

Министерство общего и профессионального образования РО
Новошахтинский техникум промышленных технологий-филиал
ГБПОУ РО «Шахтинский региональный колледж топлива и энергетики
им.ак.Степанова П.И.»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**
по дисциплине МДК05.01 «Выполнение работ по профессии слесарь-электрик
по ремонту электрооборудования» для обучающихся очной формы обучения
специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического оборудования»(по отраслям)

Новошахтинск-2021г

Общие указания к 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 не только по дисциплине «Основы бухгалтерского учета», но и по другим дисциплинам, изучаемым студентами данной специальности;

- умение проявить самостоятельность;

- творческий подход к выполнению заданий;

- знание нормативных документов, ГОСТов, ЕСКД;

- наиболее лучшую организацию своей работы, чтобы с наименьшими затратами времени и труда найти оптимальное техническое, математическое и другое решение;

- умение пользоваться справочной, информационной, нормативной литературой, ресурсами Интернет.

Отчёт выполняется рукописным способом на обеих сторонах листа формата А4. 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.

Практическое занятие № 1

- 1 Тема: методы и средства контроля и качества сборки.
 - 2 Цель: изучить методы и средства контроля и качества сборки.
 - 3 Оснащение: методические указания.
 - 4 Порядок выполнения работы.
- ### 4.1 Краткие теоретические сведения.

Под контролем качества продукции принято понимать проверку соответствия показателей продукции установленным требованиям, которые могут быть зафиксированы в стандартах чертежах, технических условиях договорах о поставке паспорте изделия и в других нормативных документах. В настоящее время на предприятии применяют различные виды контроля качества, отличающиеся по методу исполнения.

Входной контроль - контроль потребителем исходных основных и сварочных материалов комплектующих изделий. Такой вид контроля позволяет предупредить образование дефектов из-за ошибок поставщика.

Операционный контроль-это контроль технологического процесса сварки, выполняемый после завершения определенной операции.

Приемочный контроль-это контроль готового сварного соединения после завершения всех технологических операции по его изготовлению. По результатам такого контроля принимается решение о пригодности конструкции к эксплуатации.

Существует два метода контроля качества сварного соединения:

- неразрушающий;
- разрушающий.

Рассмотрим неразрушающий вид контроля, к нему относят визуально-оптический метод, УЗК, рентген контроль, магнитные методы, испытание на герметичность.

Визуально оптический метод.

Внешний осмотр - наиболее распространенный и доступный вид контроля, не требующий материальных затрат. Данному контролю подвергают все виды сварных соединений, несмотря на использования дальнейших методов. При внешнем осмотре выявляют практически все виды наружных дефектов. При этом виде контроля определяют непровары, наплывы, подрезы и другие дефекты, доступные обозрению. Внешний осмотр выполняют невооруженным глазом или используют лупу с 10-ти кратным увеличением. Внешний осмотр предусматривает не только визуальное наблюдение, но и обмер сварных соединений и швов, а также замер подготовленных кромок. В условиях массового производства существуют специальные шаблоны, позволяющие с достаточной степенью точности измерить параметры сварных швов.

Радиационный контроль позволяет обнаружить в полости шва дефекты, невидимые при наружном осмотре. Сварной шов просвечивают рентгеновским или гамма-излучением, проникающим через металл, для этого излучатель (рентгеновскую трубку или гамма - установку) размещают напротив контролируемого шва, а с противоположной стороны - рентгеновскую пленку, установленную в светонепроницаемой кассете. Лучи, проходя через металл, облучают пленку, оставляя в местах дефектов более темные пятна, так как дефектные места обладают меньшим поглощением. Рентгеновский метод более безопасен для работающих, однако его установка слишком громоздка, поэтому он используется только в стационарных условиях. Гамма - излучатели обладают значительной интенсивностью и позволяют контролировать металл большей толщины. Благодаря портативности аппаратуры и дешевизне метода этот тип контроля широко распространен в монтажных организациях. Но гамма-излучение представляет большую опасность при неосторожном обращении, поэтому пользоваться этим методом можно только после соответствующего обучения. К недостаткам радиографического контроля относят тот факт, что просвечивание не позволяет выявить трещины, расположенные не по направлению основного луча. Этот метод не подходит для контроля качества данной конструкции так как он трудоемкий, сложный в исполнении, вреден для человека.

Магнитный контроль. При этом методе контроля дефекты швов обнаруживают рассеиванием магнитного поля. Для этого к изделию подключают сердечник электромагнита или помещают его внутрь соленоида. На поверхность намагниченного соединения наносят железные опилки, окалину и т.д., реагирующие на магнитное поле. В местах дефектов на поверхности изделия образуются скопления порошка, в виде направленного магнитного спектра. Чтобы порошок легко перемещался под воздействием магнитного поля, изделие слегка постукивают, придавая мельчайшим крупинкам подвижность. Поле магнитного рассеивания можно фиксировать специальным прибором, называемым магнитографическим дефектоскопом. Качество соединения определяют методом сравнения с эталонным образцом. Простота, надежность и дешевизна метода, а главное его высокая производительность и чувствительность позволяют использовать его в условиях строительных площадок, в частности при монтаже ответственных трубопроводов.

Из вышеперечисленных методов контроля наиболее актуально применение визуально оптического, так как является оперативным, информативным дешевым и обеспечивает получение сварных соединений требуемого качества.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Как вы понимаете термин контроль качества сборки?

5.2 Какие вы знаете виды контроля качества сборки по исполнению?

5.3 Дайте понятие внешнего осмотра.

5.4 Что означает магнитный осмотр?

5.5 Что позволяет обнаружить радиационный контроль?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство

Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

6.2 Бредихин А. Н. Организация и методика производственного обучения. Электромонтер-кабельщик : учебное пособие для СПО / А. Н. Бредихин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 162 с. — (Профессиональное образование).

Практическое занятие № 2

1 Тема: размерная слесарная обработка деталей

2 Цель: изучить основные понятия размерной слесарной обработки деталей

3 Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения.

Под размерной обработкой понимается обработка заготовки (детали) для придания ей заданных форм, размеров и шероховатости обработанных поверхностей. В результате обработки получается готовое изделие, которое может иметь самостоятельное применение (например: молоток, зубило, угольник и т.п.) или деталь, пригодная к монтажу в собираемое изделие (например: рукоятки и рычаги различных конструкций). К операциям размерной слесарной обработки относятся: опилование, обработка отверстий (сверление, зенкерование, зенкование, цекование, развертывание) и нарезание наружных, и внутренних резьб. Под слесарными работами подразумевают обработку металлов в холодном состоянии, выполняемую слесарями ручным способом при помощи различных инструментов. Слесарная обработка дополняет станочную механическую или является завершающей операцией при изготовлении металлических изделий соединением деталей, сборке машин и механизмов, а также их регулировке. Слесарные работы состоят из разнообразных технологических операций, в которые входят: разметка, рубка, правка и гибка металлов, резка металлов ножовкой и ножницами, опилование металла, сверление, зенкование и развертывание, нарезание резьбы, клепка, шабрение, притирка и доводка, паяние, лужение. Некоторые из перечисленных операций могут производиться и при горячем состоянии металлов (рубка, клепка, гибка). Многие слесарные операции выполняются не только ручным, но и механическим способом.

Заготовки для деталей машин поступают на обработку в механические и слесарные цеха в виде поковок сортового металла. В зависимости от назначения деталей одни заготовки остаются необработанными, другие обрабатываются частично или полностью. При обработке с поверхности заготовки удаляется слой металла, в результате чего уменьшается ее размер. Разность между размером заготовки до и после обработки является величиной припуска на обработку. Чтобы знать оптимальные размеры вести обработки заготовку необходимо разметить. Разметкой называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий, определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке. Разметку выполняют точно и аккуратно, потому что ошибки, допущенные при

разметке, могут привести к тому, что изготовленная деталь окажется браком. Так же возможно, что неточно отлитую забракованную заготовку можно исправить тщательной разметкой, перераспределив припуски для каждой разметочной поверхности. Точность, достигаемая при обычных методах разметки, составляет примерно 0,5 мм. При тщательной разметке ее можно повысить до сотых долей миллиметра.

Разметка применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производстве. На заводах крупносерийного и массового производства надобность в разметке отпадает благодаря использованию специальных приспособлений – кондукторов, упоров и т. п.

В зависимости от формы размечаемых заготовок и деталей разметка делится на плоскостную и пространственную.

Плоскостная разметка выполняется на поверхностях плоских деталей, на полосовом и листовом материале и заключается в нанесении на заготовку контурных параллельных и перпендикулярных линий, окружностей, дуг, углов, осевых линий, разнообразных геометрических фигур по заданным размерам или контуров различных отверстий по шаблонам.

Приемами плоскостной разметки нельзя разметить даже самое простое тело, если поверхности его не прямолинейны. При плоскостной разметке нельзя нанести горизонтальные риски на боковую поверхность тела вращения, перпендикулярно его оси, так как к ней нельзя приложить разметочный инструмент в виде угольника или линейки и провести параллельные линии.

Пространственная разметка – распространенная в машиностроении, отличается от плоскостной. Трудность пространственной разметки состоит в том, что приходится не просто размечать отдельные поверхности детали, расположенные в различных плоскостях и под различными углами друг к другу, а увязывать разметку этих отдельных поверхностей между собой.

Для проведения разметки заготовку осматривают, проверяют, нет ли у нее пороков (раковин, трещин, пузырей). После этого намеченную к разметке поверхность очищают от окалины и остатков формовочной земли. Удаляют с детали неровности и приступают к окрашиванию поверхности. Окрашивание заготовки производится для того, чтобы разметочные линии были отчетливо видны при обработке. Черные, т. е., необработанные, а также грубо обработанные поверхности окрашивают мелом, скоросохнущими красками или лаками. Мел (порошок) разводят в воде до густоты молока и в полученную массу прибавляют немного льняного масла и сиккатива. Не рекомендуется натирать размечаемую поверхность куском мела, так как мел быстро осыпается и разметочные линии пропадают. Для окрашивания чисто

обработанных поверхностей применяют медный купорос в растворе или кусками. Раствор медного купороса (две-три чайные ложки на стакан воды) наносится на поверхность кистью или тряпочкой; кусковым купоросом натирают смоченные водой поверхности. В обоих случаях поверхность покрывается тонким и прочным медным слоем, на котором отчетливо видны разметочные линии. Перед нанесением на окрашенную поверхность разметочных рисок определяют базу, от которой будут наноситься риски. При плоскостной разметке базами могут служить наружные кромки плоских деталей, полосового и листового материала, а также различные линии, нанесенные на поверхность, например центровые, средние, горизонтальные, вертикальные или наклонные. Если базой является наружная кромка (нижняя, верхняя или боковая), то ее нужно предварительно выровнять.

Риски обычно наносятся в следующем порядке: сначала проводят все горизонтальные риски, затем вертикальные, после этого наклонные и, наконец, окружности, дуги и закругления. Так как риски во время работы легко затереть руками и они тогда станут плохо заметны, по линиям рисок набивают кернером небольшие углубления. Эти углубления – керны должны быть неглубокими и разделяться риской пополам. Расстояния между кернерами определяют на глаз. На длинных линиях простого очертания эти расстояния принимаются от 20 до 100 мм; на коротких линиях, а также в углах, перегибах или закруглениях – от 5 до 10 мм. На обработанных поверхностях точных изделий керны по разметочным линиям не делают.

Рубкой называется обработка металла режущим и ударным инструментом, в результате которой удаляются лишние слои металла или разрубается на части металл, предназначенный для дальнейшей обработки. В качестве режущего инструмента в слесарном деле употребляется зубило или крейцмейсель, а в качестве ударного инструмента – простые или пневматические молотки. При помощи рубки можно производить: удаление излишних слоев металла с поверхностей заготовок; выравнивание неровных и шероховатых поверхностей; удаление твердой корки и окалины; обрубание кромок на кованных и литых заготовках; обрубание после сборки выступающих кромок листового материала, концов полос и уголков; разрубание на части листового и сортового материала; вырубание отверстий в листовом материале по намеченным контурам; прирубание кромок в стык под сварку; срубание головок заклепок при их удалении; вырубание смазочных канавок и шпоночных пазов. Рубка производится в тисках, на плите или на наковальне; громоздкие детали могут обрабатываться рубкой в месте их размещения. Для рубки лучше всего подходят стуловые тиски; на

параллельных тисках производить рубку не рекомендуется, так как их основные части – губки, изготовленные из серого чугуна, могут не выдержать сильных ударов по себе и сломаться. Обрабатываемая рубкой деталь должна быть закреплена неподвижно. Поэтому небольшие детали зажимают в тиски, а крупные детали кладут на верстак, плиту или наковальню или же ставят на пол и хорошо укрепляют. Независимо от места производства рубки установка деталей по высоте должна быть сделана в соответствии с ростом работающего. Приступая к рубке, слесарь подготавливает свое рабочее место. Достав из верстачного ящика зубило и молоток, он кладет зубило на верстак по левую сторону тисков режущей кромкой к себе, а молоток – с правой стороны тисков с бойком, направленным в сторону тисков. При рубке надо стоять у тисков прямо и устойчиво, так, чтобы корпус был левее оси тисков. Левую ногу выставляют на полшага вперед, а правую, которая служит главной опорой, слегка отставляют назад, раздвинув ступни ног под углом. Зубило держать в руках свободно, без излишнего зажима. Во время рубки смотрят в место рубки, а не на ударную часть зубила, по которой бьют молотком. Рубку производят остро заточенным зубилом; тупое зубило соскальзывает с обрабатываемой поверхности, что приводит к снижению качества рубки. Глубина и ширина снимаемого зубилом слоя металла зависят от физической силы работающего, размеров зубила, веса молотка и твердости обрабатываемого металла. Молоток выбирают по весу, величину зубила – по длине его режущей кромки. На каждый миллиметр длины режущей кромки зубила требуется 0,04 кг веса молотка. Для рубки обычно употребляют молотки весом 0,6 кг. В зависимости от порядка операций рубка может быть черновой и чистовой. При черновой рубке сильными ударами молотка снимают за один проход слой металла толщиной от 1,5 до 2 мм. При чистовой рубке за проход снимают слой металла толщиной от 0,5 до 1,0 мм, нанося более легкие удары. Для получения чистой и гладкой поверхности при рубке заготовок из стали и меди рекомендуется смачивать зубило машинным маслом или мыльной водой; чугун следует рубить без смазки. Хрупкие металлы (чугун, бронза) надо рубить от края к середине. Во всех случаях при подходе к краю детали не следует дорубать поверхность до конца, надо оставлять 15–20 мм для продолжения рубки с противоположной стороны. Этим предупреждается скалывание углов и ребер обрабатываемой детали. В конце рубки металла удар молотком по зубилу ослабляется. Рубка в тисках производится либо по уровню губок тисков, либо выше этого уровня – по намеченным рискам. По уровню тисков чаще всего рубят тонкий полосовой или листовой металл, выше уровня тисков (по рискам) – широкие поверхности заготовок. При

обрубании широких поверхностей для ускорения работы следует использовать крейцмейселем и зубилом. Сначала прорубают крейцмейселем канавки необходимой глубины, причем расстояние между ними должно быть равно $\frac{3}{4}$ длины режущей кромки зубила. Образовавшиеся выступы срубуют зубилом. Чтобы правильно производить рубку, нужно хорошо владеть навыками работ с зубилом и молотком, то есть, правильно держать зубило и молоток, правильно

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Из каких технологических операций состоят слесарные работы?

5.2 Дайте понятие пространственной разметки

5.3 Дайте понятие разметки

5.4 Как выполняется плоскостная разметка?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

6.2 Бредихин А. Н. Организация и методика производственного обучения. Электромонтер-кабельщик : учебное пособие для СПО / А. Н. Бредихин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 162 с. — (Профессиональное образование).

Практическое занятие № 3

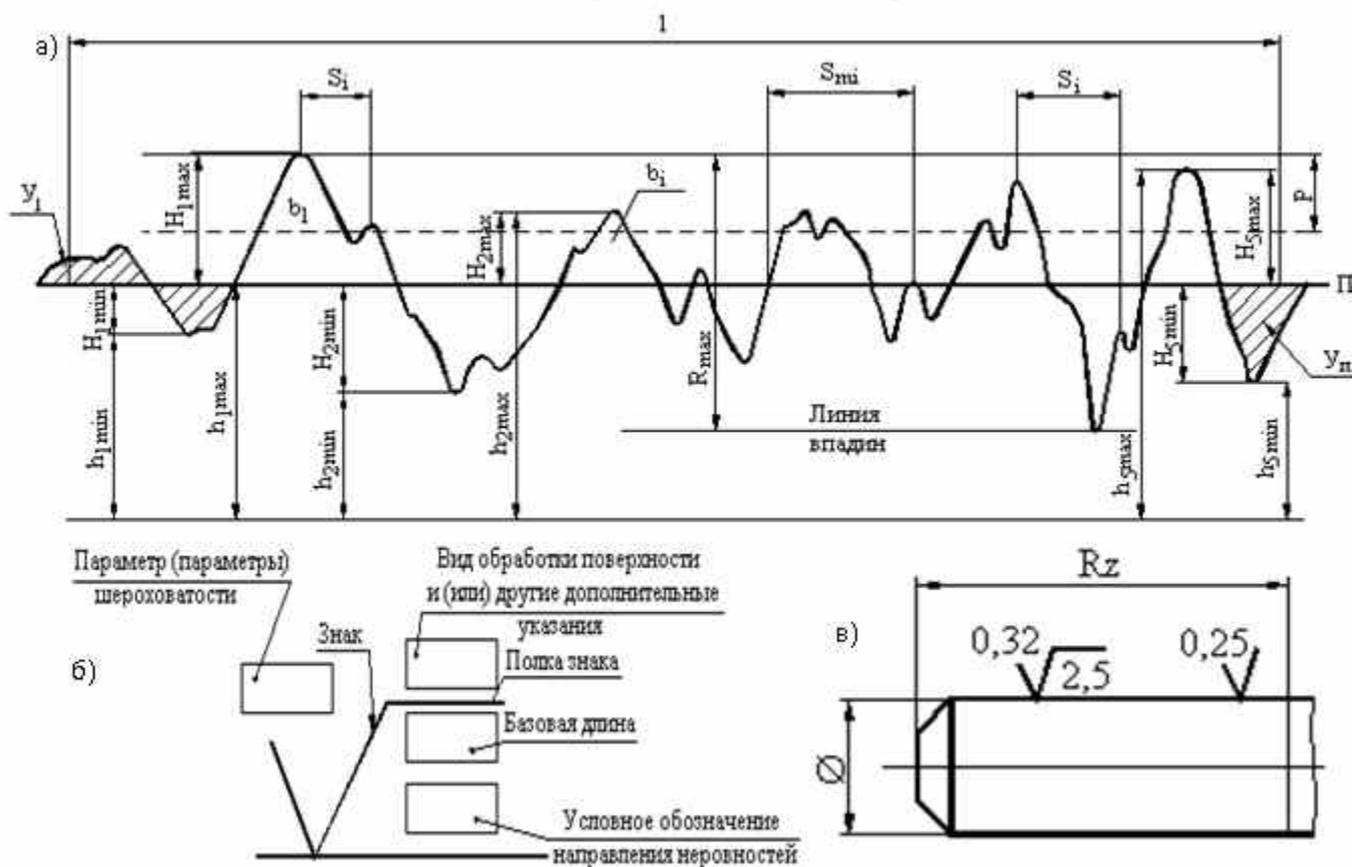
1. Тема: определение шероховатости поверхностей, допуски и посадки
2. Цель: изучить порядок определения шероховатостей, допуски и посадки
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Поверхности деталей после обработки не являются идеально гладкими, так как режущие кромки инструментов и зерна шлифовальных кругов оставляют на поверхности следы в виде неровностей и гребешков, близко расположенных друг к другу (рис. 1). Совокупность всех неровностей на рассматриваемой поверхности называется шероховатостью. Шероховатость поверхностей ухудшает качественные показатели работы деталей, герметичность соединений и их противокоррозионную стойкость.

