.

Кабели, имеющие поверх герметичной защитную (броневую) оболочку называются **бронированными**. Броня изготавливается из стальных лент, оцинкованной стальной круглой или плоской проволоки. Кабели без бронированной оболочки относятся к категории голых. Изоляция кабелей выполняется из бумажных лент, пропитанных маслоканифольным составом резиной или пластмассой.

Контрольные вопросы:

6. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
7. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
9. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
- 10.Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Маркировка контрольных кабелей.

6. Силовые кабели.
7. Обозначение кабелей.

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.

5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 5

Тема: Проверка и испытание заземляющих устройств.

Цель: Изучить проверку и испытание заземляющих устройств.

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы Теоретическая часть

ПОРЯДОК И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В объем испытаний заземляющей сети входит проверка: правильности выполнения заземляющей проводки; состояния элементов заземляющего устройства; соответствия сечений заземляющих проводников ПУЭ; состояния пробивных предохранителей; наличия цепи между заземлителями и заземляемыми элементами. Последние два испытания проводят электрическими методами, а остальные — внешним осмотром.

При проверке правильности выполнения заземляющих устройств устанавливают соответствие испытываемой сети требованиям ПУЭ и СНиП, данным проекта, ГОСТу, ПТЭ и ПТБ.

Проверка состояния элементов заземляющих устройств заключается в их внешнем осмотре и контроле надежности сварных соединений простукиванием молотком, а болтовых — осмотром и затягиванием гаек.

Для правильной оценки качества заземлителей их сопротивление измеряют в периоды наименьшей проводимости грунта — зимой и летом. При испытаниях вновь смонтированной установки результаты измерения сопротивления заземления необходимо пересчитать с учетом сезонных изменений удельного сопротивления грунта с помощью поправочного коэффициента для средней полосы, приведенного в табл. 6. В других районах эти коэффициенты утверждаются местными органами Госэнергонадзора.

Сопротивление заземляющих устройств измеряют методом амперметра — вольтметра или переносными приборами МС-08, МС-07, М-416,

Коэффициенты K_1 , K_2 , и K_3 применяют при измерении сопротивления заземления соответственно во влажном грунте и при выпадении большого количества осадков, в грунте средней влажности и сухом при выпадении небольшого количества осадков

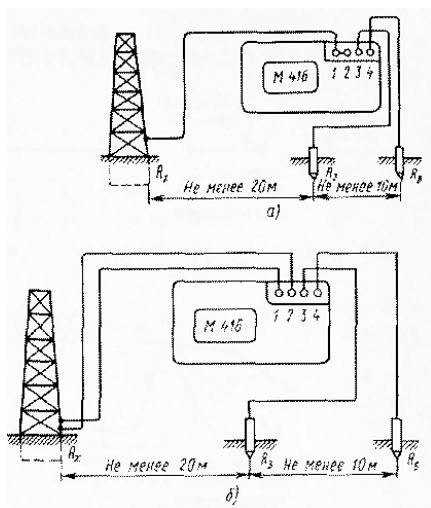


Рисунок 1. Подключение прибора к сопротивлению, заземлителю и зонду по схеме: а — трехзажимной, б — четырехзажимной

Для измерения сопротивления заземления к измерителю М-416 подключают измеряемое сопротивление R_x , вспомогательный заземлитель R_B и зонд R_3 (рис. 1, а, б). В качестве вспомогательного заземлителя и зонда используют стальные электроды (пруток или трубу диаметром не менее 5 мм) длиной не менее 800 мм.

Один конец электрода заострен для забивки в грунт, а на другом конце — болт с гайкой для присоединения провода и поперечина из такого же материала для удобства извлечения электрода из грунта по окончании измерений. В качестве вспомогательных заземлителей можно использовать металлические предметы, зарытые в землю (стальные пасынки опор, одиночные заземлители и др.), при условии, что они не связаны с испытываемым заземлителем и находятся от него на требуемом для замеров расстоянии (рис. 1 и 2). Во избежание увеличения переходного сопротивления заземлителя и зонда электроды следует забивать в грунт прямыми ударами, стараясь не раскачивать их.

