

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра электроснабжения

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Лектионова
« 15 » 12 2017 г.



РАБОТА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности СПО 13.02.07
Электроснабжение (по отраслям)

Курск 2017

УДК 621.31

Составители: В.И.Бирюлин, Д.В.Куделина

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Электроснабжение» *В.Н. Алябьев*

Работа электромонтера электрических подстанций и сетей: методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.И.Бирюлин, Д.В.Куделина. – Курск, 2017. – 31 с.: – Библиогр.: с.16.

Содержат сведения по основам обеспечения безопасного проведения работ при проведении эксплуатации и ремонта электрооборудования устройств электроснабжения. Рассматриваются способы испытаний электрооборудования и поиска неисправностей.

Предназначены для студентов специальности СПО 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.12.17 . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л.18. Уч.–изд.л.16. Тираж 100 экз. Заказ 2921. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г.Курск, ул.50 лет Октября, 94

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Цель работы: ознакомление с основными материалами и изделиями, применяемыми при электромонтажных работах.

Краткие методические указания

Основным компонентом при монтаже любой электроустановки является токоведущая часть – провод или кабель. Провод – это изделие, состоящее из одной или нескольких жил, цельного или многопроволочного исполнения в одинарном слое изоляции или без неё.

В электрических сетях в качестве материала для проводов используют медь, алюминий и сталь.

Медь обладает высокой электрической проводимостью. Механическая прочность меди также высока. Медные провода хорошо противостоят химическому воздействию различных веществ. Они отличаются тем, что, находясь в воздухе, покрываются тонкой пленкой оксидов, которая защищает их от дальнейших разрушений.

Алюминий обладает меньшей проводимостью, чем медь. Он менее прочен, чем медь. Так же, как и медь, алюминий не разрушается на открытом воздухе, покрываясь пленкой оксидов. Алюминий используют как во внутренних проводах, так и в воздушных сетях.

Сталь обладает проводимостью, значительно меньшей, чем медь и алюминий. К тому же ее проводимость зависит от силы проходящего по ней тока. Механическая прочность стальных проводов значительна.

В сталеалюминиевых проводах внутренние проволоки выполнены из стали, а наружные – из алюминия. Стальные проволоки несут механическую нагрузку, алюминиевые – электрическую и механическую.

Кабель – это изделие, состоящее из двух или более изолированных одножильных проводов, заключенных во второй общий слой изоляции.

Маркировка проводов и кабелей состоит из букв и цифр. Если первая буква «А», то это означает, что провод с алюминиевыми жилами. Если первая буква другая, то это значит, что провод с медными жилами, за исключением провода марки ПС, — это стальной многопроволочный провод для ВЛ. Буквы, отличающиеся от «А», говорят о свойствах изоляции, жил или назначении провода или кабеля. Первая цифра указывает число жил у провода или кабеля, за исключением проводов ВЛ, где первая цифра указывает сечение жилы, и провода марки П, где указывает свойство жилы. Вторая цифра указывает сечение жилы в квадратных миллиметрах.

Электроустановочные изделия выполняют с различными степенями защиты от посторонних тел, воды, воздействия окружающей среды, по условиям электробезопасности. Если первая цифра указывает защиту токоведущих частей от проникновения твердых частиц, то вторая цифра — от попадания воды, которая оказывает вредное воздействие на эксплуатацию.

По ГОСТу различают пять классов защитной изоляции:

0 — изоляция обеспечивает нормальную работу при номинальных напряжениях и его допустимых отклонениях, применение установочных аппаратов 0 класса изоляции разрешается в сухих отапливаемых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе и редким нахождением людей;

I — то же, но предусматривает заземление корпуса отдельным проводом, крепящимся к специальному заземляющему зажиму, а также защиту от прикосновения к токоведущим частям механическим экраном, применение разрешается в жилых сухих отапливаемых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе;

II — то же, но предусматривает заземление специальной жилой, размещенной в кабеле или шнуре, разрешается применение во влажных помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе, а в сырых помещениях без содержания агрессивных сред в воздухе допускается эксплуатация при рабочем напряжении не более 42 В или через разделительный трансформатор;