Рис. 1. Обозначение шероховатости поверхности



а - общий вид

б - структура обозначения

в - пример обозначения.

Если провести среднюю линию в сечении гребешков (линия ОХ на рис. 1) и опустить перпендикуляры от отдельных точек профиля к этой средней линии, то сумма расстояний y_1 , y_2 и т.д. деления на количество n , будет

средним арифметическим отклонением профиля поверхности от средней линии. Она обозначается R_a :

Числовое значение параметра R_a (мкм) используется для оценки шероховатости. Но кроме этого для оценки шероховатости пользуются еще вторым показателем — средней высотой неровности по 10 точкам (обозначается R_z). Для определения величины R_z параллельно средней линии ОХ ниже профиля поверхности проводят линию и на нее опускают перпендикуляр из высших точек выступов и низших точек впадин (расстояние h_{1min} , h_{1max} , h_{2min} , h_{2max} и т.д.).

За величину неровностей R_z принимают среднее расстояние между пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин. Пять высших точек выступов и пять низких точек впадин (см рис. 49) берутся в пределах так называемой базовой длины l , под которой понимается длина участка поверхности, принимаемая для измерения шероховатости.

Новый стандарт предусматривает шесть параметров, из них: три высотных (R_a , R_z , R_{max}), два шаговых (S и S_m) и один по опорной длине профиля. Кроме известных параметров R_a и R_z в виде среднего арифметического отклонения профиля и высоты неровностей профиля по десяти точкам введена еще оценка наибольшей высоты профиля R_{max} . По своему физическому смыслу R_a характеризует высоту всех неровностей профиля. R_z — наибольших, а R_{max} — полную высоту профиля.

Шаговый параметр S характеризует средний шаг неровностей профиля по вершинам, S_m — средний шаг неровностей профиля по средней линии в пределах базовой длины l . Шаговые параметры, значения которых установлены в пределах 12,5—0,002 мм, характеризуют взаимное расположение точек неровностей — вершин (максимумов) профиля и точек пересечения профиля со средней линией (нулей профиля). Их значения показывают в чертежах, когда требуется обеспечить прочность деталей при циклических нагрузках или виброустойчивость.

Относительная опорная длина профиля t_p характеризует в продольном направлении фактическую площадь контакта на заданном уровне сечения профиля и определяется как отношение опорной длины профиля к базовой длине. При нормировании шероховатости поверхности могут еще учитываться требования к точности измерений, соотношения между допусками размера и шероховатостью и т.д.

Параметры оценки шероховатости поверхностей распространяются на все виды материалов, кроме древесины, войлока, фетра и др., имеющих ворсистую поверхность.

Обозначения допусков на шероховатость в соответствии с Международным стандартом регламентируются ГОСТом.

В табл. 1. приведены классы шероховатости и наибольшие значения R_a и R_z .

Таблица Классы шероховатости и числовые значения Ra и RZ

Классы шерохова- тости	Наибольшие значения, мкм						Базовая длина, мм
	Ra по разрядам			RZ по разрядам			
	а	б	в	а	б	в	
1	—	—	—	320	—	—	8
2	—	—	—	160	—	—	
3	—	—	—	80	—	—	
4	—	—	—	40	—	—	
5	—	—	—	20 до 10	—	—	2,5
6	2,5	2	1,6	—	—	—	0,8
7	1,25	1	0,8	—	—	—	
8	0,63	0,5	0,4	—	—	—	
9	0,32	0,25	0,2	—	—	—	0,25
10	0,08	0,063	0,05	—	—	—	
11	0,08	0,063	0,05	—	—	—	
12	0,04	0,032	0,025	—	—	—	
13	—	—	—	0,1	0,08	0,063	0,08
14	—	—	—	0,05	0,04	0,032	

Основными характеристиками шероховатости обработанных поверхностей являются высотные и шаговые параметры. К высотным относятся среднее арифметическое отклонение профиля, высота неровностей профиля по десяти точкам и наибольшая высота неровностей профиля. Шаговыми параметрами шероховатости являются средний шаг неровностей и опорная длина профиля. Шероховатость поверхности характеризуется также рядом дополнительных параметров: радиусы закругления выступов и впадин микронеровностей, угол наклона боковых сторон микронеровностей и направление штрихов обработки на поверхности детали. Шероховатость поверхности обозначается специальными знаками и вписанными над ними величин допустимой шероховатости в микрометрах.

Размеры детали, которые указываются на техническом чертеже, называются номинальными, а размеры, фактически получаемые в результате обработки детали, называются действительными. Действительный размер всегда немного отличается от номинального, так как на практике получить номинальный размер почти невозможно.

С целью достижения определенной точности выполнения детали на чертеже указывается допуск на номинальный размер, определяющий границы допустимой ошибки при изготовлении. Допуску на номинальный размер соответствуют предельные размеры, в рамках которых деталь считается годной.

Верхний и нижний предельные размеры определяются допуском на номинальный размер. Большой из двух размеров, обычно обозначаемый буквой B , – это верхний предельный размер; меньший, обозначаемый буквой A , – нижний предельный размер.

Допуск на размер T является арифметической разницей между верхним и нижним предельными размерами:

$$T = B - A.$$

Отклонением от номинального размера называется арифметическая разность между верхним или нижним предельными размерами и номинальным размером D . При этом верхнее отклонение определяется как

$$G = B - D,$$

а нижнее –

$$F = D - A.$$

Если верхний предельный размер больше номинального, то отклонение ставится со знаком плюс; нижнее отклонение имеет знак минус. Когда один из предельных размеров равен номинальному, то отклонение равно нулю и в чертежах не ставится.

Величину допуска можно определить по разности между верхним и нижним предельным размерами. Различают следующие виды допусков: симметричный – оба отклонения имеют одинаковую величину и отличаются только знаком; асимметричный – одно отклонение равно нулю; асимметричный двухсторонний – величины и знаки отклонений различны; асимметричный односторонний – оба отклонения имеют одинаковые знаки.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Дайте понятие шероховатости

5.2 Как определить величину допуска?

5.3 Каковы основные признаки шероховатости?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 4

1. Тема: схемы соединения составных частей деталей изделия
2. Цель: изучить схемы соединения составных частей деталей изделия
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Процесс соединения составных частей изделий (деталей, сборочных единиц) называют сборочной операцией.

В процессе эксплуатации изделия его составные части могут перемещаться друг относительно друга или оставаться неподвижными, т.е. соединение может быть *подвижным* и *неподвижным*.

В зависимости от способа демонтажа составных частей изделия соединения разделяют:

Разъемные – соединения, которые можно многократно разъединить на составные элементы, не деформируя их при этом, и затем вновь соединить. К разъемным соединениям относят соединения при помощи резьбы, шпонок, шлицев, штифтов, болтов, винтов и др.

Неразъемные – соединения, которые нельзя разъединить на составные элементы без повреждения хотя бы одного из составных элементов изделия. К неразъемным соединениям относят соединения при помощи сварки, пайки, клепки, опрессовки (армирования), склеивания и др.

Изображение и обозначение резьбы

Для разъемного соединения составных частей машин и различных устройств широко применяют соединение при помощи резьбы или крепежных деталей, имеющих резьбу. Среди различных видов соединений деталей резьбовые занимают более 20 процентов. Эти соединения характеризуются высокой надежностью, универсальностью, малыми габаритами, удобством и сравнительной быстротой сборки и разборки. В резьбовом соединении одна из деталей имеет наружную резьбу, а другая – внутреннюю.

Основные термины

Все термины, связанные с резьбой определены в ГОСТ 11708-82 «Резьба. Термины и определения». В данной методической разработке рассматриваются только некоторые из применяемых терминов.

Резьбой называется винтовая поверхность, образованная перемещением плоского контура определенной геометрической формы по винтовой линии, нанесенной на цилиндрической или конической поверхности. Плоский контур всегда располагается в одной плоскости с осью поверхности вращения (осевой плоскости), являющейся в то же время и осью резьбы (рис.1). Форма плоского контура определяет *профиль резьбы*.

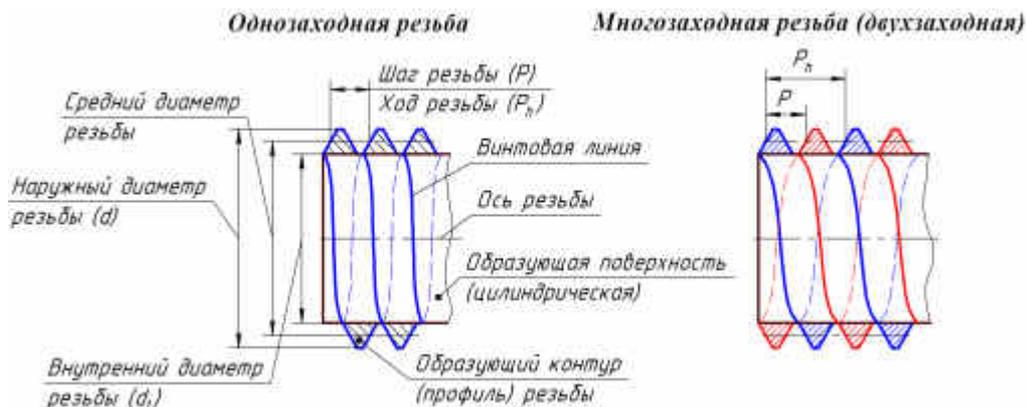


Рисунок 1

Ход резьбы (Ph) – это расстояние между средними точками одноименных боковых сторон одноименных витков резьбы, замеренное в осевой плоскости, что соответствует шагу винтовой линии и величине продольного перемещения винта за один его полный оборот при закрепленной гайке.

Шаг резьбы (P) – это расстояние между средними точками одноименных боковых сторон соседних витков резьбы, замеренное в осевой плоскости.

Между ходом резьбы и шагом резьбы существует зависимость: $Ph = nP$. Для однозаходной резьбы величина шага резьбы и хода резьбы совпадают.

Виток резьбы - это часть винтовой поверхности, сформированная за один полный поворот профиля вокруг оси резьбы (на 360°).

Наружный диаметр резьбы – это диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра соосного с резьбой и описанного вокруг выступов наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы – это диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра соосного с резьбой и описанного вокруг впадин наружной резьбы или выступов внутренней резьбы.

Номинальный диаметр резьбы – это диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении. Для большинства стандартных резьб за номинальный диаметр резьбы принимают ее наружный диаметр.

Классификация резьб

На основании приведенного определения резьбы можно классифицировать.

По профилю (рис.2).

- *треугольные* – метрическая, трубная, дюймовая;
- *трапецевидные* – трапецеидальная, упорная;
- *прямоугольные* – прямоугольная нестандартная;

- *круглые* – круглая.

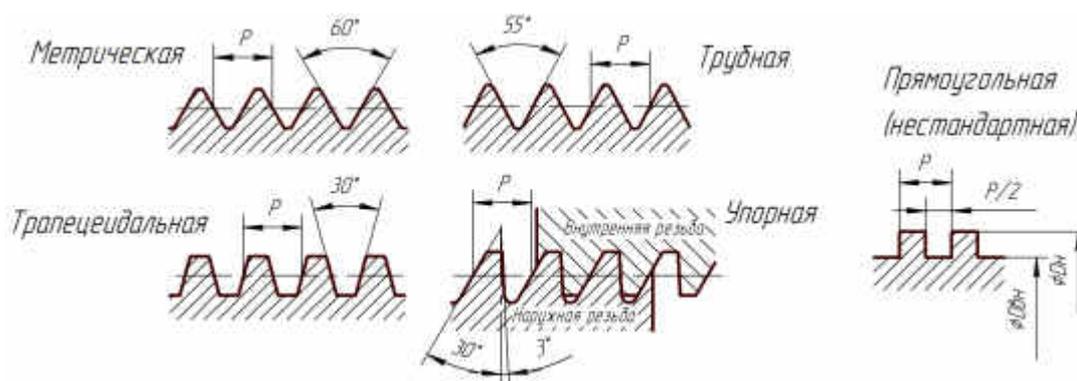


Рисунок 2

По назначению.

· *крепежные и крепежно-уплотнительные*, используемые для неподвижного соединения составных частей изделия (болтовое соединение, шпилечное, винтовое, резьбовое трубное). В эту группу входят резьбы треугольного профиля: метрическая, трубная, дюймовая;

· *ходовые, или кинематические*, используемые для подвижного соединения составных частей изделия, в результате которого вращательное движение вала преобразовывается в поступательное перемещение втулки, соединенной с валом (ходовой винт и суппорт в токарно-винторезных станках, винт и подвижная часть тисков и т.д.). В эту группу резьб входят: трапецидальная, упорная, круглая, прямоугольная нестандартная.

По форме образующей поверхности, на которой расположена резьба.

- *цилиндрическая* – образующая поверхность цилиндрическая;
- *коническая* – образующая поверхность коническая.

По расположению образующей поверхности:

- *наружная* – резьба нанесена на наружной части цилиндрической или конической поверхности;
- *внутренняя* - резьба нанесена на внутренней части цилиндрической или конической поверхности.

По направлению винтовой линии

- *правая* – винтовая линия имеет правое направление (при ввинчивании резьбового стержня вращение выполняется по часовой стрелке);
- *левая* – винтовая линия имеет левое направление (при ввинчивании резьбового стержня вращение выполняется против часовой стрелки).

По числу заходов резьбы.

Одновременно на поверхности может быть нанесена одна или несколько винтовых линий, т.е. сформирована одна или несколько винтовых поверхностей с одинаковым профилем. Начало каждой из винтовых поверхностей называется *заходом резьбы*. Количество заходов задается величиной n .

- *однозаходная* – используется одна винтовая линия ($n=1$);
- *многозаходная* (*двухзаходная, трехзаходная*) – используется несколько винтовых линий ($n>1$).

Способы получения резьбы

Наиболее распространённым и универсальным способом получения резьбы является лезвийная обработка резанием. К ней относятся:

- нарезание наружной резьбы плашкой (рис.4);
- нарезание внутренней резьбы метчиком (рис.4);
- точение наружной и внутренней резьбы резьбовыми резцами и гребёнками.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Что такое резьба?

5.2 Какие существуют соединения?

5.3 Какие существуют способы получения резьбы?

5.4 Как определить ход и шаг резьбы

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 5

1. Тема: способы определения погрешности и методы измерения
2. Цель: изучить способы определения погрешности и методы измерения
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

При осуществлении измерений, вследствие ряда причин, числовое значение измеряемой величины, полученная в результате опыта, является лишь более менее приближенным.

Отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины называется Погрешностью измерения.

Верным (истинным) значением Изменяемой величины называют ее значение, свободное от погрешностей измерений.

Действительное значение – это значение, полученное в результате измерения с допустимой погрешностью (ошибкой).

Погрешности измерений можно классифицировать по ряду признаков:

1. По способу числового выражения погрешности измерений делятся на:

А) Абсолютные и б) *относительные*.

Абсолютной погрешностью Называется разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины.

$$\Delta A = A_{из} - A_d$$

За действительные значения измеряемой величины принимаются показания образцового прибора.

Абсолютная погрешность измеряется в единицах измеряемой величины.

Величина обратная по знаку абсолютной погрешности называется поправкой.

$$\sigma = -\Delta A$$

Относительной погрешностью Называется отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины.

$$\beta = \Delta A / A_d = A_{из} - A_d / A_d; \text{ или } \beta = \Delta A / A_d \cdot 100\%.$$

2. По характеру изменения Погрешности измерений делятся на:

А) систематические;

Б) случайные;

В) грубые ошибки (промахи).

Систематическими Называются погрешности, подчиняющиеся определенному закону или остающиеся в

Процессе измерения постоянными. К ним относятся погрешности, обусловленные неточностью осуществления меры, неправильностью градуировок измерительного прибора, влиянием температуры окружающей среды на меры и измерительные приборы.

Различают следующие разновидности систематических погрешностей:

1. *Инструментальные.*
2. *Погрешности установки прибора.*
3. *Личные погрешности (субъективные).*
4. *Погрешности метода (или теоретические).*

В зависимости от изменения во времени систематические погрешности делятся на: а) *постоянные*; б) *прогрессивные*; в) *периодические*.

Для учета и исключения систематических погрешностей необходимо располагать, возможно, полными данными о наличии отдельных видов погрешностей и о причинах их возникновения.

Систематические погрешности могут быть исключены или значительно уменьшены устранением источников погрешностей или введением поправок, останавливаемых на основании предварительного изучения погрешностей, путем поверки мер и приборов, используемых при измерении, введением поправочных формул и кривых, выражающих зависимость показаний приборов от внешних условий.

Случайными Называются погрешности, изменение которых не подчиняется какой-либо закономерности. Они обнаруживаются при многократном измерении искомой величины, когда повторные измерения проводятся одинаково тщательно и, казалось бы, при одних и тех же условиях.

Случайные погрешности нельзя исключить опытным путем, но их влияние на результат измерения может быть теоретически учтено путем применения при обработке результатов измерений методов теории вероятности и математической статистики

Грубые ошибки – это погрешности, существенно превышающие ожидаемые при данных условиях. Примером грубых ошибок могут быть неправильные отсчеты показаний средств измерений. Грубые погрешности измерения выявляются при повторных измерениях и должны быть отброшены, как на заслуживающие доверия.

Общие методы повышения точности средств измерений.

Стремясь к созданию более точных средств измерений измерительная техника выработала ряд общих методов достижения точности, которые можно подразделить на четыре группы:

1. *Стабилизация важнейших параметров средств измерений технологическим путем*, т. е. путем использования наиболее стабильных деталей, материалов и соответствующей технологии изготовления.

2. *Метод пассивной защиты от быстро изменяющихся влияющих величин*, т. е. уменьшение случайных погрешностей средств измерений путем применения фильтрации, амортизации, теплоизоляции и т. д.

3. *Методы активной защиты от медленно изменяющихся влияющих величин путем стабилизации этих величин.*

4. *Методы коррекции систематических и прогрессирующих погрешностей и статическая обработка случайных погрешностей.*

Повышение точности измерений обычно связано с усложнением аппаратуры и увеличением времени

(большая повторность) измерения. А это не всегда оправдано. Очевидно также нецелесообразность особой точности измерения величин, мало влияющих на числовое значение общего конечного результата.

Так, например, при измерении величин x_1 , x_2 и x_3 для определения величины $y = x_1^2 \cdot x_2^\beta \cdot x_3^\gamma$ вряд ли целесообразно добиваться особой точности измерения x_1 , если показателем степени $\alpha = 1$, $\beta = 2$, $\gamma = 3$.

Требуемая точность должна соответствовать задачам и условиям измерений.

Выбор метода и средств измерений.

При выборе метода измерений следует руководствоваться требуемой точностью результатов измерений.