Максимально допустимые сопротивления растеканию тока основных заземлителей и устройств грозозащиты приведены в табл. 2.

Для измерения сопротивления металлической связи корпусов электрооборудования с контуром заземления служат различные измерительные мосты, а также измерители заземления МС-08, М-416, М-372. Омметр М-372 предназначен специально для проверки заземляющей проводки, а также для обнаружения на корпусе электроприемника напряжения переменного тока от 60 до 380 В. Предел измерений омметра 5 Ом.

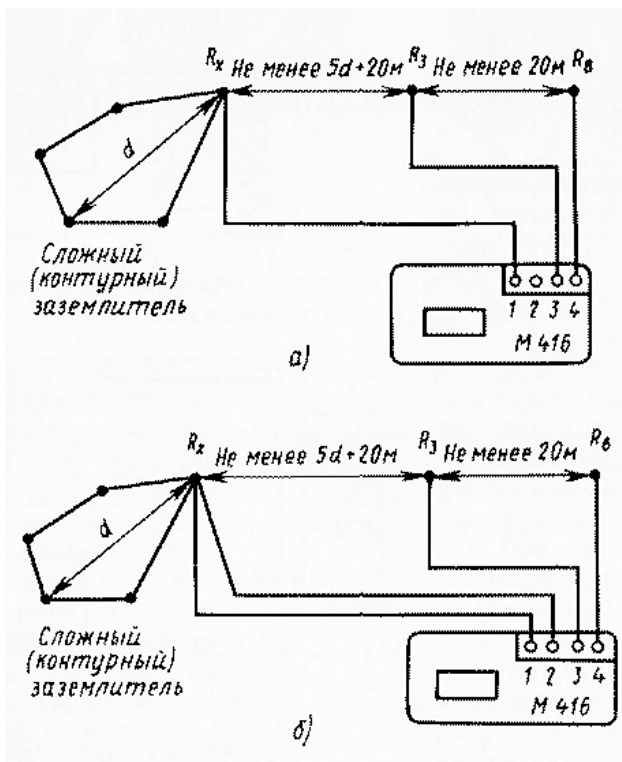


Рисунок 2 Подключение прибора к сложному заземлителю по схеме а — трехзажимной, б — четырехзажимной

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕПИ ФАЗА- НУЛЬ

Измерение сопротивления цепи фаза — нуль — основная проверка действия системы зануления, т. е. отключения аварийного участка при замыкании на корпус. При этом проверяют соответствие установленных плавких уставок предохранителей или уставок расцепителей автоматических выключателей току однофазного замыкания на корпус. Для измерения сопротивления цепи фаза нуль служит прибор М-417, позволяющий контролировать его в сетях переменного тока промышленной частоты напряжением $380 В \pm 10 \%$ без отключения питающего источника тока.

Для контроля качества цепи фаза — нуль мощных токоприемников выпускают приборы, измеряющие ток однофазного замыкания, например аппарат ИПЗ-2м, позволяющий измерять ток до 5000 А.

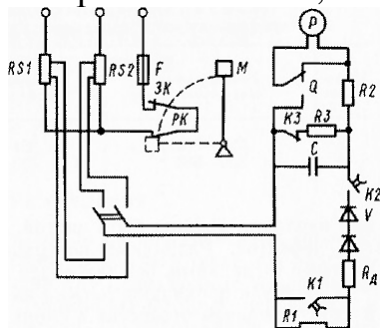


Рисунок 4. Измерение тока однофазного замыкания аппаратом ИПЗ-2м Маятник М (рис. 4), заводимый вручную в верхнее положение, при последующем свободном падении освобождает сначала защелку замыкающего ЗК, а затем размыкающего РК контактов, благодаря чему в петле происходит кратковременное (0,05 с) замыкание на один из резисторов

RS1 или RS2. Через диоды V конденсатор заряжается до напряжения, пропорционального протекающему по петле (и резистору) току. Таблица прибора позволяет переводить показания измерителя P в значения тока короткого замыкания. При замыкании через резистор RSI (3 Ом) учитывают по шкале угол сдвига фазы тока и напряжения в петле в 60° , т. е. наиболее тяжелые условия короткого замыкания. Если фактическое напряжение сети в момент испытания существенно отличается от 220 В в сторону увеличения, а результаты испытания получились близкими к предельным значениям, необходимо привести значение тока к напряжению 220 В.