III — предусматривает наличие двойной или усиленной изоляции, заземление не требуется, разрешается применение во всех помещениях, кроме содержащих взрывоопасные газы;

IV — предусматривает наличие двойной или усиленной изоляции, герметичности корпуса и заземления корпуса рабочего органа по отдельному проводу в кабеле, а также корпуса электроустановки отдельным проводом, крепящимся к специальному заземляющему зажиму.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданными преподавателями марками кабелей и проводов.
2. Определить основные характеристики этих проводниковых изделий.
3. Определить для указанных преподавателем установочных изделий классы защиты от прикосновения и попадания воды.
4. Повторить п.1 -3 для других проводов, кабелей и изделий.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяются провода и кабели?
2. Как расшифровываются обозначения проводов и кабелей?
3. Сколько установлено степеней защит электромонтажных изделий?
4. Как определяются классы защитной изоляции?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРОВОДКАМ

Цель работы: ознакомление с основными требованиями к электрическим проводкам.

Краткие методические указания

Последовательность технологических операций при монтаже электропроводки:

- разметка мест установки осветительного или другого оборудования (светильников, штепсельных розеток, выключателей и т.д.);
- разметка трассы проводки, проходов через стены и перекрытия и мест крепления проводов;
- пробивные работы (штробы, проходы и т.д.);
- установка изоляторов (в случаях открытой проводки на изоляторах), натяжных и поддерживающих конструкций (в тросовых проводках) или прокладка труб;
- заготовка проводов, кабелей и электроустановочных изделий;
- установка и закрепление электрощитов, автоматов, коробок для разветвления, розеток и выключателей и их закрепление;
- прокладка и закрепление проводов и кабелей;
- установка электроприемников и осветительной арматуры;
- окончевание проводов и присоединение их к электрической арматуре, а также соединение проводов в ответвительных коробках;
- испытание, в которое входят замеры сопротивления изоляции кабелей и проводов, сопротивления петли фаза – ноль, сопротивления контура повторного заземления, проверка токов короткого замыкания и проверка системы в работе.

При разметке следует учитывать соблюдение нормированных расстояний элементов проводки от пола, трубопроводов, оконных и дверных проемов и т.д.

Элементы электропроводки можно размечать двумя способами: сначала размечают места для всех элементов в каждой комнате и других помещениях, а затем размечают магистральные участки, идущие к ВРУ, РУ (ЩО, ЩС, ЩУ); при втором способе идут от ВРУ к ЩС и ЩО, постепенно переходя в каждую комнату и подсобное помещение.

Качество электромонтажных работ находится в прямой зависимости от правильного выбора и качественного исполнения соединения, ответвления и оконцевания токопроводящих жил проводов и кабелей. Некачественные контакты доставляют много хлопот при эксплуатации электрической проводки, а их поиск затруднен.

В местах плохого контакта токопроводящие жилы агреваются из-за увеличения сопротивления в месте контакта в результате этого может произойти отгорание жилы и воспламенение изоляции. Поэтому при монтаже электропроводки не рекомендуется применение соединений скруткой (особенно алюминиевых проводов), а скручивание медных проводов с алюминиевыми (без сварки или пайки) допускается только при наличии биметаллического зажимного контакта. От воздействия окружающей среды поверхность жил окисляется и качество «скрученного» контакта ухудшается.

Электрические счетчики, ответвительные коробки, розетки и выключатели должны располагаться в доступных для обслуживания и ремонта местах, а токоведущие части должны быть закрыты. Согласно ПУЭ выключатели располагают при входе в комнату или другом помещении на высоте от 0,8 до 1,5 метров от пола в местах, не закрываемых открытой дверью. Для удобства выключатели в одном здании располагают во всех помещениях с одной и той же стороны и на одинаковой высоте.

Розетки устанавливаются в местах предполагаемой установки электрического оборудования на высоте 0,2—0,6 м от уровня пола. По противопожарным нормам количество розеток должно быть не менее одной на каждые полные и неполные 6 м² площади помещения, а на кухне их должно быть не менее трех.