По точности получаемых результатов можно разделить на три группы:

1. Результат измерения должен иметь максимальную возможную при существующем уровне измерительной техники точность.

Такие измерения называют Точными (презиционными). Например, измерения физических констант, эталонные измерения, некоторые специальные измерения, относящиеся к максимально точной работе отдельных приборов.

2. Измерения, погрешности результата которых не должны превосходить некоторого заданного значения.

Такие измерения называют Контрольно поверхностными. Они выполняются в поверочных контрольно-измерительных лабораториях такими измерительными средствами и по такой методике, чтобы гарантировать погрешность результата, не превышающую некоторого заранее заданного значения.

3. Измерения, при которых погрешность результата определена характеристиками измерительных устройств.

Такие измерения называют Техническими.

К ним относятся и лабораторные измерения, проводимые при различного рода обработках и исследованиях, и исследованиях, и производственные, и приемно-сдаточные, и эксплуатационные измерения, проводимые для обеспечения необходимого режима работы различных объектов и устройств.

Приборы для измерений выбирают по ряду показателей: *роду тока, частоты, диапазон измеряемой величины, точности, входным параметрам, степени влияния внешних факторов.*

1. Род тока исследуемой цепи определяет принцип действия и систему выбираемого для нее измерительного прибора. (U, I, R на постоянном токе – МЭ, Р-ЭД, точное измерение I, U, P, cos ϕ вольтметру – ср. Д., измерения средних, действующих значений тока и напряжения в цепях передового тока звуковой и высокой частоты применяют – выпрямительные, термоэлектрические, электронные и электростатические приборы. Мгновенные значения переменных величин измеряют – осцелографами).

2. Номинальная частота или область частоты измерительного прибора или меры должна соответствовать частоте тока исследуемой цепи.

Чем сильнее отличается частота исследуемой цепи от номинальной частоты прибора или меры, тем больше погрешности измерений.

3. Номинальные пределы прибора или меры не должны превышать верхнего предела измеряемой величины более чем на 25%.

Чем сильнее они разнятся, тем менее точны результаты измерений. При заданном классе точности допускается относительная погрешность прибора или меры тем больше, чем меньше измеряемая величина.

4. Классы точности выбранного измерительного прибора или меры должны быть такими, чтобы допустимые основные погрешности были в 3 раза меньшими, чем допустимые погрешности данных измерений, т. к. предельная погрешность измерений, возможная в данных условиях, не может превысить

Утроенного значения среднеквадратичной погрешности ряда измерений.

5. В зависимости от схемы включения измерительного прибора его входное сопротивление должно быть, возможно, большим или меньшим.

Чем точнее измерения, тем большими должны быть входные сопротивления измерительных приборов включаемых параллельно, и тем меньшими они должны быть у приборов, включаемых последовательно в исследуемую цепь.

6. Выбирая нужный измерительный прибор, следует учитывать конкретные условия измерений и технические характеристики прибора.

Непосредственное влияние внешних факторов может вызвать большие погрешности приборов (температура, влажность, внешние электрические и магнитные поля, паразитные емкости). При любых условиях наиболее желательны приборы и меры, требующие минимальных средств защиты от влияния внешних факторов.

Виды измерений.

Процесс измерения может осуществляться по-разному в зависимости от рода измеряемой величины и приемов измерения.

По способу получения результатов различают следующие виды измерений:

1. Прямые измерения.
2. Косвенные измерения.
3. Совокупные измерения.

К прямым измерениям относятся измерения, результат которых получается непосредственно из опытных данных измерения.

Прямое измерение условно можно выразить формулой $Y=X$, где

Y – искомое значение измеряемой величины;

X – значение, непосредственно получаемое из опытных данных.

К этому виду измерений относятся измерения различных физических величин при помощи приборов, градуированных в установленных единицах (ток –

апмерметром, температура – термометром). К этому виду измерений относятся и измерения, при которых искомое значение величины определяется непосредственным сравнением ее с мерой.

Косвенными Называется такое измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. При косвенных измерениях числовое значение измеряемой величины определяют путем вычисления по формуле.

$$Y = F (X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где y – искомое значение измеряемой величины;

x_1, x_2, \dots, x_n – значения измеренных величин ($R = U/I, P = U \cdot I$ – в цепях постоянного тока).

Совокупными Называются такие измерения, при коорых искомые значения величин определяются путем решения системы уравнений, связывающих значения искомых величин с непосредственно измеренными величинами, т. е. путем решения системы уравнений.

Примером этого вида измерений является определение температурных коэффициентов сопротивления:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (T_1 - 20) + \beta (T_1 - 20)^2]$$

Здесь R_t и t измеряются прямым измерением, а α, β и R_{20} – искомые величины.

Меняя тепловой режим катушки и измеряя R_t при ряде заданных температур $t_1; t_2$ и t_3 , получаем систему уравнен

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Как произвести выбор метода и средств измерений?

5.2 Какие существуют измерения по способу получения результатов ?

5.3 Какие существуют ошибки погрешности?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 6

1. Тема: изучение средств механизации при электромонтажных работах
2. Цель: изучить средства механизации при электромонтажных работах
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

При производстве электромонтажных работ в мастерских и непосредственно на объектах монтажа используют механизмы, инструменты и приспособления как общестроительного применения, так и специализированные электромонтажные.

Все машины, механизмы и средства механизации, применяемые в электромонтажном производстве, можно разделить на пять групп: механизированный и ручной инструмент, приспособления и другие средства малой механизации (электрифицированные, пневматические и пиротехнические инструменты, слесарномонтажный и режущий инструмент, монтажные инвентарные приспособления); сварочное оборудование (сварочные трансформаторы и генераторы постоянного тока, полуавтоматы для дуговой сварки в среде защитных газов, оборудование для газовой сварки и резки); специализированные автомашины и автоприцепы и передвижные мастерские; металлообрабатывающие станки и механизмы, сосредоточенные главным образом в мастерских на поточных технологических линиях и в ремонтных цехах (ножницы, прессы, шинотрубогибы, пальцы, листогибочные, сверлильные, обдирочные, заточные, токарные, фрезерные и строгальные станки); монтажные механизмы для разгрузочно-погрузочных и монтажных работ (автомобильные краны, краны на пневмоколесном ходу, трубоукладчики и тракторные краны, гидроподъемники и телескопические вышки, буровые и бурильно-крановые машины, кран-балки и электротали, аккумуляторные и автомобильные погрузчики, башенные краны и краны-погрузчики, тали и лебедки, блоки и полиспасты), а также общестроительные механизмы (тракторы, бульдозеры и др.).

В качестве средств механизации пробивных работ используют электромагнитобуры, электросверлильные машины и электролодки с рабочим инструментом (сверлами, буриками, шлямбурами, коронками), оснащенным пластинами из твердых сплавов, а также перфораторы, пневматический и пороховой инструмент.

Клещи КСИ-1, предназначенные для снятия изоляции с концов проводов сечением 0,75...4 мм² и их перекусывания, состоят из трех частей, связанных между собой шарнирно: рычага для зажатия проводов, рычага с ножами для надреза изоляции и рычага с ползунком-эксцентриком, перемещающим прижим и фасонный нож в губках клещей.

Модернизированные клещи КСИ-2 с двумя ручками более производительны и удобны в работе. Перекусывание проводов производится ножами кусачек. Ножи сменяются по мере необходимости.

Инструмент МБ-2 предназначенный для снятия изоляции с двужильных плоских проводов с одновременным разрезанием перемычки между ними, выполняется в виде клещей с двумя ручками.

Пресс-клещи ПК-3 предназначены для опрессовки жил алюминиевых

проводов с суммарным сечением 7,5; 13 и 20 мм² в гильзах марок ГАО-4, ГАО-5, ГАО-6 и медных жил сечением 4... 6 мм² в наконечниках типа Т и гильзах типа ГМ, а также для оконцовки медных многопроволочных жил сечением 1,5 и 2,5 мм² в кабельных кольцевых наконечниках П.

Ручные механические прессы типов РМП-7 и РМП-22 предназначены для опрессовки алюминиевых и медных наконечников и соединительных гильз на проводах и кабелях, а также скругления секторных однопроволочных алюминиевых жил. Работают с использованием наборов инструментов НИСО и НИОМ. Пресс гидравлический ручной типа ПГР-20М1 предназначен для опрессовки алюминиевых и медных наконечников и соединительных гильз на проводах и кабелях, а также скругления секторных однопроволочных и комбинированных алюминиевых жил с использованием набора инструментов типа НИСО и НИОМ. Ножницы кабельные (секторные) типов НУСК-50, НУСК-300м, НС-2, НС-3 предназначены для перерезания проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами.

Большую роль в индустриализации электромонтажных работ играют мастерские электромонтажных заготовок (МЭЗ) — производственная база электромонтажных организаций. В мастерских выполняют сборку укрупненных монтажных блоков, заготовку трубных трасс и шин, сборку ошиновки, заготовку электропроводок, комплектных линий и элементов заземляющих устройств, ревизию и зарядку светильников, сборку их в блоки, а также изготавливают нестандартные изделия и конструкции.

Предварительная сборка оборудования, конструкций и изделий в укрупненные блоки и увеличение выпуска электромонтажных заготовок определяют получение значительного экономического эффекта. Работы выполняются в мастерских с применением механизмов и приспособлений заблаговременно, еще до готовности к монтажу строительных сооружений. Для монтажа электрических конструкций, оборудования и сетей, предварительно скомплектованных в укрупненные блоки, требуется меньшее число рабочих и более короткие сроки.

Заготовительные сварочные работы в МЭЗ выполняются на механизированных поточных технологических линиях, оснащенных высокопроизводительными инструментами и приспособлениями. Кроме обработки проводов и кабелей и маркировки заготовок бирками на технологических линиях или стендах (при малом объеме работ) производится комплектация узлов электропроводок и целых линий в контейнеры вместе с крепежными деталями, конструкциями и изделиями, которые затем транспортируются к месту производства работ. Основным направлением в индустриализации монтажа электросетей является централизованная стендовая заготовка элементов электропроводок и кабельных линий. Заготовленные линии электропроводок вместе с установочными изделиями и приборами, крепежными деталями и конструкциями заводского изготовления укладывают в контейнеры и доставляют к месту монтажа.

Предварительная заготовка труб и сборка трубных блоков производится в мастерских отдельных монтажных организаций централизованно для всех монтажных объектов по замерам или чертежам рабочего проекта и журналам заготовки труб.

Блоки значительной протяженности для удобства транспортировки на машинах собирают из разборных секций. Отдельные трубные участки изготавливают и собирают в комплекте с соединительными ответвительными коробками и затянутыми проводами.

Одиночные шины, элементы ошиновки и комплектные шинные устройства изготавливаются и собираются в мастерских по чертежам проекта или по снятым с натуры замерам. Элементы ошиновки собираются вместе с опорными конструкциями, изоляторами, шинодержателями и другими деталями. Комплектные шинные устройства, например ошиновки трансформаторов, состоят из смонтированных на каркасе разъединителей с приводом, самой ошиновки на опорных изоляторах и проходной плиты. Открытые шинные магистрали для канализации электроэнергии от внутрицеховых подстанций до распределительных пунктов цехов изготавливаются в мастерских, наматываются на кассеты и транспортируются на монтаж в комплекте с натяжными устройствами, компенсаторами и другими деталями.

Многопанельные щиты собираются укрупненными блоками по несколько панелей в блоке, исходя из условий транспортировки и монтажа на месте (размеров щитовых помещений, монтажных проемов, необходимости использования подъемных механизмов), с полностью законченной ошиновкой, вторичными проводками и предварительной наладкой.

Панели магнитных станций собираются на конструкциях, укомплектованных необходимыми скобами, бирками и оконцевателями для отходящих фидеров. Ящики сопротивлений устанавливаются на конструкциях, и по монтажным рейкам прокладываются провода связи между ними и панелями магнитных станций.

В мастерских выполняются и другие заготовки: блоки для силовых и осветительных электроустановок (например, блоки магнитных пускателей, собираемые вместе с пусковыми кнопками на конструкциях из перфорированного профиля, с выполненными внутри соединениями, маркировкой и надписями); элементы заземления с опорными и закладными деталями; кабельные заготовки в виде пакетов контрольных и специальных кабелей; блоки цеховых троллеев, в состав которых входят опорные конструкции с установленными на них изоляторами, троллеедержателями и компенсаторами; окрашенные токопроводы длиной 6 м; вспомогательные уголки для сварки соседних участков троллеев встык и планки для подсоединения питания к троллеям и Правильная эксплуатация механизированного инструмента и средств малой механизации заключается в регулярном уходе за ними, соблюдении установленных режимов работы и смазывании.

Перед выдачей электрических машин для производства работ проверяются специальными приборами на стенде или мегомметром исправность их электрической (сопротивление изоляции, наличие и исправность заземления, целостность изоляции кабеля и др.), а также механической частей (надежность крепления резьбовых соединений, исправность редуктора, наличие смазки в подшипниках и зубчатых передачах, правильность заточки и установки рабочего инструмента). Перед началом работы необходимо убедиться в соответствии напряжения машины напряжению сети, исправности заземления и проверить работу машины на холостом ходу.

Правильная эксплуатация электрифицированного инструмента обеспечивается также соблюдением установленной продолжительности его включения и чистотой содержания, т. е. своевременным удалением стружки, пыли, строительной мелочи. В процессе эксплуатации необходимо следить за состоянием смазки всех узлов машин и при необходимости заменять ее. Смазку электросверлильных машин обычно меняют через каждые 200 ч работы. Постоянное смазывание шарикоподшипников и шестерен обеспечивается запасом среднеплавкой смазки УС-3, находящейся в гнездах подшипников и редукторе и добавляющейся один раз в два месяца. Использование электрифицированного инструмента, в частности, электросверлильных машин с напряжением питания 220 В, увеличивает опасность травматизма (при пробое изоляции обмоток корпус такого инструмента оказывается под напряжением 220 В). Правилами техники безопасности в строительстве запрещается пользоваться ручным электроинструментом с напряжением питания 127 и 220 В в помещениях опасных и с повышенной опасностью (допускается использования электроинструментов с напряжением питания 42 В). Однофазные электросверлильные машины с металлическим корпусом разрешается включать непосредственно в сеть 220 В только трехжильным гибким медным проводом сечением не менее 1,5 мм² в общей оболочке, причем третья жила должна служить исключительно для заземления корпуса машины. Нельзя использовать для заземления нулевую рабочую жилу провода. Нулевая и заземляющая жилы подключаются к заземляющей сети раздельно. Заземляющая жила присоединяется к корпусу винтом.

Перед включением электросверлильной машины следует проверить наличие и исправность заземления, состояние изоляции питающего провода, соответствие напряжения и частоты питающей сети, работу выключателя (несколькими пробными включениями). Во время работы не допускается сильный нагрев сверлильной машины (при котором нельзя держать ладонь на ее корпусе). При сильном искрении коллектора машину надо отключить для устранения его причин. В настоящее время применяются главным образом электрифицированные механизмы для пробивных работ с напряжением питания 220 В и двойной изоляцией, которая состоит из двух независимых друг от друга ступеней — рабочей и дополнительной. Рабочей называют основную изоляцию, необходимую для работы машины и защиты оператора от поражения электрическим током. Это оплетка или эмаль обмоточных

проводов, пазовая изоляция обмоток машин, пропиточные лаки и компаунды, изоляция жил кабеля, проводов и внутренних соединений. Дополнительной изоляцией служат пластмассовые корпуса машин, изолирующие втулки и др. Выпускаются также электросверлильные машины с напряжением питания 42 В и повышенной частотой (200 Гц), безопасные в работе, но для питания которых требуются крупногабаритные переносные преобразователи частоты, поэтому применение их ограничено.

Для повышения безопасности электросверлильных машин на 220 В с одной ступенью изоляции их питание осуществляют от сети через специальный разделительный трансформатор (с коэффициентом трансформации 1:1), имеющий обмотки с усиленной изоляцией, выполненные так, что повреждение первичной обмотки не приводит к образованию потенциала сети во вторичной обмотке. Следовательно, исключается появление потенциала сети и на металлических частях сверлильной машины даже в случае пробоя изоляции.

Планово-предупредительный ремонт машин и механизмов проводят в соответствии с инструкцией. Обычно планируют два вида ремонта — текущий и капитальный. Техническое обслуживание машин подразделяется на ежедневное, выполняемое в течение рабочей смены, и периодическое, выполняемое после отработки машиной определенного количества часов. Для новых машин, не прошедших капитальный ремонт, установлен межремонтный цикл. Для машин, прошедших капитальный ремонт, межремонтный цикл принимается с коэффициентом 0,8.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Какие существуют средства механизации при производстве электромонтажных работ? Приведите примеры.

5.2 В чем заключается правильность эксплуатации средств механизации при производстве электромонтажных работ?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 7

1. Тема: изучение кинематических, гидравлических и пневматических схем
2. Цель: изучить кинематические, гидравлические и пневматические схемы
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Кинематические схемы показывают последовательность передачи движения от двигателя через передаточный механизм к рабочим органам или инструментам, а также дают возможность судить о способах их регулирования, контроля, управления ими.

Выполняются кинематические схемы в соответствии с ГОСТ 2.703—68. На этих схемах показываются все кинематические элементы изделия, отражаются кинематические связи механического и немеханического типа между различными элементами и группами элементов изделия, показывается связь механизма с двигателем.

На кинематических схемах изображают: сплошными основными линиями толщиной $2s$ – валы, оси, стержни, шатуны, кривошпиды и т. п.; сплошными тонкими линиями толщиной $s/2$ – элементы, изображенные упрощенно в виде контурных очертаний, зубчатые колеса, червяки, звездочки, шкивы, кулачки и т.п.; сплошными тонкими линиями толщиной $s/3$ – контур изделия, в который вписана схема; штриховыми линиями толщиной $s/2$ – кинематические связи между сопряженными звеньями пары, вычерченные отдельно; двойными штриховыми линиями толщиной $s/2$ – кинематические связи между элементами или между ними и источником движения через механические (энергетические) участки; тройными штриховыми линиями толщиной $s/2$ – расчетные связи между элементами.

Детали, соединенные с валом, изображают: а) штриховой линией – свободное соединение при вращении; б) штриховой и тонкой линией – подвижное соединение без вращения; в) штриховой и знаком «х» – глухое соединение (рис. 8.1).



Рис.1

Кинематическая схема вычерчивается в виде развертки и не дает пространственного (объемного) расположения составных частей изделия. При сложной пространственной кинематике схему рекомендуется изображать в аксонометрических проекциях.

На кинематической схеме можно расположить схему другого вида, непосредственно влияющую на работу изделия.

Каждому кинематическому элементу присваивают порядковый номер, начиная от двигателя. Порядковый номер проставляют на полке линии-выноски, а под

полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы — арабскими.

На рис. 2 изображена кинематическая схема коробки скоростей токарного станка.