ПРОВЕРКА ПРОБИВНЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

В установках напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью ставят пробивные предохранители, электроды которых в случае пробоя изоляции обмоток высокого напряжения на обмотки низкого напряжения в трансформаторах перекрываются разрядом, обеспечивая соединение с землей. Исправность пробивных предохранителей проверяют внешним осмотром. При этом их напряжение должно соответствовать напряжению трансформаторов. Фарфоровая изоляция должна быть чистой, не иметь сколов, трещин и других дефектов.

Контрольные вопросы:

1. Как проверяют состояние элементов заземляющих устройств перед их испытанием?
2. Какие приборы применяют при измерении схем заземления?
3. Как измеряют сопротивление цепи фаза — нуль?

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 6

Тема: Методы фазировки

Цель: Изучить методы фазировки

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы

Теоретическая часть

МЕТОДЫ ФАЗИРОВКИ

Отдельные части распределительных устройств, имеющие самостоятельные источники питания и могущие работать параллельно, после окончания монтажа, перед первым включением на параллельную работу, должны быть сфазированы. Фазировкой называется проверка совпадения фаз двух частей электрической установки, питаемых от одной сети. Так может возникнуть необходимость в фазировке отдельных секций или систем шин распределительных устройств, параллельных воздушных или кабельных линий, силовых и измерительных трансформаторов. Фазировка может производиться как при отсутствии, так и при наличии напряжения. В зависимости от номинального напряжения установки и условий производства работ могут применяться следующие методы фазировки.

ФАЗИРОВКА ПРИ ОТСУТСТВИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Фазировку производят при помощи мегомметра, омметра (пробника) или батарейки для карманного фонаря и лампочки путем проверки цепи между одноименными фазами, подлежащими соединению, а также между разноименными фазами (или полюсами для установок постоянного тока) подключаемых установок (рис. 1,а). Между одноименными фазами приборы должны показать наличие металлического соединения, а между разноименными фазами — изоляцию.

ФАЗИРОВКА В УСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 500 В, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

Фазировку в этих устройствах производят путем проверки наличия напряжения между фазами двух частей установки (рис. 1,б). Проверку производят при помощи вольтметра или токоискателя с неоновой лампой. Наличие напряжения проверяют как между одноименными, так и между разноименными фазами. Если обозначить фазы одной установки — ж, з, к, а фазы другой Ж, З, К и /с/ то при фазировке должны быть произведены следующие измерения: ж—жи ж—з1, ж—ки З — Жи з — Зи, З — К1, К — жи К — Зь К — /С1. При правильной фазировке напряжения меж-

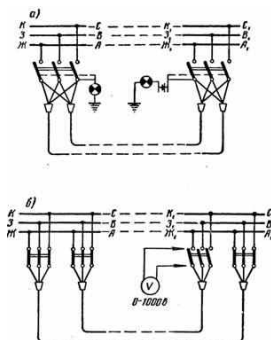


Рисунок 1- Схемы фазировки кабелей а — при отсутствии напряжения; б — при наличии напряжения до 500 в ду одноименными фазами: Ж — Ж 1, 3 — —3\ и к—К1 должны быть равны нулю, а между разноименными (остальные измерения)—линейному напряжению фазлируемой сети.

ФАЗИРОВКА В УСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 в

Фазировка в установках напряжением выше 1000 в может производиться при помощи стационарных или переносных измерительных трансформаторов напряжения или специальных указателей напряжения.