Для удобства эксплуатации и обнаружения повреждения проводов ответвительные коробки устанавливают в каждом помещении строения из расчета, что в каждой коробке должно быть не более 3 присоединений, а их крышки не должны

закрываются штукатуркой, заклеиваются обоями и т.д. Открывать крышки коробок, розеток и выключателей без снятия напряжения не разрешается.

Провода прокладываются только по вертикальным и горизонтальным линиям, а их расположение должно быть точно известно во избежание повреждения при сверлении отверстий, забивании гвоздей и заворачивании шурупов. При этом горизонтальная прокладка проводов проводится на расстоянии 50—100 мм от карнизов и балок, на 150 мм от потолка и на 150—200 мм от плинтуса.

Вертикально проложенные участки проводов должны быть отдалены от углов помещения, а также от оконных и дверных проемов не менее чем на 100 мм. Прокладываемые провода не должны соприкасаться с металлическими конструкциями здания. Запрещается проводить провода пучками, а также с расстоянием между параллельно расположенными проводами менее чем 3 мм.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданными преподавателями способами прокладки проводки.
2. Определить основные характеристики проводов для заданных способов прокладки.
3. Определить для указанных преподавателем схем проводки установочные изделия.
4. Повторить п.1 -3 для других проводов, кабелей и изделий.

Контрольные вопросы

1. Для чего применяются электрические проводки?
2. Какие требования применяются к электрическим проводкам?
3. Как определяется число розеток?
4. Сколько соединений может быть в ответвительной коробке?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

УСТРОЙСТВО И ИСПЫТАНИЕ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

Цель работы: ознакомление с устройством и типами пускорегулирующей аппаратуры.

Краткие методические указания

Тепловое реле применяют для защиты электродвигателя от небольших длительных перегрузок, при которых может возникнуть опасность разрушения изоляции электрооборудования. Тепловое реле защищает также двигатель переменного тока при обрыве одного из проводов питающей линии, так как в этом случае ток в двух неповрежденных фазах становится больше номинального. По этой причине включают нагревательные элементы теплового реле в две фазы электродвигателя переменного тока.

Главным элементом теплового реле является биметаллическая пластинка, состоящая из двух сваренных между собой пластинок металлов с различными коэффициентами температурного линейного расширения. При увеличении тока пластинка нагревается и изгибается в сторону пластинки с меньшим температурным коэффициентом.

Нагрев происходит при прохождении тока через нагревательный элемент, расположенный вблизи биметаллической пластинки или непосредственно через саму пластинку. При определенной температуре нагрева, что зависит от тока и времени, деформация биметаллической пластинки достигает величины достаточной для перемещения подвижной контактной системы, что приводит к разрыву в электрической цепи управления, и электродвигатель отключается от сети.

Тепловое реле не защищает электродвигатель от токов короткого замыкания в связи с большой тепловой инертностью биметаллической пластинки. Тепловые реле выпускаются на различные токи установки срабатывания и могут иметь возможность плавной регулировки с помощью регулировочного винта, который меняет положение упорной планки, а следовательно, и необходимый для срабатывания реле угол изгиба

биметаллической пластинки. Чем выше ток перегрузки, тем быстрее срабатывает реле.

Магнитный пускатель — электрический аппарат, предназначенный для пуска, остановки и защиты электрических двигателей и коммутации других силовых цепей. Обычно магнитные пускатели используют для дистанционного управления электродвигателем.

Магнитный пускатель, который позволяет включать электродвигатель лишь в одном направлении вращения, называется нереверсивным. В конструктивном отношении пускатель — электрический аппарат, контакты которого удерживаются в замкнутом состоянии с помощью электромагнита и размыкаются при исчезновении или понижении напряжения на зажимах его обмотки.

Конструкция магнитного пускателя условно разделяется на верхнюю и нижнюю части. Вверху располагается подвижная система контактов совместно с дугогасительной камерой. Здесь же находится и подвижная половинка электромагнита, имеющая механическую связь с силовыми контактами, входящими в подвижную контактную систему.