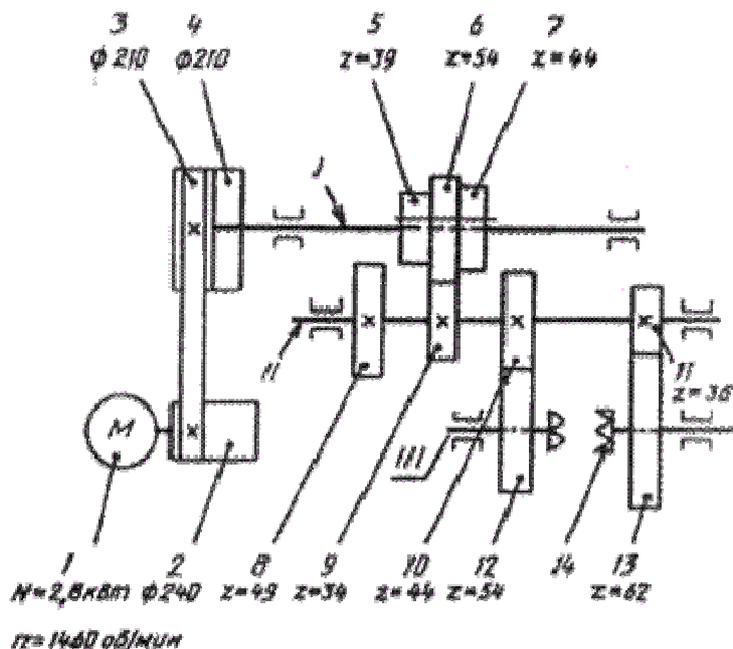


Рис. 2 Пример кинематической принципиальной схемы

Условные знаки на схеме вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако при повторении одних и тех же знаков выполнять их нужно одинаково. Соотношение размеров условных знаков должно примерно соответствовать действительному соотношению их размеров.

Взаимное расположение элементов на кинематической схеме должно соответствовать исходному, среднему или рабочему положению исполнительных органов. Крайние положения движущихся элементов показывают тонкими штрихпунктирными линиями.

На кинематических схемах допускается указывать: наименования каждой группы элементов, имеющей определенное функциональное значение; основные характеристики и параметры кинематических элементов (для двигателя — тип, мощность, скорость вращения, для зубчатых колес — число зубьев и модуль и т. д.); справочные и расчетные данные в виде графиков, диаграмм, таблиц.

Если в схеме есть зубчатые передачи, то колеса считаются как бы прозрачными, и условно предполагается, что они не закрывают друг друга.

Читать кинематическую схему начинают от двигателя, выявляя последовательно по условным обозначениям каждый элемент кинематической цепи, устанавливая его значение и характер передачи движения. Чтение схемы рекомендуется начинать с изучения паспорта данного механизма.

Правила выполнения гидравлических и пневматических схем устанавливает [ГОСТ 2.704-76](#).

Условные графические обозначения элементов, применяемых в этих схемах, выполняют по [ГОСТ 2.780-96](#), [ГОСТ 2.781-96](#) и [ГОСТ 2.784-96](#).

Каждый элемент или устройство, входящее в изделие и изображенное на схеме, имеет позиционное обозначение, состоящее из прописной буквы русского алфавита и цифры.

Буквы и цифры выполняют одним размером стандартного шрифта.

Буквенное обозначение состоит из одной или двух букв: начальных или характерных в названии элемента. Например, бак – Б, клапан обратный – КО и т. п.

Таблица буквенных обозначений помещена в обязательном приложении к [ГОСТ 2.704-76](#) – «Правила выполнения гидравлических и пневматических схем».

Например, гидробак – Б, гидро (пневмо) клапан – К, гидро (пневмо) клапан предохранительный – КП, фильтр – Ф, насос – Н и т. п.

Порядковый номер, входящий в цифровое обозначение элемента, назначается с единицы в пределах группы одинаковых элементов с одинаковыми буквенными обозначениями.

Например, Фильтр – Ф1, Ф2 и т. п.

Порядковые номера обозначаются обычно в зависимости от расположения элементов на схеме – сверху вниз и слева направо. Позиционное обозначение наносят на схеме рядом, справа или над условным графическим изображением элемента.

Данные об элементах записываются в стандартной таблице перечня элементов над основной надписью. Если вся таблица перечня не помещается над основной надписью схемы (много элементов), то ее выполняют на отдельном листе формата А4.

Элементы и устройства изображают на схемах, как правило, в исходном положении. Например, пружины изображают в состоянии предварительного сжатия, обратный клапан – в закрытом положении и т. п. Линии связи (трубопроводы) на схемах обозначают порядковыми номерами, начиная с единицы, которые на схеме проставляют около концов изображения этих линий. На линиях связи допускается указывать направление потока рабочей среды (жидкости, воздуха) в виде треугольников. Если линия связи представляет собой внутренний канал в каком-либо элементе, то перед порядковым номером линии связи через точку ставится номер этого элемента.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Дайте понятие кинематической схемы

5.2 Каковы правила выполнения гидравлических и пневматических схем

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация

электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд. испр.

Практическое занятие № 8

1. Тема: подготовка контактных элементов к соединению
2. Цель: изучить подготовку контактных элементов к соединению
3. Оснащение: методические указания.
4. Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Подготовку проводников к контактному соединению проводят в зависимости от его способа выполнения.

Например, при соединении или оконцевании многопроволочных жил пайкой их концы разделяют ступенчато или со скосом (под углом 55°), чтобы образовался контакт между трубчатой частью наконечника (гильзы) и проволочками каждого повива. При оконцевании или соединении секторных или сегментных жил их скругляют специальным инструментом или с помощью пассатижей: тогда жила может легко войти в полость трубчатой части наконечника или гильзу. Подготовка контактных концов плоских проводников под сварку включает рихтовку и обработку их кромок.

Подготовка плоских проводников для соединения болтами включает рихтовку, а при наличии вмятин, раковин или неровностей – фрезерование, а также сверление отверстий под болты.

Для обеспечения металлического контакта между соединяемыми проводниками их контактные поверхности предварительно очищают от пленок всякого рода. Для этого применяют смывание, химическое растворение, механическую очистку. Часто эти способы используют совместно. Особенно эффективна механическая очистка в сочетании со смыванием или растворением. Способы очистки контактных поверхностей выбирают в зависимости от материалов контактных элементов, наличия на них защитных металлических покрытий, вида пленок и способа выполнения контактного соединения.

Наиболее простой способ очистки контактных поверхностей – механический (с помощью стальных щеток или щеток из кардоленты). Контактные поверхности алюминиевых проводников очищают особо тщательно, нанеся предварительно слой технического вазелина или других защитных смазок для исключения повторного окисления поверхностей.

Очистку внутренних контактных поверхностей алюминиевых овальных или трубчатых соединителей производят под слоем смазки с помощью специальных щеток. На хвостовик щетки навинчивается рукоятка нужных размеров. На специализированных заготовительных участках для очистки контактных поверхностей применяют вращающиеся металлические щетки.

Контактные поверхности, покрытые масляными пленками, предварительно обезжиривают растворителями и затем очищают механическим способом до металлического блеска.

После очистки контактных поверхностей от различного рода пленок для предотвращения их повторного загрязнения (окисления) соединяемые поверхности защищают. Вид защиты выбирают в зависимости от способа выполнения контактных соединений, материалов контактных элементов и

условий эксплуатации соединений.

При контактной сварке или пайке поверхности соединяемых элементов защищают от окисления флюсами, а если же применяют соединение болтами, опрессовкой или скруткой, то контактными смазками. Защитные контактные смазки (пасты) должны иметь высокую адгезию, обладать относительно высокой температурой каплепадения, быть химически нейтральными и стабильными во времени, эластичными. Смазки на контактные поверхности наносят тонким слоем. В качестве защитных контактных смазок и паст используется конденсаторный вазелин, смазка ЦИАТИМ-221, кварцевазелиновая паста и др.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Какой способ является наиболее простым при очистке контактных поверхностей?

5.2 Как проводят подготовку проводников к контактному соединению?

5.3 Что включает подготовка плоских проводников для соединения болтами

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 9

- 1.Тема:соединение и оконцевание проводов опрессовкой
- 2.Цель:изучить соединение и оконцевание проводов опрессовкой
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Опрессовка – это соединение жилы с наконечником (гильзой) за счет их совместной деформации с помощью формообразующего инструмента (пуансонов и матриц).

Опрессовка может быть объемная, местным вдавливанием и объемная с местным вдавливанием. В отечественной практике для опрессовки используют инструменты типов УНИ, УСА, шестигранник, шестигранник с местным вдавливанием, НИОМ и др.Опресовкой выполняют КС медных, алюминиевых и сталеалюминиевых проводов. При выполнении соединений алюминиевых и сталеалюминиевых проводов рекомендуется использовать кварцевазелиновую пасту, а при соединении медных проводов – технический вазелин.

При оконцевании однопроволочных алюминиевых жил кабелей до недавнего времени применялись в основном наконечники. В настоящее же время получили развитие два метода безарматурного оконцевания: непосредственное формование с помощью пиротехнического инструмента из концов однопроволочных жил наконечников и изгибание специальным инструментом конца однопроволочной жилы в кольцо. Второй метод – более прогрессивный и безопасный. Он должен найти широкое применение в практике.

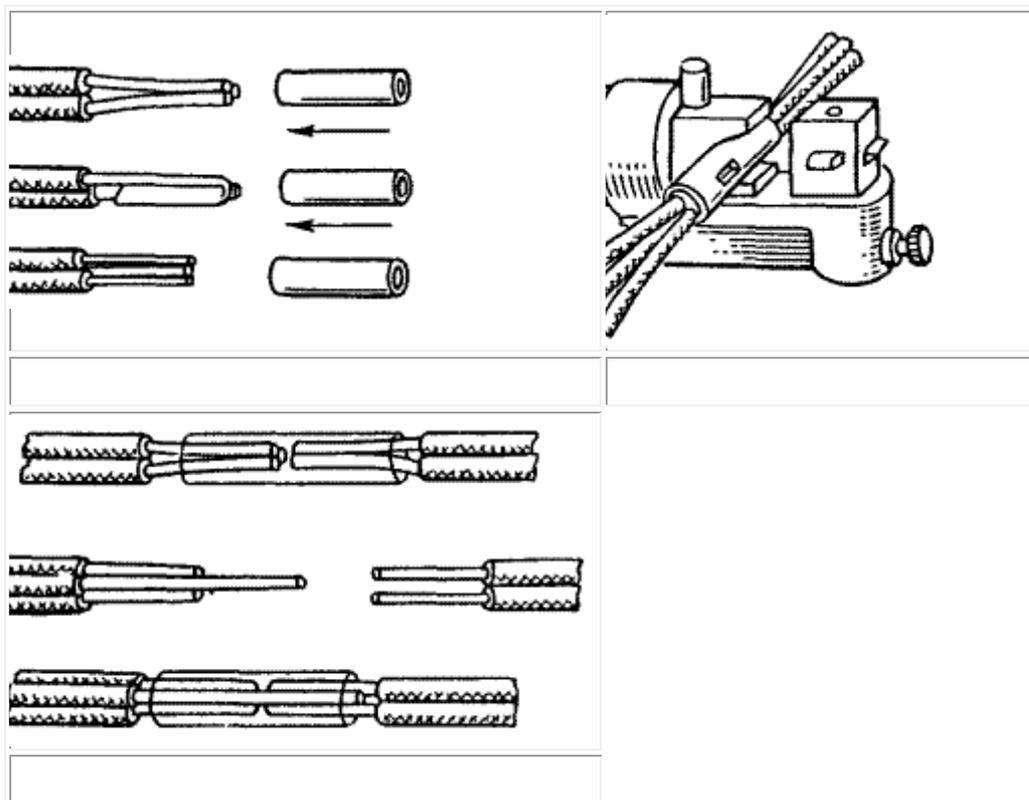




Рис. 1 Технология соединения проводов в гильзах ГАО опрессовкой:

а – подготовка жил для одностороннего ввода в гильзу, б – подготовка жил для двустороннего ввода в гильзу, в – опрессовка гильз, г – опрессованные соединения, д – готовое соединение после его изоляции

Соединение и оконцевание опрессовкой изолированных проводов сечением 1,5 ... 35 мм² выполняется в гильзах типа ГАО, Т и ГМ одним или двумя вдавливаниями с помощью пресс-клещей типа ПК-1МУ1 или ПК-3У1. В гильзу ГАО вводят жилы с одного или с двух концов (рис. 2.). Гильзы для ввода проводов с двух сторон имеют удвоенную длину и опрессовываются в двух местах. Алюминиевые жилы сечением 16 ... 240 мм² соединяются гильзами типа ТА. Стык жил должен находиться посередине гильзы. Оконцевание алюминиевых жил выполняется с помощью алюминиевых и медно-алюминиевых наконечников ТА или ТАМ по технологии, аналогичной соединению жил (рис. 3).

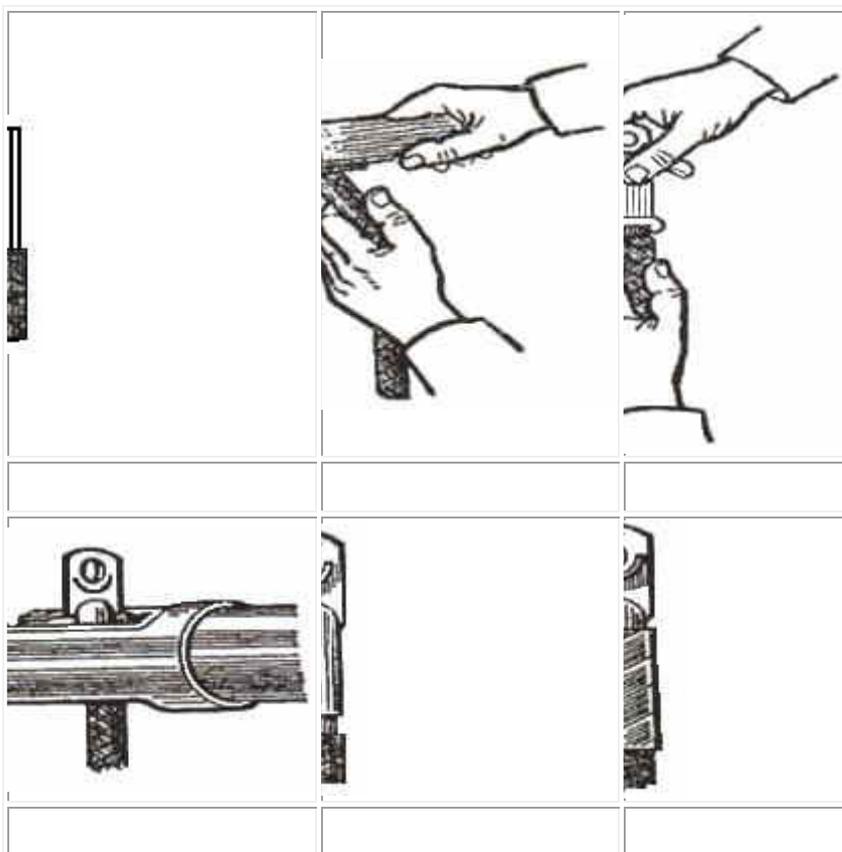


Рис. 3. Оконцевание алюминиевых жил опрессовкой:

а – жила со снятой изоляцией, б – зачистка жилы от оксидной пленки щеткой, в – надевание наконечника, г – опрессовка наконечника, д – наконечник, закрепленный на жиле опрессовкой, е – готовое оконцевание жилы

Оконцевание и соединение медных жил осуществляется с использованием медных наконечников типа Т и медных гильз типа ГМ. Наряду с указанными способами опрессовки оконцевание однопроволочных жил можно выполнять также путем формования наконечника непосредственно из монолитной жилы или закручиванием ее в кольцо.

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Какова технология соединения проводов в гильзах ГАО опрессовкой?

5.2 Что такое опрессовка?

5.3 Какой может быть опрессовка?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование

Практическое занятие № 10

- 1.Тема:соединение и оконцевание проводов сваркой
- 2.Цель:изучить соединение и оконцевание проводов сваркой
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Технология сварки контактных соединений характеризуется способом проведения и положением свариваемых элементов. В зависимости от положения свариваемых элементов по отношению друг к другу соединения бывают внахлестку, по торцам и встык .Способы сварки контактных соединений разнообразны. Применение того или другого способа сварки зависит от эксплуатационного назначения контактных соединений, их количества, материала проводников, их формы и размеров, условий монтажа.

Алюминий по сравнению с медью быстрее вступает в реакцию с кислородом. На поверхности свариваемых алюминиевых деталей всегда имеется оксидная пленка. Даже после удаления ее механическим или химическим способом она вновь образуется за десятые доли секунды. Эта тонкая и прочная пленка весьма тугоплавка: ее температура плавления около 2050 °С, т.е. в 2 – 3 раза выше температуры плавления алюминия и его сплавов (650 – 1000 °С). Плотность пленки в 1,5 раза больше плотности жидкого металла, поэтому при сварке пленка будет «тонуть» в жидком металле, образуя в нем включения и препятствуя процессу сварки.

При сварке алюминия и его сплавов возможно образование пористости в шве, поскольку при взаимодействии расплавленного алюминия с парами воды выделяется атомарный водород, который при рекристаллизации не успевает раствориться. Алюминий и его сплавы характеризуются малым интервалом температур, при которых металл или сплав находятся в пластичном состоянии перед расплавлением; при нагревании он не изменяет цвета, в связи с этим затрудняется контроль степени нагрева и расплавления металла. В нагретом состоянии металл обладает хрупкостью, а в расплавленном состоянии – жидкотекучестью.

Для повышения качества контактных соединений медных и алюминиевых проводников необходимо принимать меры по защите сварочной ванны от проникновения в нее вредных веществ. При сварке алюминиевой жилы 1 с медной жилой 2 оголенную алюминиевую жилу навивают вокруг медной так, чтобы конец последней выступал на 3 ... 4 мм из-под витков .

Скрученные жилы перед сваркой на длине 5 ... 6 мм покрывают тонким слоем флюса и закрепляют.