При помощи стационарных трансформаторов напряжения можно фазировать установки любого напряжения. Проверка производится по схемам, приведенным на рис. 2. Сначала, при отключенной разъединителем фазлируемой линии включают секционный выключатель, в результате чего напряжение подается на секцию I (рис. 2.а), и при помощи вольтметра проверяют фазировку стационарных трансформаторов напряжения на стороне низшего напряжения способом, описанным выше. Затем секционный выключатель отключают, включают разъединитель фазлируемой линии (рис. 2 б) и повторяют фазировку. Нулевые показания вольтметра между одноименными фазами низковольтной обмотки трансформаторов напряжения свидетельствуют о совпадении фаз и допустимости включения обеих линий на параллельную работу.

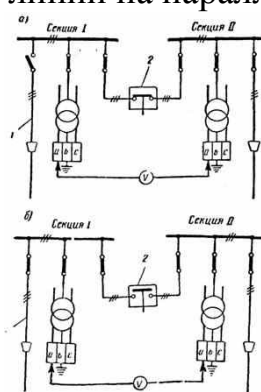


Рисунок 2- Схемы фазировки линии при помощи стационарных трансформаторов напряжения 1 — фазлируемая линия; 2 — секционный выключатель

Фазировку при помощи переносного измерительного трансформатора напряжения производят в установках напряжением не выше 10 кВ.

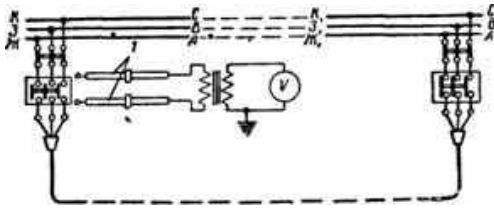


Рисунок 3- Схема фазировки кабельной линии при помощи переносного измерительного трансформатора напряжения. Трансформатор при помощи изолирующих рукояток подключают поочередно между всеми фазами системы шин и жилами фазуемого кабеля (рис. 3).

Нулевые показания вольтметра, включенного на стороне низшего напряжения, соответствуют одноименным фазам. Последовательность измерений такая же, как и при фазировке под напряжением в установках до 500 в.

Фазировка при помощи специального фазировочного комплекта так же, как и фазировка измерительным переносным трансформатором напряжения, применяется в установках напряжением не выше 10 кВ. Для фазировки нужен специальный комплект, состоящий из двух высоковольтных указателей напряжения, в один из которых вместо конденсатора и неоновой лампы вставлено непроволочное сопротивление типа МЛТ-2 величиной 2,5—3,5 Мом для напряжения 6 кВ и 6—7 Мом для напряжения 10 кВ. Металлические кольца указателей соединяют между собой гибким проводом с усиленной изоляцией (типа ПВХ или ПВХГ), выдерживающей испытательное напряжение 20 кВ. Крючком одного из указателей касаются поочередно всех фаз со стороны системы шин, а крючком другого — всех жил фазуемого кабеля (рис. 4).

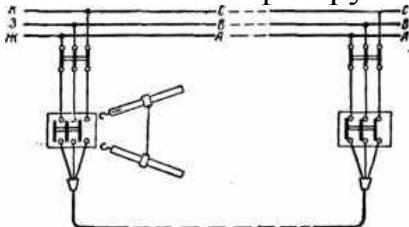


Рисунок 4- Схема фазировки кабельной линии при помощи фазировочного комплекта

Свечение неоновой лампы показывает, что фазы разноименные, а потухание — что они одноименные. Во избежание перегрева сопротивлений продолжительность непрерывного нахождения комплекта указателей под напряжением не должна превышать 10—15 сек.

ФАЗИРОВКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

При фазировке силовых трансформаторов проверяют совпадение вторичных напряжений по величине и фазе при питании их с первичной стороны от одной системы. Фазировку, как правило, производят на стороне низшего напряжения. Обмотки фазуемых трансформаторов должны быть электрически соединены в одной точке для получения при измерениях замкнутого контура. У трансформаторов с заземленными нейтральными таким

соединением является общий нулевой провод или соединение через землю.