В нижней части устройства расположена катушка, возвратная пружина и вторая часть электромагнита. Основной функцией возвратной пружины является возврат верхней половинки в исходное положение после того как прекращается подача питания на катушку. Таким образом, происходит разрыв силовых контактов пускателя. В конструкцию обеих половинок электромагнита входят Ш-образные пластины, для изготовления которых использована электромагнитная сталь.

В качестве обмотки применяется медный провод с определенным количеством витков, рассчитанных на работу с определенным питающим напряжением, значением 24, 36, 110, 220 и 380 В. Подача напряжения приводит к появлению в катушке магнитного поля. В результате, обе половинки стремятся соединиться, что приводит к образованию замкнутого контура. При отключении питания, магнитное поле исчезает, и верхняя часть возвращается в исходное положение под действием возвратной пружины.

Тип магнитного пускателя обозначают сочетанием букв и цифр. Буквы указывают на серию магнитного пускателя. Цифровая маркировка пускателя означает: первая цифра — габарит, вторая — исполнение (открытое — цифра 1, а защищенное — 2), третья — наличие или отсутствие возможности реверса (изменение направления вращения) и наличие теплового реле (на нереверсивный — указывает цифра 1 или 2, на реверсивный — 3. В обозначении типа магнитных пускателей серии ПАЕ указывается только габарит (например, ПАЕ-300, ПАЕ-400).

Выбирают магнитный пускатель, исходя из номинального тока, номинального напряжения и условий эксплуатации, а также по необходимости реверсирования и тепловой защиты.

Порядок выполнения работы

1. Определить тип магнитного пускателя и паспортные данные внести в таблицу.
2. Ознакомиться с устройством основных частей нереверсивного магнитного пускателя и двухкнопочной станции.
3. Проверить с помощью омметра целостность обмотки, если она повреждена, заменить на новую.
4. Собрать монтажную схему. После проверки схемы преподавателем запитать стенд от сети и подать в схему напряжение.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры тепловых реле подлежат проверке после ремонта?
2. Какие параметры магнитных пускателей подлежат проверке после ремонта?
3. Назовите виды неисправностей пускорегулирующей аппаратуры?
4. Как осуществляется выбор магнитных пускателей?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОММУТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ПОСЛЕ МОНТАЖА

Цель работы: ознакомление с порядком испытаний электродвигателей.

Краткие методические указания

Наиболее широкое распространение во всех отраслях промышленности, строительства и сельского хозяйства имеют асинхронные электродвигатели трехфазного тока с короткозамкнутым ротором. Электродвигатели характеризуются номинальными данными, которые указаны в их паспортах: мощностью, напряжением, током статора, кратностью пускового тока, коэффициентом мощности, частотой вращения ротора, номинальным вращающим моментом.

Смонтированный и установленный на рабочее место электродвигатель проверяют при работе вхолостую и под нагрузкой; при необходимости подвергают испытанию. Управление, регулирование и защиту электрических машин осуществляют с помощью электрических аппаратов.

Аппараты, применяемые для управления электрическими цепями, подразделяются на неавтоматические и автоматические. К автоматическим аппаратам относятся: контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели, которые управляются дистанционно или действуют автоматически при изменении установленного режима работы электродвигателей или питающей сети.

В соответствии с техническими условиями ТУ 10-05.0001.19-86 «Сдача в капитальный ремонт и выдача из капитального ремонта асинхронных электродвигателей» каждый отремонтированный электродвигатель должен быть подвергнут приемо-сдаточным испытаниям согласно ГОСТ 183-74 в следующем объеме:

1. Внешний осмотр, проверка качества сборки и комплектности;

2. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса и между обмотками;

3. Измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в практически холодном состоянии;

4. Испытание изоляции обмоток относительно корпуса и между фазами на электрическую прочность;

5. Испытание межвитковой изоляции обмоток на электрическую прочность;

6. Определение тока и потерь холостого хода;

7. Определение тока и потерь короткого замыкания.

Состояние изоляции обмоток двигателя проверяют мегаомметром. Измерение следует производить отдельно для каждой фазы относительно корпуса и между обмотками разных фаз.