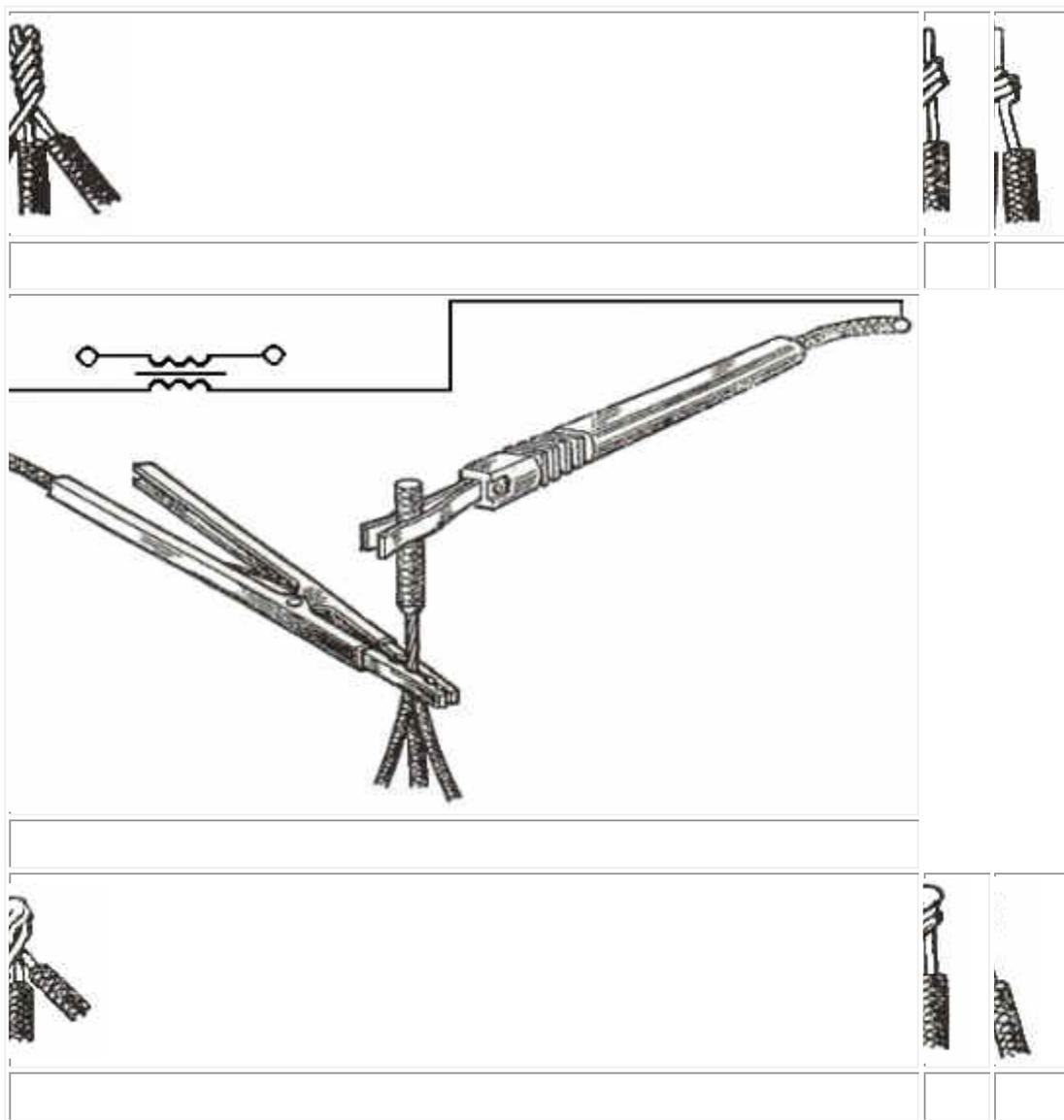


Рис. 1 Сварка жил угольным электродом:

а – алюминиевые жилы, подготовленные к соединению, б, в – алюминиевая жила с медной, подготовленные к соединению, г – сварка жил, д – сварное соединение алюминиевых жил, е, ж – сварные соединения алюминиевой жилы с медной

После расплавления выступающего конца медной жилы и одного-двух витков алюминиевый электрод отводится и сварка прекращается.

На практике применяют такие способы сварки:

- контактный;
- газовый;
- термитный.

При сварке контактным методом необходимо совместное действие тепловой энергии и давления. Такое сочетание позволяет соединять жилы однопроволочных проводов, изготовленных из меди и алюминия, качественно и надежно. Для сварки используется специальный инструмент — клещи с двумя

угольными электродами. Соединение может осуществляться с использованием флюса и без него. Сплавление концов жил в первом случае происходит при нагреве угольных электродов. На торцах проводников в результате контактной сварки образуется шарик застывшего металла. Без применения флюса соединение происходит в обойме. Она нагревается все теми же электродами. Источником энергии при таком методе сваривания является трансформатор, причем он должен иметь мощность 0,5 кВ·А, во вторичной обмотке напряжение 6, 9 или 12 В. Также возможна сварка с применением специального пистолета на полуавтомате ВКЗ-1 (выпускается отечественными компаниями). Его производительность — 3 соединения в мин

Газовая сварка, относящаяся к термическому классу (осуществляется тепловой энергией), используется для однопроволочных жил, выполненных из алюминия сечением не более 20 мм². Применение этого метода с варки для проводников, изготовленных из меди, не допускается. В качестве горючего газа используется пропан-воздушная смесь или ацетилено-кислородная. Последняя смесь используется только для выполнения операции оконцевания, для чего еще помимо смеси понадобятся пластины из сплава АД31Т1 и наконечники специальной конструкции. Многопроволочные жилы сваривают в 2 приема — сначала сплавляют жилы в единое целое, а затем сваривают между собой.

Термитная сварка осуществляется тоже с использованием тепловой энергии. Для осуществления такого вида соединения жил используют специальные патроны АТО, А и АТ, которые называются термитными. Состоят из кокиля и муфеля. При подборе конкретного патрона учитывают диаметр жил проводников. Перед сваркой жилы тщательно очищают от окисной пленки, обезжиривают и наносят флюс. Затем покрывают изнутри кокиль мелом или специальной краской. После этого устанавливают экраны и специальные охладители. Все уплотняют с помощью асбестового шнура и только после этого выполняют поджигание самого патрона. В процессе горения форма разогревается, в результате чего плавятся концы жил. В конструкции формы имеется специальный литниковый ход. Через него вводится присадочный пруток Ø 2 мм из чистого алюминия. На соединяемые жилы надевается втулка, выполненная из алюминия. Она не допускает подтекания металла и пережога, расплавляясь вместе с жилами. В результате получается прочное и монолитное соединение (сварка) проводников.

Технология сваривания

Для сваривания жил проводов и кабелей применяют сварочные аппараты инверторного типа, которые выпускаются отечественными и зарубежными компаниями в большом ассортименте. Их достоинства известны. Это малый вес и габариты, возможность носить аппарат на ремне, что позволяет выполнять работы в распаячных коробках и щитовых, установленных на любом объекте. Дуга горит устойчиво, зажигается при малых значениях тока и сварочный ток регулируется в широких пределах. Кроме того, такие аппараты потребляют незначительное количество электрической энергии.

Технология сварки аппаратами инверторного типа включает в себя выполнение следующих операций

1. удаление изоляции на длину до 10 см;
2. подготовку проводников. Провода зачищаются до металлического блеска. Для этого используют наждачную бумагу или кордовую ленту. При необходимости выполняют обезжиривание;
3. скручивание жил. Они скручиваются между собой на длину до 5 см;
4. присоединение кабеля массы сварочного аппарата к скрутке;
5. установки ручки регулирования силы тока аппарата при напряжении $12 \div 36$ В в необходимое положение. Величина колеблется в пределах от 30 до 90 А и зависит от сечения провода (указывается в технологическом процессе на проведение сварки);
6. прикосание электродом сварочного аппарата (угольными) к скрутке выполняют не более чем на 2 сек. В результате образуется сварочная дуга, а на конце скрутки монолитное соединение;
7. выдержку до полного остывания;
8. выполнение изоляции полученного соединения. Для этого используют липкую ленту или трубку термоусадочную.

Кроме того, чтобы поверхность сварного соединения не окислялась в процессе эксплуатации, ее для надежности покрывают лаком. После этого выполняют изоляцию лентой ПВХ или специальным колпачком. Полученное соединение прослужит длительный срок и не будет разрушаться.

Выбор конкретного аппарата для сварки жил проводников выполняют с учетом следующих факторов:

- какой материал он может сваривать (медь, алюминий или оба материала, включая их комбинацию);
- типа выполняемой работы (оконцевание, ответвление, соединение);
- какие жилы сваривает (одно- или многожильные);
- какие может сваривать сечения жил (одинаковое или разное);
- мощности;
- источника питания;
- места выполнения сварки (в квартире, на улице, в земле и т.д.).

5. Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Какие факторы необходимо учитывать при выборе аппарата для сварки жил проводников?

5.2 Какие операции включает технология сварки аппаратами инверторного типа?

5.3 Какие существуют виды сварки? Дайте им характеристику

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование

Практическое занятие № 11

1. Тема: соединение шин болтами и сваркой
2. Цель: изучить соединение шин болтами и сваркой
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Соединение шин болтами. Проводники прямоугольного сечения соединяют между собой с помощью болтов, шпилек или сжимов. Число болтов определяется размерами шин. Силу сжатия контактных поверхностей целесообразнее обеспечивать применением нескольких болтов небольшого сечения, а не одного болта большего сечения, так как в первом случае количество контактных пятен получается больше. В результате переходное сопротивление соединения уменьшается и происходит более равномерное распределение тока по контактной площади. Несколько параллельных шин фазы соединяют между собой путем укладки их в переплет, а не попарно, так как в последнем случае контактная поверхность получается значительно меньшей, а переходное сопротивление большим. При прохождении электрического тока контактные соединения нагреваются и как следствие, расширяются. Особенно значительный нагрев и расширение происходят при коротком замыкании. Расширение не одинаково по всему соединению, так как его детали имеют разные коэффициенты линейного расширения. Болты соединений медных и алюминиевых шин работают в неблагоприятных условиях, поскольку коэффициент линейного расширения стального болта меньше, чем медной или алюминиевой шины, кроме того, болты при коротком замыкании всегда нагреваются значительно меньше, чем шины. В режиме короткого замыкания на болты действуют дополнительные силы, которые, складываясь с силой затяжки болта, могут привести к остаточным деформациям и ослаблению контактного соединения при понижении температуры. Чем больше толщина пакета шин, тем больше механические напряжения возникают в стягивающих болтах. Эти напряжения могут быть снижены, если под головки болтов (гаек) установить тарельчатые пружины.

Тарельчатые пружины электротехнического назначения изготавливают (по ГОСТ 17279-71) двух типов: Ш – для поддержания контактного давления в соединениях шин; К – для поддержания контактного давления в соединениях кабельных наконечников с выводами электрооборудования, имеющими уменьшенную контактную поверхность по сравнению с шинами.

Допускается вместо тарельчатых пружин устанавливать со стороны алюминия утолщенную шайбу под головку болта или под гайку также для снижения напряжения. Длина перекрытия (нахлеста) соединяемых элементов в контактном соединении при одном или четырех болтах редко превышает ширину шины, а при двух болтах составляет от 1,5 до 2 размеров ширины шины.

Уменьшение переходного сопротивления соединения достигается повышением контактного давления и понижением его жесткости. Для уменьшения жесткости контактного соединения на шинах делают продольные разрезы шириной 3 ... 4 мм и длиной 50 мм.

Болты в соединении выбирают в зависимости от удельных давлений между контактными поверхностями, кажущейся плотности тока и допустимых растягивающих усилий для болтов. Рекомендуемые удельные давления в КС для различных материалов контактных соединений приведены ниже в табл. 2.1.

Длину болтов подбирают такой, чтобы после сборки и затяжки соединений оставалось не менее двух ниток свободной резьбы. Затяжку болтов КС производят гаечным ключом, обеспечивая значения нужных крутящих моментов, приведенные в табл. 2.2. Соединение алюминиевых шин с шинами из меди или алюминиевых сплавов толщиной 4 мм, а также медных или стальных шин толщиной 6 мм допускается производить болтами М6 длиной 16 мм или М8 длиной 20 мм.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Как достигается уменьшение переходного сопротивления соединения?

5.2 Как выбирают болты в соединениях?

5.3 Как подбирают длину болтов?

5.4 Как осуществляется соединение шин болтами?

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 12

1. Тема: подсоединение проводов к выводам машин и аппаратов

2. Цель: изучить способы подсоединение проводов к выводам машин и аппаратов

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

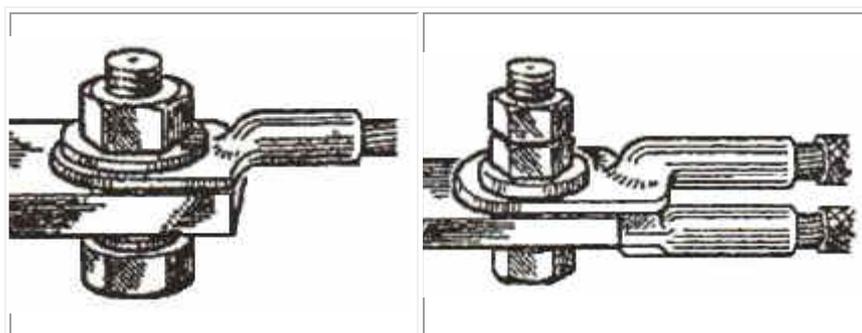
Плоские проводники (наконечники) присоединяются к плоским выводам (рис. 2.9) из меди или алюминиевого сплава с помощью стальных болтов, гаек и шайб, а к выводам из алюминия с применением крепежных болтов и гаек из медных или алюминиевых сплавов, а также шайб в виде тарельчатых пружин. При сборке соединения с тарельчатыми пружинами контргайки не применяют.

Если тарельчатые пружины или болты и гайки из цветных металлов необходимых размеров отсутствуют, подсоединение можно выполнять с применением увеличенной шайбы при условии, что переходное сопротивление и температура нагрева соединения окажутся в заданных пределах.

Если контактное соединение эксплуатируется в помещении с относительной влажностью более 80 % и температурой не ниже 20 °С или в химически активной среде, то оно выполняется с помощью переходных медно-алюминиевых пластин (наконечников). Непосредственно соединять медную жилу с алюминиевым выводом можно в том случае, когда алюминиевый вывод имеет защитное металлопокрытие.

При подсоединении к плоскому выводу двух жил кабеля наконечники следует располагать по обеим сторонам плоского зажима (рис. 2.9, б) для того, чтобы переходное сопротивление было наименьшим и чтобы сохранить более равномерное токораспределение. Если к выводу нужно подсоединить более двух наконечников или если отверстие вывода не соответствует отверстию наконечника, используют переходные детали. К переходной детали наконечники подсоединяются симметрично (рис. 2.9, в).

Плоские медные проводники и наконечники присоединяются к штыревым выводам (рис. 2.9, г) оборудования с помощью стандартных гаек из меди и ее сплавов. Соединения при номинальных токах до 30 А выполняют с помощью стальных гаек, покрытых оловом, никелем или кадмием.



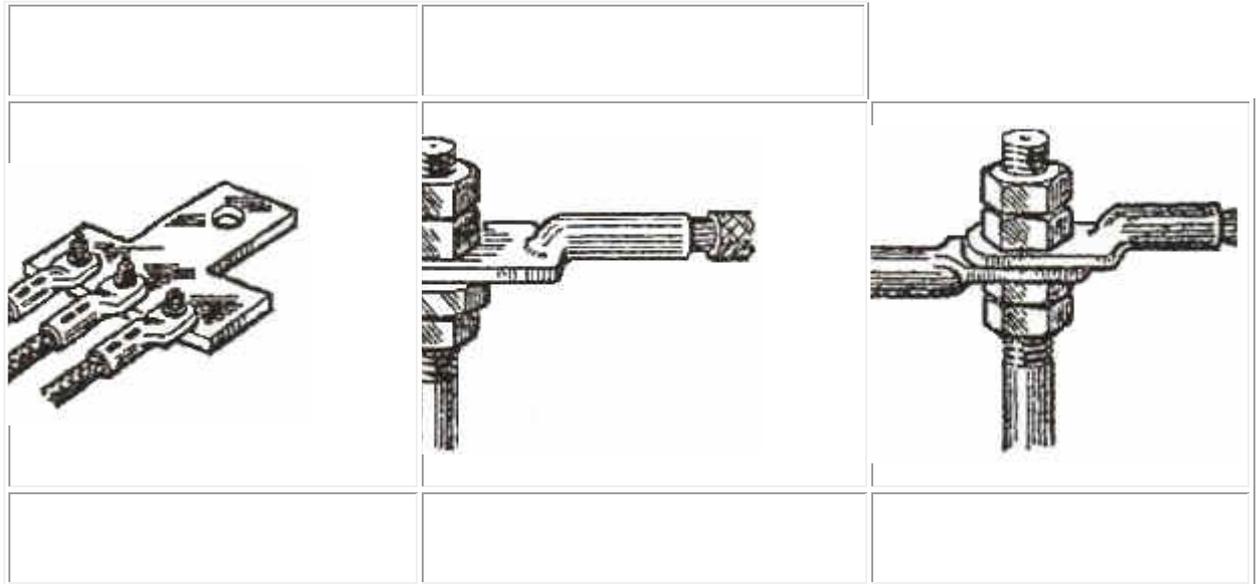


Рис. 2.9. Подсоединение наконечников к выводам электрооборудования:

а, б – к плоским выводам одного и двух наконечников, в – с помощью переходной детали, г, д – к штыревым выводам одного и двух наконечников

Алюминиевые плоские проводники при токах до 250 А присоединяются так же, как медные, а при токах от 250 до 400 А для присоединения применяют увеличенные упорные гайки.

Присоединение двух наконечников к штыревому выводу (рис. 2.9, д) необходимо выполнять симметрично, а при подсоединении более двух наконечников использовать переходные детали (рис. 2.9, в).

При токах более 400 А следует использовать медно-алюминиевые наконечники или армировать (плакировать) концы шин.

Круглые проводники сечением до 10 мм² подсоединяются к плоским и штыревым выводам после изгибания конца жилы в кольцо с применением под головки винтов шайб-звездочек. Лапки шайб-звездочек при закручивании винта или гайки не должны касаться поверхности вывода или упорной гайки, чтобы колечко жилы было надежно прижато к зажиму. Кольцо провода укладывается под головку болта или гайки так, чтобы оно при закручивании болтов или гаек не выдавливалось из-под них. В тех случаях, когда алюминиевая однопроволочная жила оконцована кольцевым наконечником (пистоном), шайба-звездочка не применяется. При подсоединении жил, оконцованных кольцевым наконечником (пистоном), шайба не используется.

С винтовыми зажимами для втычного присоединения алюминиевые или медные многопроволочные жилы могут соединяться после оконцевания штифтовым наконечником или после сплавления конца жилы в монолит с добавкой легирующих присадок.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания.

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 13

1. Тема: присоединение шин, жил, проводов и кабелей к выводам электрооборудования, зажимам, троллеям, шинопроводам

2. Цель: изучить способы присоединение шин, жил, проводов и кабелей к выводам электрооборудования, зажимам, троллеям, шинопроводам

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

1. Для подготовки к присоединению жилы проводов и контрольных кабелей разводятся и изгибаются так, чтобы они подходили к рядам зажимов, приборам, реле и аппаратам в виде организованного правильного потока. Затем жила примеривается к наборному зажиму или зажиму аппарата и отрезается на расстоянии 25-30 мм от центра зажимного винта в сторону свободной части провода. Подготовленные таким образом жилы кабеля очищаются, начиная от места, соответствующего центру зажимного винта, от изоляции, и концы жил изгибаются в кольцо диаметром, равным диаметру зажимного винта. При изготовлении колец необходимо следить за тем, чтобы диаметр кольца был немного больше диаметра зажимного винта, для того чтобы при подключении провода к зажиму или аппарату зажимной винт свободно проходил через кольцо жилы.

2. Перед присоединением к зажимам и вторичным аппаратам на жилы проводов и кабелей надеваются и закрепляются постоянные маркировочные бирки, предварительно промаркированные в соответствии с монтажной схемой.

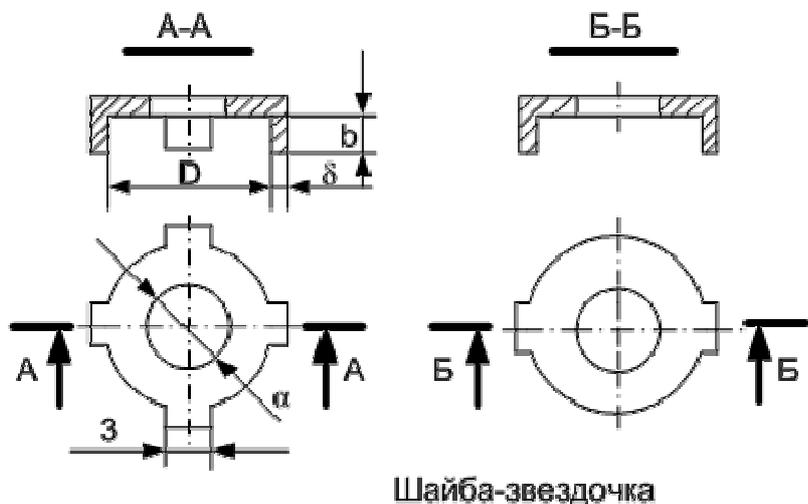
Маркировка бирок может выполняться и после присоединения жил кабелей или проводов.