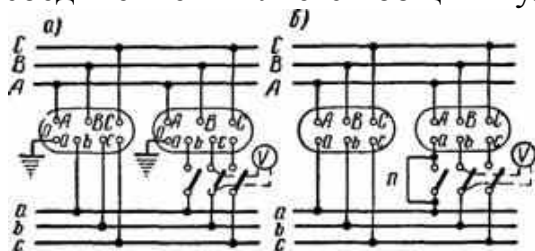


Рисунок 5- Схемы фазировки силовых трансформаторов а — с заземленными нейтральными; б — с изолированными нейтральными; V — переносный вольтметр; П — временная перемычка У трансформаторов с изолированной нейтралью, либо при соединении фазироваемых обмоток в «треугольник», перед фазировкой необходимо соединить два любых вывода фазироваемых трансформаторов (рис. 35). После этого измеряют подведенные для фазировки напряжения, которые должны быть симметричны. Производить фазировку при несимметричных напряжениях не разрешается во избежание возможных ошибок.

Контрольные вопросы:

1. Фазировка силовых трансформаторов.
2. Методы фазировки.
3. Фазировка при отсутствии напряжения.

Список литературы:

4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.

Практическое занятие 7

Тема: Испытания контакторов и автоматов.

Цель: Изучить испытания контакторов и автоматов.

Оборудование: МУ к практической работе.

Ход работы

Теоретическая часть

НАРУЖНЫЙ ОСМОТР И ПРОВЕРКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

При наружном осмотре проверяют соответствие паспортных данных установленных контакторов данным, предусмотренным проектом, проверяют соответствие номинального напряжения включающих катушек напряжению сети оперативного тока. Необходимо также проверить отсутствие перекосов в контактной системе и одновременность касания главных контактов двух- и трехполюсных контакторов. Разновременность касания допускается не более 0,5 мм. При включении контактора подвижный контакт должен перекашиваться по неподвижному, чем достигается самоочищение контактов. Если в процессе наладки контакты обгорели, то поверхность нужно слегка зачистить надфилем. Чистить контакты наждачной бумагой запрещается, так как частицы наждака врезаются в медь и ухудшают состояние контакта.

При осмотре дугогасительных камер проверяют отсутствие замыкания отдельных пластин дугогасительной решетки и их плотное прилегание к сердечнику (у дугогасительных камер контакторов постоянного тока). После установки камер проверяют отсутствие касания подвижными контактами стенок камер.

Необходимо также проверить затяжку всех крепящих винтов, наличие и целостность короткозамкнутого витка на сердечнике магнитной системы контакторов переменного тока.

При проверке блок-контактов нужно проверить раствор контактов: нормально открытых при отключенном положении контактора и нормально закрытых при включенном положении контактора. Раствор блок-контактов должен быть не менее 4 мм. Проверяют также провал блок-контактов при их замыкании, который должен быть в пределах 3—4 мм у контакторов переменного тока и 1,5—2 мм у контакторов постоянного тока.

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСТОЯННОМУ ТОКУ ОБМОТОК

Сопротивление изоляции измеряют мегомметром на напряжение 500—1000 в. Проверяют сопротивление изоляции по отношению к «земле» катушки, всех главных контактов и блок-контактов, а также сопротивление изоляции между катушкой и контактами. Величина сопротивления изоляции не нормируется. Величина сопротивления изоляции цепей вторичной коммутации совместно со всей присоединенной аппаратурой, включая

катушки и блок-контакты контакторов, должна быть не ниже 1 Мом. Сопротивление постоянному току катушек контакторов измеряют для определения их целостности и соответствия напряжению сети оперативного тока. Измерения выполняют либо мостом постоянного тока, либо методом амперметра-вольтметра по схеме, приведенной на рис. 3. Поскольку эти измерения не требуют большой точности, допускается применение малогабаритного моста типа ММВ и приборов класса точности 1—2,5.