Практически холодным состоянием машины или агрегата называется такое их состояние, при котором температура любой части электрооборудования не отличается от температуры окружающей среды более чем на ± 3 С.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току позволяет выявить следующие технические неисправности: неправильное соединение схемы обмотки; несоответствие числа витков и сечения обмоточного провода каталожным данным; обрыв в параллельных ветвях обмотки; наличие большого числа замкнутых витков в отдельных катушках; плохое качество пайки межкатушечных соединений. Равенство сопротивления фаз и их соответствие каталожным данным свидетельствует об отсутствии перечисленных дефектов.

Программой испытаний двигателей переменного тока после капитального ремонта предусмотрены следующие операции:

- испытание стали статора двигателей с обмотками из прямоугольного провода (удельные потери — не более 5 Вт/кг, наибольший перегрев зубцов при $B_z = 1$ Тл не должен превышать 45°C , наибольшая разность перегрева различных зубцов при той же индукции — не более 30°C);

- измерение сопротивления изоляции обмоток статора, ротора, термоиндикаторов с соединенными проводами (если они имеются в данной машине) и подшипников;

- испытание обмоток статора и ротора при собранном двигателе повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1

мин. Значения испытательных напряжений обмоток в процессе их изготовления и после сборки машины приведены в табл. 4...6. Результаты испытаний считаются положительными, если не наблюдалось скользящих разрядов, толчков тока утечки или нарастания его установившегося значения, пробоев или перекрытий и если сопротивление изоляции, измеренное мегомметром после испытаний, осталось прежним;

- измерение сопротивлений обмоток статора и ротора постоянному току (проводится для двигателей мощностью 300 кВт и более или для двигателей с $U_n > 3$ кВ), а также реостатов и пускорегулирующих резисторов. Отклонения сопротивления обмоток от паспортных данных и по фазам должно быть не более $\pm 2\%$, для реостатов — не более $\pm 10\%$;

- измерение воздушного зазора (если позволяет конструкция) в четырех сдвинутых на 90° точках (измеренные зазоры не должны отклоняться от среднего более чем на 10%) и зазоров в подшипниках скольжения (допустимые значения зазоров приведены в табл. 7. Если зазор больше допустимого, необходимо перезалить вкладыш подшипника;

- испытание витковой изоляции обмоток из прямоугольного провода импульсным напряжением высокой частоты в течение 5...10 с. Значения испытательных напряжений приведены в табл. 8;

- проверка работы двигателя на холостом ходу (для двигателей мощностью 100 кВт и более и напряжением 3 кВ и выше). Ток холостого хода не должен отличаться более чем на 10% от указанного в каталоге при продолжительности испытания 1 ч;

- измерение вибрации подшипников для двигателей напряжением 3 кВ и выше и двигателей ответственных механизмов. Максимально допустимая амплитуда вибрации составляет 50, 100, 130 и 160 мкм для двигателей с частотой вращения соответственно 3000, 1500, 1000 и 750 об/мин и менее;

- измерение разбега ротора в осевом направлении проводится для двигателей с подшипниками скольжения, двигателей ответственных механизмов и при выемке ротора в ходе ремонта (допустимый разбег — не более 4 мм).

Порядок выполнения работы

1. Записать паспортные данные проверяемого асинхронного электродвигателя.
2. Ознакомиться с пусковой аппаратурой (записать их полное обозначение и основные данные).
3. Смонтировать электрическую схему. После проверки схемы преподавателем запитать стенд от сети и подать в схему напряжение.
4. Проверить работу электродвигателя.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры электродвигателей подлежат проверке после капитального ремонта?
2. В каких режимах проверяют электродвигатель после монтажа?
3. Назовите виды неисправностей электродвигателей?
4. Как осуществляется выбор аппаратов для проведения испытаний электродвигателей?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сибикин, Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Электронный ресурс] : учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яшков. - М. Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 337 с.

2. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: учебник : в 2 кн. Кн. 1 Сибикин Ю. Д. - М.: Директ-Медиа, 2014. - 352 с.