До присоединения жилы проводов и кабелей должны быть проверены мегаомметром на отсутствие повреждения или увлажнения изоляции жил.

3. Для присоединения медных жил проводов и контрольных кабелей к наборным зажимам или контактными выводам вторичных приборов и аппаратов жилы зачищаются (перед изгибанием в кольцо) наждачной бумагой и крепятся непосредственно к контактной плоскости наборного зажима или вторичного аппарата соответствующим зажимным винтом.

4. Присоединение алюминиевых жил контрольных кабелей к наборным зажимам или выводам вторичных аппаратов с плоской контактной поверхностью выполняется при помощи ограничивающей шайбы-звездочки и стандартной пружинной шайбы. При подключении алюминиевых жил следует обращать особое внимание на качество зачистки жилы. Снятие изоляции с жилы кабеля сечением 2,5 — 4 мм кв. должно выполняться клещами с зазором между губками не менее 3,5 мм во избежание повреждения алюминиевой жилы. При сечении жил не более 4 мм кв. снятие изоляции может производиться ножом с надрезом изоляции по длине ее зачистки.

После снятия изоляции жила должна быть зачищена наждачной бумагой под слоем кварцевазелиновой или цинковазелиновой пасты. Приготовленная таким образом алюминиевая жила крепится после изгибания в кольцо зажимным винтом к зажиму, прибору или аппарату с дополнительной установкой поверх кольца ограничивающей шайбы-звездочки и пружинной шайбы (рисунок).



Шайба-звездочка

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 14

1. Тема: монтаж заземляющих устройств. Способы присоединения, виды работ, правила монтажа.

2. Цель: изучить способы монтажа заземляющих устройств. Способы присоединения, виды работ, правила монтажа

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Защитное заземление - это преднамеренное соединение с землей металлических частей электроустановки, не находящихся под напряжением (рукояток приводов разъединителей, кожухов трансформаторов, фланцев опорных изоляторов, корпусов измерительных трансформаторов и т.п.).

Монтаж заземляющих устройств состоит из следующих операций: установки заземлителей, прокладки заземляющих проводников, соединения заземляющих проводников друг с другом присоединения заземляющих проводников к заземлителям и электрооборудованию.

Вертикальные заземлители из угловой стали и отбракovaných труб погружают в грунт забивкой или вдавливанием, из круглой стали — ввертыванием или вдавливанием. Эти работы выполняют с помощью механизмов и приспособлений, например: копра (забивка в грунт), приспособления к сверлилке (ввертывание в грунт стержневых электродов), механизма ПЗД-12 (ввертывание в грунт электродов заземления).

Для устройства заземления наиболее распространены электрозаглубители, имеющие стандартную электросверлилку и редуктор, понижающий частоту вращения ниже 100 об/мин и соответственно увеличивающий крутящий момент на ввертываемом электроде. При пользовании этими заглубителями к концу электрода приваривают наконечник-забурник, обеспечивающий рыхление грунта и облегчающий погружение электрода. Выпускаемый промышленностью наконечник представляет собой заостренную на конце и изогнутую по винтовой линии стальную полосу шириной 16 мм. В монтажной практике применяются и другие типы наконечников для электродов.

При устройстве заземления **вертикальные заземлители** должны закладываться на глубину 0,5 - 0,6 м от уровня планировочной отметки земли и выступать от дна траншеи на 0,1 - 0,2 м. Расстояние между электродами 2,5 - 3 м. Горизонтальные заземлители и соединительные полосы между вертикальными заземлителями укладывают в траншеи глубиной 0,6 - 0,7 м от уровня планировочной отметки земли.

Все соединения в цепях заземлителей выполняют сваркой внахлестку; места сварки покрывают битумом во избежание коррозии. Траншею роют обычно шириной 0,5 и глубиной 0,7 м. Устройство внешнего заземляющего контура и прокладку внутренней заземляющей сети производят по рабочим чертежам проекта электроустановки.

Вводы в здание заземляющих проводников выполняют не менее чем в двух местах. После монтажа заземлителей составляют акт на скрытые работы,

указывая на чертежах привязки заземляющих устройств к стационарным ориентирам.

Заземляющие магистральные проводники прокладывают по стенам на расстоянии 0,5—0,10 м от поверхностей на высоте 0,4—0,6 м от уровня пола. Расстояние между точками крепления 0,6 —1,0 м. В сухих помещениях и при отсутствии химически активной среды допускается прокладка заземляющих проводников вплотную к стене.

Заземляющие полосы к стенам крепят дюбелями, которые пристреливают строительно-монтажным пистолетом либо непосредственно к стене, либо через промежуточные детали. Широко применяют также закладные детали, к которым приваривают полосы заземления. Пистолетом типа ПЦ можно пристреливать детали из листовой или полосовой стали толщиной до 6 мм в основания из бетона (марки до 400), кирпича и др.

В сырых, особо сырых помещениях и в помещениях с едкими испарениями (с агрессивной средой) заземляющие проводники приваривают к опорам, закрепленным дюбелями-гвоздями. Для создания зазора между заземляющим проводником и основанием в таких помещениях используют штампованный держатель из полосовой стали шириной 25 - 30 и толщиной 4 мм, а также кронштейн для прокладки круглых заземляющих проводников диаметром 12 - 19 мм. Длина нахлестки при сварке должна быть равна двойной ширине полосы для прямо угольных полос или шести диаметрам для круглой стали.

К трубопроводам заземляющие проводники присоединяют при наличии на трубах задвижек или болтовых фланцевых соединений выполняют обходные переемычки.

Части электроустановок, подлежащие заземлению, присоединяют к заземляющим магистралям отдельными ответвлениями. **Стальные заземляющие проводники** присоединяют к металлоконструкциям сваркой, к оборудованию - под возможно, сваркой. заземляющий болт или, где проводники присоединяют к медными проводниками с креплением проволочным бандажом и пайкой. Вокруг подстанции обычно делают общий заземляющий контур, к которому приваривают заземляющие проводники внутренней части подстанции. **Отдельные элементы электрооборудования** присоединяют к заземляющим проводникам параллельно, а не последовательно, иначе при обрыве заземляющего проводника часть оборудования может оказаться незаземленной.

На подстанциях заземляют все элементы электрооборудования и металлические конструкции. Силовые трансформаторы заземляют гибкой переемычкой, изготовленной из стального троса. Переемычку с одной стороны приваривают к заземляющему проводнику, с другой - присоединяют к трансформатору с помощью болтового соединения. **Разъединители заземляют** через раму, плиту привода и опорный подшипник; корпус вспомогательных контактов — присоединением к шине заземления.

Если разъединители и приводы смонтированы на металлических конструкциях, то заземление выполняют путем приваривания к ним заземляющего проводника.

Предохранители на 6 - 10 кВ заземляют путем присоединения заземляющего проводника к фланцам опорных изоляторов, раме или металлической конструкции, на которой они установлены.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 15

1. Тема: ремонт электроаппаратуры и установок в сетях напряжением до 1000 В.

2. Цель: изучить способы ремонта электроаппаратуры и установок в сетях напряжением до 1000 В.

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

При ремонте реостата проверяют плотность прилегания щеток к контактам и легкость перемещения подвижного контакта по поверхности неподвижных. Для увеличения давления щеток на контакты отвертывают стопорный болт, прижимают подвижный контакт к неподвижным и вновь закрепляют кольцо. Перегоревшие элементы восстанавливают, чугунные заменяют новыми, а ленточные и проволочные сваривают, предварительно соединив на даине 15 мм поврежденные места бандажом из медной проволоки диаметром 0,5 мм.

Реостаты серий РМ и ПР заливают сухим чистым трансформаторным маслом; уровень масла в баке устанавливают в пределах между рисками в маслоуказательном стекле. После ремонта проверяют реостат на отсутствие обрыва в цепи и плавность хода подвижного контакта. При ремонте жидкостных реостатов очищают контакты и ножи, регулируют механизм подъема и опускания ножей, заменяют загрязненный раствор в баке реостата.

При ремонте барабанного кранового контроллера его продувают сжатым воздухом, очищают тряпкой, смоченной керосином, в изоляционные поверхности сухой тряпкой; устанавливают провал сухаря в пределах 2—3 мм. Увеличенный провал повышает износ сухарей и концов сегментов и вызывает поломку пальцев. Регулирование провала производят при помощи регулировочного винта 1. Недостаточный провал указывает на слабое нажатие.

При ремонте магнитного пускателя очищают контакты, проверяют сохранность биметаллических элементов и нагревателей. Вышедшие из строя элементы заменяют новыми заводского изготовления. Удерживающую катушку с пересохшей изоляцией заменяют новой. При отсутствии катушек заводского изготовления их наматывают в ЭРЦ. Если на сгоревшей катушке нет паспорта и не известны ее заводские данные, то число витков и сечение провода определяют по старой катушке. У многовитковых катушек число витков может быть определено по диаметру проволоки, массе меди и средней длине витка.

При ремонте контактора очищают от копоти и грязи контакты и пластины в дугогасительной камере. Обгоревшие контакты очищают мягкой стальной щеткой. Обращают внимание на состояние гибкой связи из медных пластин толщиной 0,2—0,5 мм. Поврежденные пластины заменяют новыми таких же сечений.

О состоянии электромагнитной системы судят по величине издаваемого при

работе шума. Повышенный шум свидетельствует об ослаблении винтов, крепящих ярмо и якорь, повреждении короткозамкнутого витка и недостаточности площади прилегания поверхностей обеих половин электромагнита. В этом случае подтягивают крепежные детали якоря и сердечника, устанавливают в вырезе сердечника короткозамкнутый виток, увеличивают площадь поверхности соприкосновения обеих половин электромагнита и добиваются большей точности их пригонки. При прижатом к сердечнику якорю полоска папиросной бумаги не должна передвигаться между крайними выступами магнитопровода. Если поверхность соприкосновения менее 60—70 %, то сердечник нуждается в подгонке.

Ремонт автоматических выключателей серии А незначительно отличается от ремонта магнитных пускателей и здесь не рассматривается. При регулировании выключателя «Электрон» на силу тока 1000—4000 А раствор разрывных контактов устанавливают не менее 18 мм; зазор между главными контактами при касании разрывных контактов должен быть не менее 11 мм; величину хода якоря механизма включения доводят до 4*4,5 мм, проверяют провалы главных и разрывных контактов. Они должны составлять у главных $3,5 \pm 0,5$ мм, у разрывных 6 ± 2 мм. Увеличение провала главных контактов достигается одновременным вывинчиванием регулировочных болтов на равное число оборотов (1 оборот болта равен 1 мм). При проверке расщепителей убеждаются, что упор толкателя находится в зацеплении с кулачком валика.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 16

1. Тема: технология ремонта обмоток электрических машин
2. Цель: изучить технологию ремонта обмоток электрических машин.
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Определение объема ремонта.

Перед ремонтом обмоток необходимо точно определить характер неисправности. Часто направляют в ремонт исправные электродвигатели, ненормально работающие в результате повреждения питающей сети, приводного механизма или неправильной маркировки выводов.

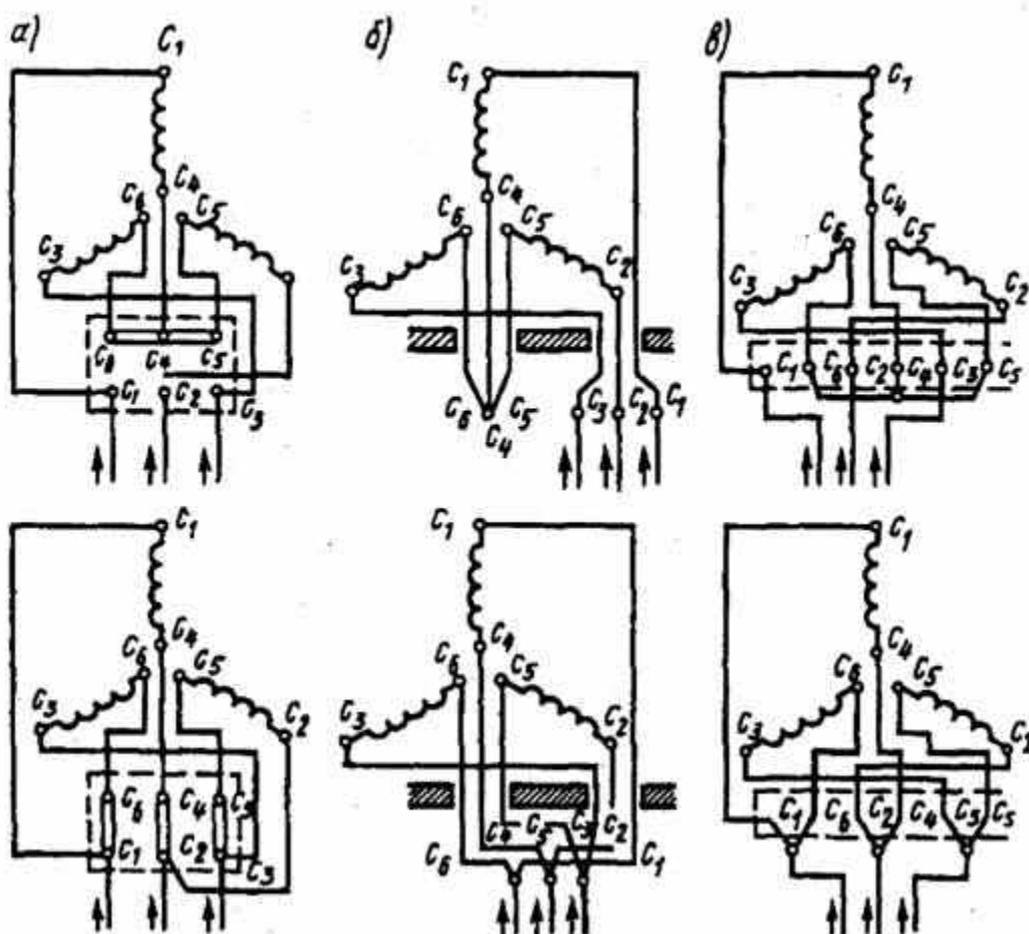


Рис. 1 Схемы соединения обмоток при фазных исполнениях выводов и наличии: а — у двигателя щитка с зажимами; б — двух выводных отверстий; в — выводов, расположенных в один ряд

Основой якорной обмотки машин постоянного тока служит секция, т. е. часть обмотки, заключенная между двумя коллекторными пластинами. Несколько секций обмотки обычно объединяют в катушку, которую укладывают в пазы сердечника.

Схемы однофазных обмоток составляют в основном по тем же правилам, что и схемы трехфазных обмоток, только у них рабочая фаза занимает 2/3 пазов, а

пусковая $1/3$. У конденсаторных двигателей половину пазов занимает главная фаза и половину — вспомогательная.

Назначая ремонт, следует помнить, что у электродвигателей мощностью до 5 кВт с двухслойной обмоткой при необходимости замены хотя бы одной катушки выгоднее перемотать статор полностью. У двигателей мощностью 10—100 кВт с обмоткой из круглого провода одну-две катушки можно заменить методом протяжки без подъема неповрежденных катушек.

Обмотки электрических машин и способы их соединений.

Основой фазной обмотки машин переменного тока служит катушка, т. е. комплект проводов, которому придают форму, удобную для укладки в пазы сердечника, отстоящие друг от друга на величину шага обмотки. Одна или несколько рядом лежащих катушек, принадлежащих одной фазе и расположенных под одним полюсом, образуют катушечную группу. Катушечную группу в мягких обмотках наматывают целиком одним и несколькими параллельными непрерывными проводами, а в некоторых случаях наматывают целиком фазу обмотки. Варианты соединения обмоток при фазных исполнениях выводов показаны на рис. 12.

Ремонт статорных обмоток электрических машин.

Для записи обмоточных данных при перемотке используют приведенную ниже форму обмоточной карточки.

Ф о р м а 2

Обмоточная карточка

1. Тип электродвигателя
2. Заводской номер
3. Дата изготовления ; .
4. Мощность, кВт.....
5. Напряжение, В
6. Ток,
А.....
7. Число фаз
8. Частота вращения, об/мин
9. Частота,
Гц.....

- 10. Соединение фаз
- 11. Длина пакета статора, мм.....
- 12. Диаметр расточки статора, мм
.....
- 13. Число пазов статора
.....
- 14. Род обмотки (двухслойная, однослойная концентрическая, цепная, однослойная концентрическая внавал и т. д.)
.....
- 15. Схема обмотки
.....
- 16. Форма лобовых частей (для двухплоскостных и трехплоскостных однослойных обмоток)
- 17. Вылет лобовых частей (расстояние от торца пакета до наиболее удаленной точки лобовых частей обмотки):

со стороны схемы, мм
.....
с противоположной стороны, мм ...
.....

- 1. Число проводов в пазу: <

в верхнем слое ,
в нижнем
слое.....
общее
.....
.....

- 1. Число параллельных проводов
.....
- 2. Обмоточный провод:

марка
.....
.....
диаметр, мм
.....

- 1. Шаг обмотки (для концентрической обмотки указать шаги всех катушек катушечной группы или полугруппы)
.....
- 2. Число параллельных ветвей.....

3. Средняя длина витка, мм

.....

4. Эскиз паза с размерами, изоляцией и расположением проводов.....

25. Размеры, форма и материал пазовых

клиньев.....

Обмотчик:.....

.....

Подпись:.....

.....

Дата.....

.....

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 17

1. Тема: ремонт сердечников. Виды работ при ремонте

2. Цель: изучить виды работ при ремонте сердечников.

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Характерными повреждениями сердечников (роторов и якорей) являются:

1) Ослабление посадки сердечника в корпусе (на валу)

2) Сдвиг в осевом направлении

3) Распушение крайних листов

4) Ослабление прессовки

5) Выгорание или оплавление отдельных участков

6) Износ внутренних (наружных) поверхностей

Ремонт при ослаблении посадки сердечника

1) Проверка состояния штопоров и шпоночных канавок

2) Устанавливают сердечник на место и закрепляют вновь изготовленными стопорами в новые отверстия

3) Сердечник ротора или якоря выпрессовывают, ремонтируют или заменяют вал. Устанавливают сердечник

Ремонт при распушении крайних листов сердечника

1) Пропитывают ножовочным полотном наклонные пазы в зубцах и проваривают эти пазы электросваркой электродом ОММ5 диаметром 2 мм, сжав кольцом, при помощи шпилек, пропущенных через пазы. Шов зашлифовывают

2) Склеивают, промазав лаком, стягивают кольцом, шпильками и сушат.

Ремонт при ослаблении прессовки сердечника.

Если сердечник небольшого диаметра, то между нажимной шайбой и крайними листами через каждые 2-4 зубца забивают текстолитовые клинья. Для предотвращения выпадания его промазывают лаком и загибают крайний лист сердечника.

У крупных машин протягивают стяжные шпильки. По окончании протяжки восстанавливают стопорящие сварочные швы.

Ремонт при выгорании участка зубца сердечника.

При выгорании или оплавлении участка зубца сердечника производят удаление дефектной части и установку на её место протеза из стеклотекстолита, который необходим для предотвращения выпучивания обмотки.