ПРОВЕРКА НАПРЯЖЕНИЯ СРАБАТЫВАНИЯ

Напряжение срабатывания проверяют для окончательного определения исправного состояния контактора, правильности его регулировки, соответствия установленной катушки напряжению оперативного тока. Проверка выполняется по схеме, приведенной на рис: 1,а

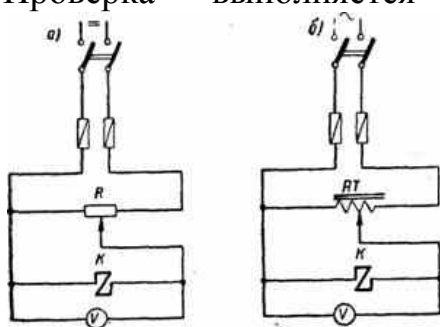


Рисунок 1- Схемы проверки напряжения втягивания контакторов а - постоянного тока; б — переменного тока; АТ автотрансформатор; Р — реостат; К — контактор для контакторов постоянного тока и по схеме, приведенной на рис. 36,6 — для контакторов переменного тока. При проверке контакторов переменного тока необходимо помнить, что в момент включения его катушка потребляет большой пусковой ток (до 15-кратного рабочего тока) и учитывать это при выборе мощности регулировочных устройств.

Напряжением срабатывания считают то наименьшее значение напряжения, при котором происходит полное включение контактора — якорь полностью притянут к сердечнику. Минимальное напряжение срабатывания не должно превышать 85% номинального при нагретой до рабочей температуры катушке. Поскольку обычно напряжение срабатывания проверяют, не дожидаясь нагрева катушки, не следует допускать в эксплуатацию контакторы с минимальным напряжением срабатывания выше 70% номинального.

Б. УСТАНОВОЧНЫЕ АВТОМАТЫ

Установочные автоматы применяются для защиты цепей постоянного и переменного токов при перегрузках и коротких замыканиях. Автоматы выпускаются с тепловыми, электромагнитными и комбинированными расцепителями.

Тепловые расцепители срабатывают с выдержкой времени, зависящей от величины тока — чем больше ток, тем меньше выдержка времени. Электромагнитные расцепители работают без выдержки времени.

Расцепители регулируют и калибруют на заводе-изготовителе, после чего их крышки пломбируют. Открывать крышки и регулировать расцепители на монтаже не разрешается.

При наружном осмотре на монтаже проверяют отсутствие повреждений основания — кожуха и крышки автомата, соответствие типа, номинального тока автомата и расцепителей проекту и производят несколько включений и отключений от руки, проверяя действие расцепителей.

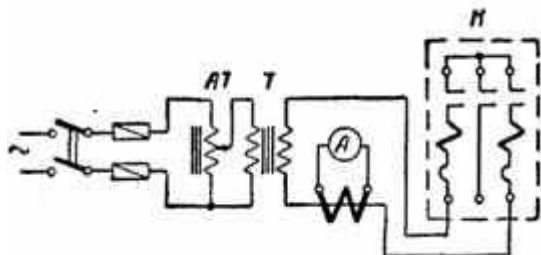


Рисунок 2- Схема испытания расцепителей установочных автоматов Тепловые расцепители. Тепловые расцепители проверяют по схеме, приведенной на рис. 2. На заводе-изготовителе тепловые расцепители калибруют по начальному току срабатывания. Эта проверка требует затраты большого количества времени. Поэтому проверку производят в форсировочном режиме: при двухкратном номинальном токе расцепителя для автоматов А3160 и А3110 и трехкратном — для автоматов А3120, А3140 и А3130.

Контрольные вопросы:

1. Наружный осмотр и проверка механической части.
2. Проверка напряжения срабатывания.

Список литературы:

1. Объем и нормы испытаний электрооборудования.-М.: НИЦ ЭНАС, 2019
2. Правила устройства электроустановок (седьмое издание) – М.: Издательство «Омега-Л», 2020.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Объем и нормы испытаний электрооборудования, 2018.
5. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. Мусаэлян Э.С.