В зависимости от вида неисправности ремонт может заключаться в местном ремонте — устранении дефектов без перешихтовки сердечника, в перешихтовке части или всего сердечника, в перешихтовке части или всего сердечника с переизолировкой листов стали. В зависимости от характера повреждения критерии для определения объема работ следующие:

1. Превышение общего нагрева сердечника и удельных потерь в стали сверх допустимых для данного сорта (марки) стали свидетельствует о нарушении межлистовой изоляции во всем объеме сердечника. В этом случае следует перешихтовать сердечник с переизолировкой всех листов стали. Этот вид неисправности обычно свойствен машинам, находившимся в длительной эксплуатации и особенно при недостаточно плотной прессовке стали. Следует отметить, что слабая прессовка может как быть дефектом при изготовлении машины на электромашиностроительном заводе, так и возникнуть в процессе ее эксплуатации.

2. При большом числе недопустимых местных превышений температуры сердечника на расточке статора или поверхности ротора (якоря) и особенно при расположении дефектных мест вблизи корня зубца или на дне паза также целесообразно полностью перешихтовать сердечник с переизолировкой листов стали. Эти недопустимые превышения температуры являются следствием нарушения межлистовой изоляции и замыкания листов в зубцовой зоне, и если даже устранить эти замыкания местным ремонтом дефектных мест, то нет уверенности, что они не возникнут вновь в прежних или других, новых местах при выемке и последующей укладке обмотки. Ремонт же сердечника с уложенной обмоткой может очень осложниться или даже оказаться невозможным при недоступном расположении дефектных участков стали и, кроме того, связан с большим риском повреждения обмотки.

3. При небольшом количестве местных недопустимых превышений температуры, выгорании небольшого объема стали в пределах нескольких зубцов в результате виткового замыкания или повреждения сердечника из-за попадания в воздушный зазор постороннего металлического предмета можно ограничиться местным ремонтом дефектных мест, однако только при положительных результатах испытания отремонтированного сердечника и удовлетворительном состоянии его прессовки.

4. При выгорании значительного объема стали и невозможности ремонта поврежденного участка из-за его недоступного расположения или неудовлетворительных показателей местного ремонта по результатам испытания стали целесообразно расшихтовать сердечник до поврежденного места, переизолировать и при необходимости отремонтировать выгоревшие листы стали и вновь зашихтовать сердечник, располагая отремонтированные листы равномерно по всей расшихтованной зоне. При возможности желательно вместо отремонтированных закладывать новые листы стали.

5. При ослаблении прессовки стали сердечника, но удовлетворительных результатах испытания (допустимом общем нагреве, отсутствии чрезмерного

превышения температуры и удовлетворительной величине удельных потерь в стали) ремонт следует производить лишь путем восстановления прессы способами, описанными ниже.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 18

1. Тема: ремонт коллекторов и контактных колец Виды работ, инструменты и приспособления.

2. Цель: изучить виды работ при ремонте коллекторов и контактных колец.

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Ремонт коллекторов. Коллекторы на пластмассе наиболее часто имеют следующие дефекты: царапины, выбоины и подгар коллекторных пластин, трещины в пластмассе, местное выгорание пластмассы, электрический пробой изоляции, замыкание пластин на корпус и между собой, распайка контактов между пластинами и обмоткой. Указанные дефекты (кроме последнего), как правило, происходят на стороне коллектора, свободной от обмотки, поскольку она больше загрязнена маслом и пылью. При ремонте коллектор можно не снимать с вала.

При наличии небольших перекрытий на поверхности пластмассы их зачищают стеклянной шкуркой, обезжиривают и покрывают эмалью, протирают салфетками и не менее двух раз покрывают эмалью воздушной сушки. Прожоги на значительной площади удаляют проточкой на токарном станке на глубину 2... 3 мм, после чего обработанную поверхность шлифуют стеклянной шкуркой, обезжиривают и покрывают эмалью. Трещины глубиной до 3 мм и прогары удаляют сверлением, обработанные места очищают и обезжиривают, после чего заполняют эпоксидным компаундом холодного отвердевания. После застывания компаунда его покрывают эмалью. Замыкание пластин между собой устраняют расчисткой дорожек между пластинами и обработкой оплавленных или обгоревших пластин шабером.

Для устранения сильных подгаров, выработок, неровностей и биения коллектор протачивают по наружной поверхности, не снимая с вала. Для этого ротор устанавливают в центры или на люнеты токарного станка. После проточки продораживают коллектор и снимают фаску.

В отличие от коллекторов на пластмассе коллекторы на стальной втулке в ряде случаев разбирают и заменяют отдельные коллекторные и изоляционные пластины. Замена пластин может производиться как со снятием, так и без снятия коллектора с вала.

В обоих случаях разборка производится следующим образом. Обвязывают коллекторные пластины стальной отожженной проволокой 7, отвертывают стопоры 2, гайку 1 и снимают нажимной конус 3 вместе с бандажом 4 и манжетой 6 (рис. 9.12, а). Осматривают манжету и пластины с торца. При незначительных повреждениях манжеты очищают поврежденное место и устанавливают на нем на клею миканитовые прокладки. При подгаре пластин с торца зачищают поврежденные места.

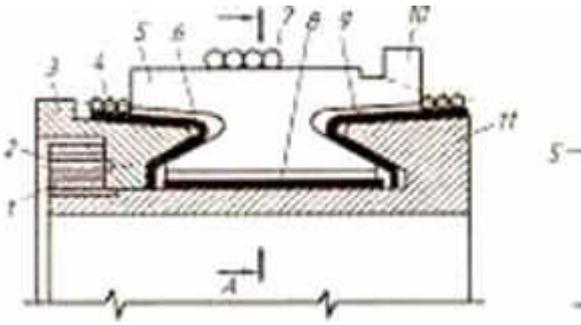


Рис. 9.12. Коллектор на стальной втулке:

1-гайка; 2-стопор; 3-нажимной конус; 4-бандаж; 5-коллекторная пластина; 6, 9— манжеты; 7— временный проволочный бандаж; 8— изоляционный цилиндр; 10 — петушки; 11 — нажимной конус; 12— изоляционная прокладка

Для снятия кольца коллекторных пластин 5 необходимо сначала отсоединить обмотку от петушков 10. Если обмотка припаяна, производят распайку паяльником, если приварена — протачивают торцы петушков на глубину проварки (как правило, она составляет не более 2... 3 мм). В конструкции коллектора с привариваемой обмоткой предусмотрена одно-двухкратная проточка места сварки. После отсоединения обмотки снимают кольцо коллекторных пластин 5 с нажимного конуса 11 и осматривают изоляционный цилиндр 8 и вторую манжету 9, у которых при необходимости устраняют повреждения.

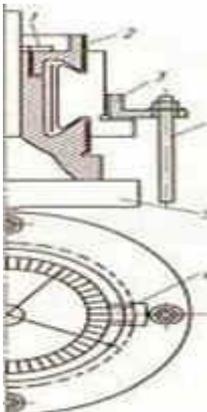


Рис. 9.13. Приспособление для замены коллекторных пластин

1— гайка; 2— конус; 3 — диск; 4 — шпилька; 5 — подставка; 6 — вырез.

При пробое изоляционной прокладки 12 между коллекторными пластинами 5 или при сильном выгорании коллекторных пластин (до 4 — 5 штук) их заменяют. Для этого применяют приспособление, показанное на рис. 9.13. Коллектор устанавливают на подставку 5, на пластины одевают диск 3 и фиксируют коллектор шпильками 4. Отвертывают стопоры, гайку 1, снимают конус 2 и манжету. Диск 3 имеет вырезы бнапротив коллекторных пластин, подлежащих замене, через которые выбивают поврежденные пластины. Взамен удаленных устанавливают новые пластины из меди той же марки. Новые пластины вместе с новыми изоляционными прокладками предварительно спрессовывают.

После сборки коллектор необходимо проточить и произвести его формовку. Формовка производится при скорости на 20 % выше номинальной и при высокой температуре. Формовку, прессовку и подтяжку нажимных конусов прекращают при биении менее 0,03 мм.

Ремонт контактных колец. При выработке контактных колец их протачивают. При пробое изоляции колец на втулку или между собой, а также при выгорании контактной шпильки или большом износе колец последние необходимо спрессовать с втулки. После этого срезают с втулки изоляцию и тщательно очищают ее наружную поверхность. На очищенную поверхность наносят новую изоляцию, опрессовывают втулку и запекают изоляцию в пресс-форме.

Затем протачивают втулку до нужных размеров и насаживают на нее с натягом новые или отремонтированные контактные кольца. Посадка колец проводится в горячем состоянии (температура колец равна 300...400°С).

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 19

1. Тема: изучение схем и групп соединения обмоток .

2. Цель: изучить схемы и группы соединения обмоток .

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Трехфазный трансформатор имеет две трехфазные обмотки - высшего (ВН) и низшего (НН) напряжения, в каждую из которых входят по три фазные обмотки, или фазы. Таким образом, трехфазный трансформатор имеет шесть независимых фазных обмоток и 12 выводов с соответствующими зажимами, причем начальные выводы фаз обмотки высшего напряжения обозначают буквами А, В, С, конечные выводы - X, Y, Z, а для аналогичных выводов фаз обмотки низшего напряжения применяют такие обозначения: a,b,c,x,y,z.

Каждая из обмоток трехфазного трансформатора — первичная и вторичная — может быть соединена тремя различными способами, а именно:

- звездой;
- треугольником;
- зигзагом.

В большинстве случаев обмотки трехфазных трансформаторов соединяют либо в звезду, либо в треугольник (рис. 1).

Выбор схемы соединений зависит от условий работы трансформатора. Например, в сетях с напряжением 35 кВ и более выгодно соединять обмотки в звезду и заземлять нулевую точку, так как при этом напряжение проводов линии передачи будет в $\sqrt{3}$ раз меньше линейного, что приводит к снижению стоимости изоляции.

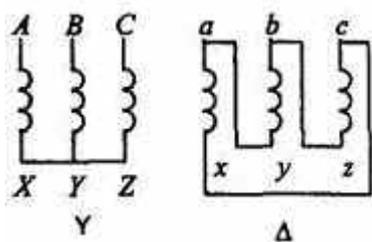


Рис.1

Осветительные сети выгодно строить на высокое напряжение, но лампы накаливания с большим номинальным напряжением имеют малую световую отдачу. Поэтому их целесообразно питать от пониженного напряжения. В этих случаях обмотки трансформатора также выгодно соединять в звезду (Y), включая лампы на фазное напряжение.

С другой стороны, с точки зрения условий работы самого трансформатора, одну из его обмоток целесообразно включать в треугольник.

Фазный коэффициент трансформации трехфазного трансформатора находят, как соотношение фазных напряжений при холостом ходе:

$$n_{\text{ф}} = U_{\text{фвнх}} / U_{\text{фннх}},$$

а линейный коэффициент трансформации, зависящий от фазного коэффициента трансформации и типа соединения фазных обмоток высшего и низшего напряжений трансформатора, по формуле:

$$n_l = U_{lvnx} / U_{lnnx}$$

Если соединений фазных обмоток выполнено по схемам "звезда-звезда" или "треугольник-треугольник", то оба коэффициента трансформации одинаковы, т.е. $n_\phi = n_l$.

При соединении фаз обмоток трансформатора по схеме "звезда - треугольник" - $n_l = n_\phi \sqrt{3}$, а по схеме "треугольник-звезда" - $n_l = n_\phi / \sqrt{3}$

Группы соединений обмоток трансформатора

Группа соединений обмоток трансформатора характеризует взаимную ориентацию напряжений первичной и вторичной обмоток. Изменение взаимной ориентации этих напряжений осуществляется соответствующей перемаркировкой начал и концов обмоток.

Стандартные обозначения начал и концов обмоток высокого и низкого напряжения показаны на рис.1.

Рассмотрим вначале влияние маркировки на фазу вторичного напряжения по отношению к первичному на примере [однофазного трансформатора](#) (рис. 2 а).

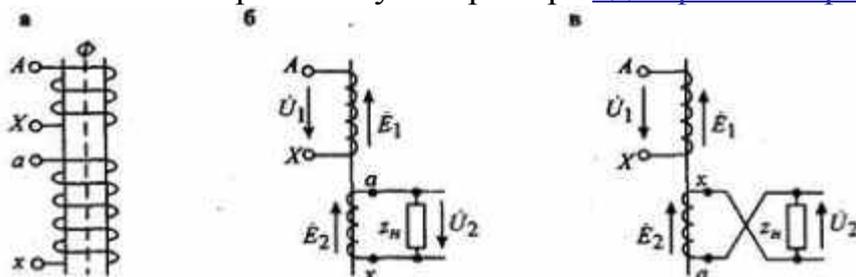


Рис.2

Обе обмотки расположены на одном стержне и имеют одинаковое направление намотки. Будем считать верхние клеммы началами, а нижние - концами обмоток. Тогда ЭДС \vec{E}_1 и \vec{E}_2 будут совпадать по фазе и соответственно будут совпадать напряжение сети U_1 и напряжение на нагрузке U_2 (рис. 2 б). Если теперь во вторичной обмотке принять обратную маркировку зажимов (рис. 2 в), то по отношению к нагрузке ЭДС \vec{E}_2 меняет фазу на 180° . Следовательно, и фаза напряжения U_2 меняется на 180° .

Таким образом, в однофазных трансформаторах возможны две группы соединений, соответствующих углам сдвига 0 и 180° . На практике для удобства обозначения групп используют циферблат часов. Напряжение первичной обмотки U_1 изображают минутной стрелкой, установленной постоянно на цифре 12, а часовая стрелка занимает различные положения в зависимости от угла сдвига между U_1 и U_2 . Сдвиг 0° соответствует группе 0, а сдвиг 180° - группе 6 (рис. 3).

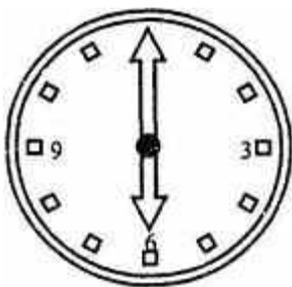


Рис.3

В трехфазных трансформаторах можно получить 12 различных групп соединений обмоток. Рассмотрим несколько примеров.

Пусть обмотки трансформатора соединены по схеме Y/Y (рис. 4). Обмотки, расположенные на одном стержне, будем располагать одну под другой.

Зажимы A и a соединим для совмещения потенциальных диаграмм. Зададим положение векторов напряжений первичной обмотки треугольником ABC. Положение векторов напряжений вторичной обмотки будет зависеть от маркировки зажимов. Для маркировки на рис. 4а, ЭДС соответствующих фаз первичной и вторичной обмоток совпадают, поэтому будут совпадать линейные и фазные напряжения первичной и вторичной обмоток (рис. 4, б). Схема имеет группу Y/Y - 0.

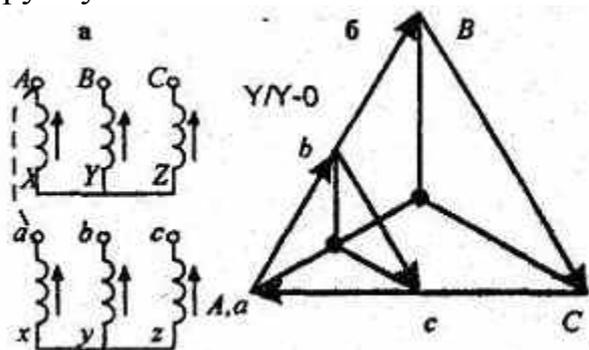


Рис. 4

Изменим маркировку зажимов вторичной обмотки на противоположную (рис. 5. а). При перемаркировке концов и начал вторичной обмотки фаза ЭДС меняется на 180° . Следовательно, номер группы меняется на 6. Данная схема имеет группу Y/Y - 6.

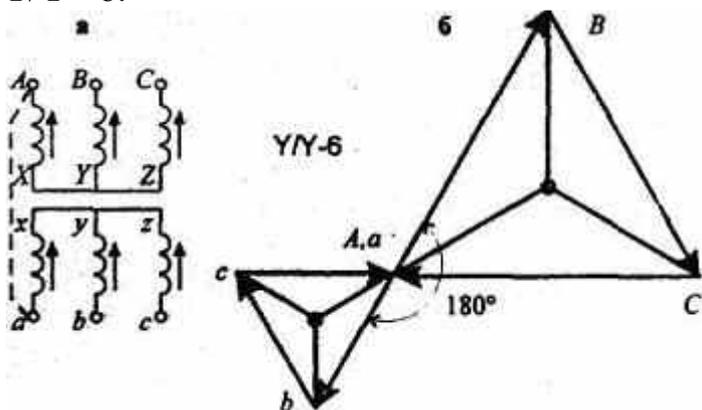


Рис. 5

На рис. 6 представлена схема, в которой по сравнению со схемой рис 4 выполнена круговая перемаркировка зажимов вторичной обмотки. При этом фазы соответствующих ЭДС вторичной обмотки сдвигаются на 120° и, следовательно, номер группы меняется на 4.

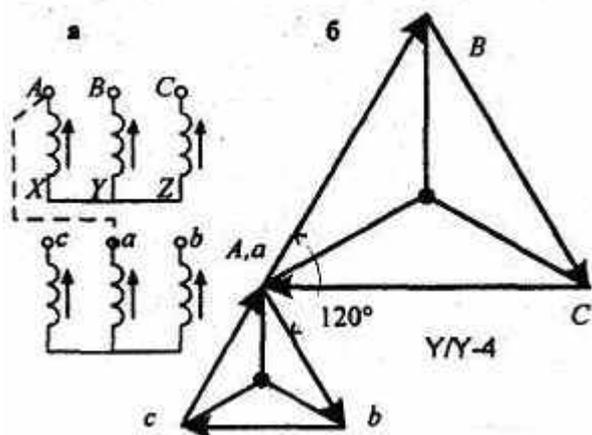


Рис. 6

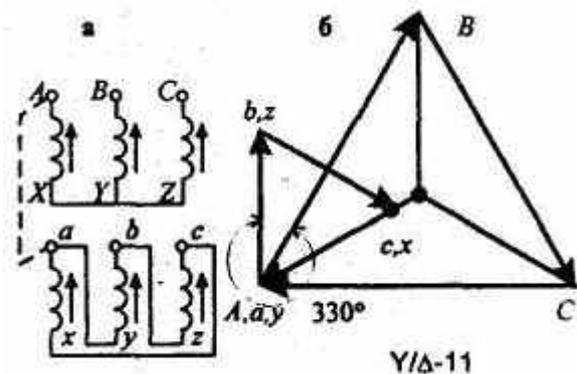


Рис. 7

Схемы соединений Y/Y позволяют получить четные номера групп, при соединении обмоток по схеме "звезда-треугольник" номера групп получаются нечетными. В качестве примера рассмотрим схему, представленную на рис. 7.

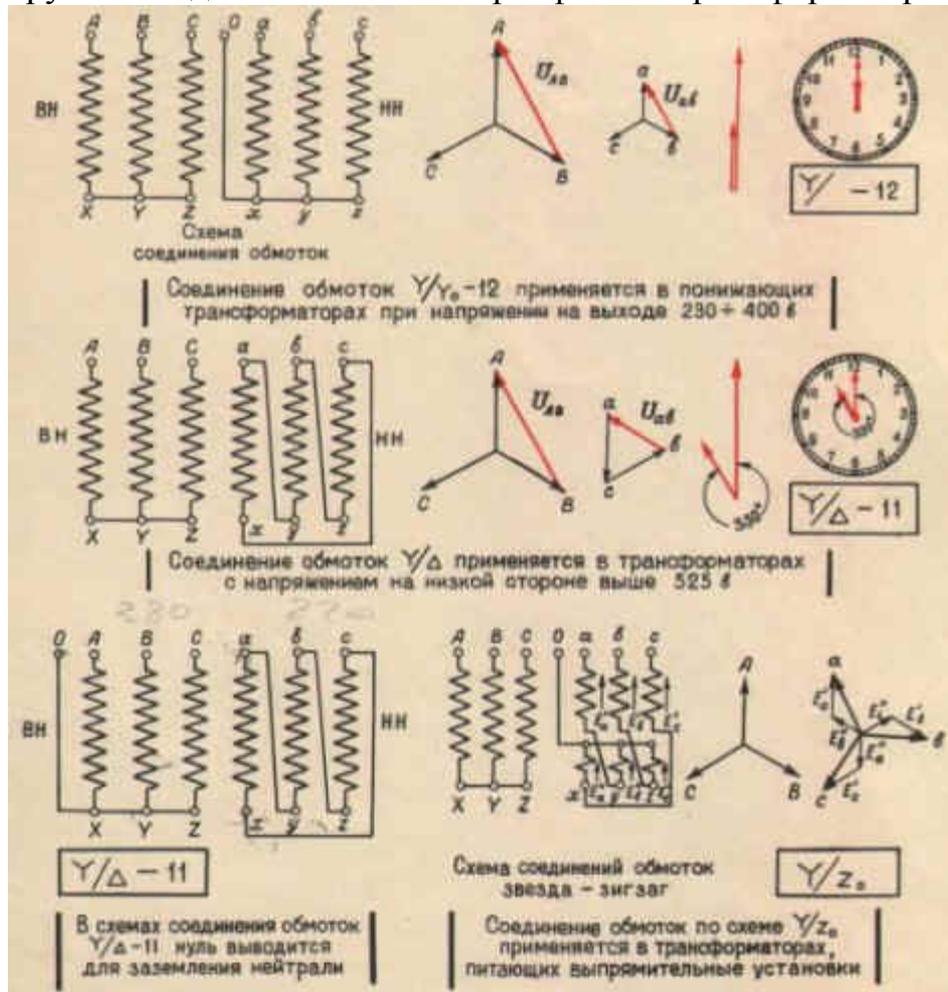
В этой схеме фазные ЭДС вторичной обмотки совпадают с линейными, поэтому треугольник abc поворачивается на 30° против часовой стрелки по отношению к треугольнику ABC . Но так как угол между линейными напряжениями первичной и вторичной обмоток отсчитывается по часовой стрелке, то группа будет иметь номер 11.

Из двенадцати возможных групп соединений обмоток трехфазных трансформаторов стандартизованы две: "звезда-звезда" - 0 и "звезда-треугольник" - 11. Они, как правило, и применяются на практике.

Схемы "звезда-звезда с нулевой точкой" используют в основном для трансформаторов потребителей напряжением 6 - 10/0,4 кВ. Нулевая точка дает возможность получить напряжение 380/220 или 220/127 В, что удобно для одновременного подключения как трехфазных, так и однофазных приемников электроэнергии (электродвигателей и ламп накаливания).

Схемы "звезда-треугольник" применяют для высоковольтных трансформаторов, соединяя обмотку 35 кВ в звезду, а 6 или 10 кВ в треугольник. Схема "звезда с нулевой точкой" используется в высоковольтных системах, работающих с заземленной нейтралью.

Группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов:



5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 20

1. Тема: ремонт силовых трансформаторов. Способы регулирования напряжения трансформатора.

2. Цель: изучить ремонт силовых трансформаторов .

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

При текущем ремонте трансформаторов производят наружный осмотр трансформатора и всей аппаратуры: спуск грязи из расширителя; доливку масла (в случае необходимости); проверку маслоуказательных устройств, спускного крана и уплотнений, пробивных предохранителей у трансформаторов с незаземленным нулем с низкой стороны, рабочего и защитного заземления, сопротивление изоляции обмоток, испытание трансформаторного масла, проверку газовой защиты.

При капитальном ремонте трансформаторов производят вскрытие трансформатора; подъем сердечника и осмотр его; ремонт выемной части (стали, обмотки, переключателей, отводов); ремонт очистительных устройств; чистку и окраску кожуха; проверку контрольно-измерительных приборов, сигнальных и защитных устройств; очистку и замену масла; сушку изоляции; сборку трансформатора, проведение установленных измерений и испытаний.

Таблица 1.

Характерные повреждения трансформаторов.

Элементы трансформатора	Повреждение	Возможные причины
Обмотки	Межвитковое замыкание	Естественное старение и износ изоляции; систематические перегрузки трансформатора; динамические усилия при коротких замыканиях
	Замыкание на корпус (или отвод); междуфазное замыкание	Старение изоляции, увлажнение и понижение ее уровня; загрязнения и внешние перенапряжения; повреждение обмоток вследствие механических нагрузок при коротких замыканиях
	Обрыв цепи	Отгорание отводов обмотки в результате низкого качества соединений; электродинамические нагрузки при коротких замыканиях
Переключатели	Отсутствие контакта	Нарушение регулировки переключающего устройства
	Оплавление контактной поверхности	Термическое воздействие сверхтоков на контакт

	Перекрытие на корпус	Трещины в изоляторах; понижение уровня масла в трансформаторе при временном загрязнении внутренней поверхности изолятора
	Перекрытие между вводами разных фаз	Повреждение изоляции отводов к м или переключателю
Магнитопровод	Увеличение тока холостого	Ослабление шихтованного пакета магнитопровода
	«Пожар стали»	Нарушение изоляции между стержнями пластинами стали или ослабление стяжных болтов; слабая прессовка пластин; образование короткозамкнутого контура при повреждении изоляционных прокладок в ярмом и магнитопроводом; образование короткозамкнутого контура в выполнении заземления магнитопровода со стороны вводов обмоток ВН
Бак и арматура	Течь масла из сварных швов, фланцев и фланцевых соединений	Нарушение сварного шва от механических или температурных воздействий; плохо притерта пробка; повреждена прокладка под фланцем

Осмотр и дефектация.

Возможные неисправности силовых трансформаторов приведены в таблице 1. При наличии технической документации дефектация сводится к осмотру и определению состояния и комплектности трансформатора, уточнению условий и возможностей ремонта трансформатора на месте. При отсутствии технической документации осмотр и дефектацию производят в полном объеме с выполнением необходимых замеров и испытаний. Результаты заносят в специальную ведомость дефектов.

Таблица 2.

Ремонт обмоток силовых трансформаторов.

Операция	Ремонтные работы	Пояснение
Устранение: Поверхностных повреждений лаковых участков витковой изоляции	Поврежденную витковую изоляцию восстанавливают путем оклеивания на оголенный провод слоем маслостойкой лаки ЛСХМ в перекрышу	Эти дефекты устраняют без снятия обмоток
Ослабления прессовки обмоток незначительной деформации лаковых секций	Обмотки, не имеющие деформации, прессовывают	По всей окружности обмотки уравнивают и ярмовой деформациями забивают
Повреждение изоляции отвода	Изоляцию отвода восстанавливают путем оклеивания на поврежденный провод двух слоев лакоткани толщиной 25-30 мм	Полностью заменяют прокладки изоляционного электрокартона

Ремонт изоляции обмоток с использованием поврежденной катушки	Поврежденную изоляцию обжигают в печи при температуре 450-500 °С. Витки обжигают кабельной бумагой или хлопчатобумажной лентой в два слоя с нахлестом	Изолированной придадут размер путем высушивания. Изготовленную катушку высушивают, покрывают лаком ГФ-95 и сушат при температуре 100 °С в течение 8-12 ч.
Изготовление новой обмотки в зависимости от ее типа	Для этой операции используют обмоточные станции с электромоторным или моторным приводом. Витки наматывают на шаблон	На шаблон перед намоткой накладывают слой электротехнического картона толщиной 0,5 мм, предохраняющего витки от сдвига при снятии катушки
Изготовление цилиндрической обмотки НН на провод круглого профиля	При намотке однослойной катушки витки закрепляют с помощью банджа из киперной ленты. При намотке многослойных катушек обжигание не делают	При переходе из одного слоя в другой в местах перехода накладывают полосу перфорированной бумаги шириной 5 мм больше ширины витка для предохранения изоляции от сдвига витков
Изготовление многослойной обмотки НН из круглого провода	Каждый слой обматывают хлопчатобумажной бумагой, которой покрывают все витки и пояски, выходящие в торцах шаблона	Поясок изготавливают в виде ленты из электротехнического картона толщиной, равной диаметру провода. Сам поясок покрывают бумагой шириной 5 мм и укладывают в торцевые отверстия шаблона
Соединение обмоток	Провода сечением до 40 мм ² соединяют пайкой с использованием припоя с канифолью, большого сечения – с помощью паяльника. Припой – оловянистая бронза диаметром 3-4 мм или серебряный припой ПСр-70	При пайке проводов используют флюс-канифоль или порошкообразную буру
Пропитка и сушка обмоток	Обмотки опускают в ванну с лаком и выдерживают до полного выхода пузырьковой пленки, затем поднимают, дают стечь лаку (15-20 мин) и сушат в печи для запекания	Сушка считается законченной, когда лак образует блестящую и эластичную пленку

Таблица 3.

ремонт магнитопровода силового трансформатора.

Операция	Ремонтные работы	Пояснение
Разборка магнитопровода	Отвертывают верхние гайки и вынимают верхние шпильки и гайки боковых прессующих винтов. Снимают ярмовые балки. Вынимают верхнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно. Вынимают нижнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно. Вынимают нижнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно. Вынимают нижнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно. Вынимают нижнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно.	Извлекают шпильки из ярма. Вынимают балку надписью «сторона ВН» или «сторона НН». Вынимают балки, вынимая по 2-3 шпильки. Вынимают верхнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно, не перемешивая, вынимают в пакет. Укладка ярма после ремонта должна быть в том же порядке, в котором он был снят.

	ложение пластин двух дних слоев активной стали топровода. Связывают ие концы пластин, продевая проволоки в отверстие для ня. Демонтируют обмотки.	етствовать заводской.
Замена изоляции стяжных ек	Бумажно-бакелитовую трубку авливают из кабельной бумаги иной 0,12 мм и при намотке на тросов шпилек, мм: ьку пропитывают итовым лаком, затем ают. Изолирующие шайбы и адки изготавливают из рокартона ЭМ толщиной не е 2 мм. Проверяют изоляцию ых шпилек, накладок и ых балок, мегаомметром 1000 0 В.	Толщина стенок ионных трубок, мм для тростов шпилек, мм: 12-25. . . . 2-3 25-50. . . . 3-4 Более 50. . . . 5-6 Диаметр изолирующей и должен быть на 3-5 мм е диаметра нажимной. Сопротивление изоляции ых шпилек должно быть не е 10 МОм.
Удаление старой изоляции в стали	Удаляют старую изоляцию ными щетками или ением листов в воде, если они ты бумажной изоляцией	Можно применять обжиг в с равномерным нагревом температуре 250-300 °С в ие 3 минут
Изолирование листов	Допускают изолирование ин через одну. Новый слой наносит пульвезизатором. т 6-8 часов при температуре °С.	Используют смесь из 90 % 202 и 10 % чистого керосина глифталевого лака 1154 и орителей (бензина и бензола). но применять зеленую эмаль
При ремонтах после «пожара» изготавливают новые листы	Листы раскраивают так, длинная сторона была тельно вдоль проката. остие для стяжных шпилек от только штампом.	Сверление не допускается
Измерение сопротивления	Сопротивление межлистовой ции измеряют методом метра-вольтметра	Сопротивление не должно аться от заводских данных , чем в 2 раза.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 21

1. Тема: изучение схемы реверсивного пуска двигателей.

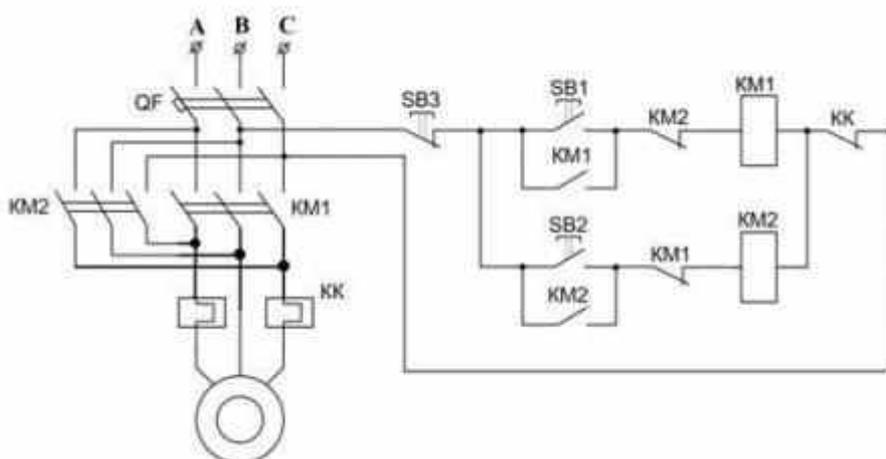
2. Цель: изучить схемы реверсивного пуска двигателей.

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Для того, чтобы изменить направление вращения вала на противоположное, в обязательном порядке должно быть изменено расположение фаз напряжения, которое подается при питании асинхронного двигателя. Именно для этого и применяется схема реверсивного пуска двигателя, позволяющая полностью выполнить эту функцию.



Кроме того, необходимо осуществлять постоянный контроль над значением напряжения, подводимого к двигателю, а также за напряжением, поступающим к катушкам контакторов. Именно контакторы непосредственно участвуют в организации реверсивного движения вала. При срабатывании первого контактора, фазы будут располагаться совершенно иначе, нежели при включении второго контактора.

Управление реверсивным пуском

Управление катушками обоих контакторов осуществляется тремя кнопками с наименованиями «стоп», «вперед» и «назад». Эти кнопки позволяют связать расположение фаз с питанием контакторных катушек. В зависимости от очередности включения, контакторы производят замыкание электрической цепи таким образом, что вращение вала будет происходить в ту или иную сторону. Кнопка «назад» может не удерживаться, поскольку катушка сама принимает нужное положение благодаря функции самоподхвата. На всех трех кнопках имеется блокировка, которая исключает возможность их одновременного нажатия. В такой ситуации велика вероятность выхода из строя электрической части оборудования. Поэтому, для блокировки кнопок используется специальный блок-контакт, расположенный внутри соответствующего контактора.

Асинхронные двигатели являются основными преобразователями электрической энергии в механическую и составляют основу электропривода большинства механизмов, используемых во всех отраслях народного хозяйства.

Принцип действия асинхронного двигателя основан на создании вращающегося магнитного поля при питании обмотки статора трехфазным током. Если скорость ротора меньше скорости вращения магнитного поля, то силовые линии вращающегося магнитного поля будут пересекать проводники обмотки ротора и индуцировать в них ЭДС. Поскольку обмотка ротора замкнута, то в проводниках будут протекать токи. На проводники с током, находящиеся в магнитном поле, действуют электромагнитные силы, направление которых определяется правилом левой руки. Суммарное усилие, приложенное ко всем проводникам ротора, образует электромагнитный момент, который увлекает ротор за вращающимся магнитным полем. Но этот момент возникает только тогда, когда скорость ротора не равна скорости вращения поля, т. е. синхронной скорости. Поэтому машина называется асинхронной, что означает «несинхронная».

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 22

1. Тема: схема пуска трехфазного асинхронного двигателя включением на пусковую схему «звезда» с переключением на рабочую схему «треугольник»
2. Цель: изучить схему пуска трехфазного асинхронного двигателя включением на пусковую схему «звезда» с переключением на рабочую схему «треугольник»
3. Оснащение: методические указания.

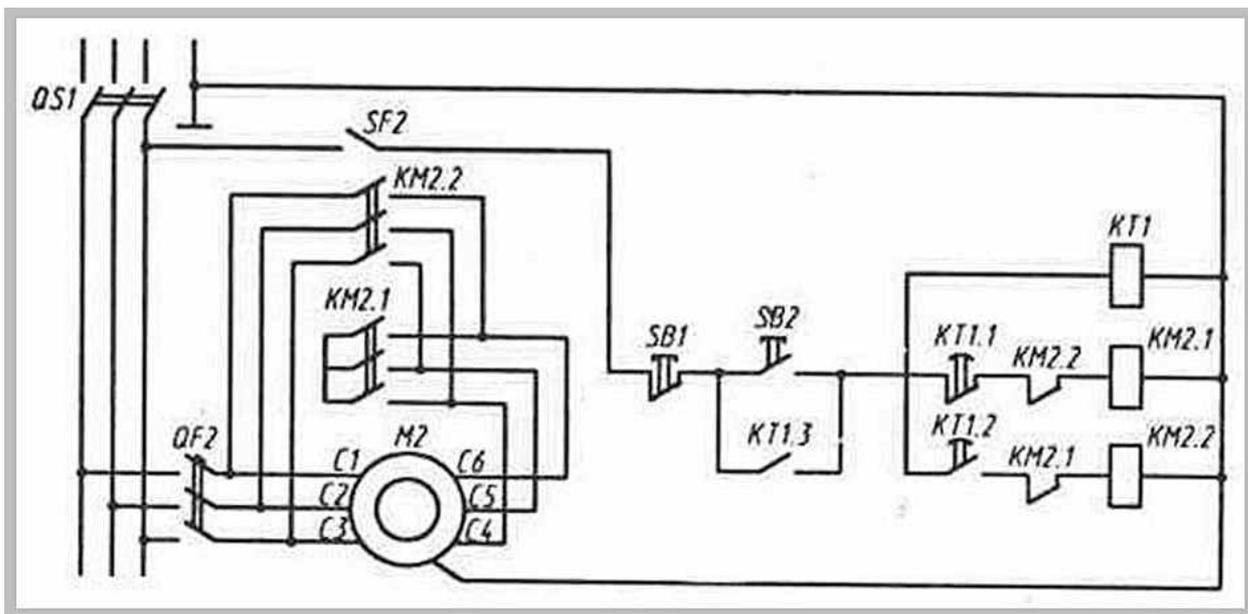
4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Перед пуском двигателя включаются выключатели QS1, QF2 и SF2. При нажатии на кнопку SB2 включается пускатель KM2.1, соединяющий концы фазных обмоток двигателя в звезду. Одновременно включается реле времени KT1, замыкая контакт KT1.3, шунтирующий контакты кнопки SB2. С выдержкой времени, необходимой для разгона двигателя, отключается контакт KT1.1 реле времени, отключая пускатель KM2.1, и включается контакт KT1.2, включающий пускатель KM2.2, переключающий концы фазных обмоток двигателя на треугольник, и двигатель продолжает работать.

Так как при пуске двигателя при подключении по схеме звезда фазное напряжение обмотки уменьшается в $3^{0.5}$ раз по сравнению со схемой треугольник, то фазные токи также уменьшаются в $3^{-0.5}$ раз, которые равны линейным токам при этой схеме. Но при схеме треугольник, являющейся рабочей в данном случае, фазные токи меньше линейных в $3^{-0.5}$ раз, а при пусковой схеме звезда получается еще уменьшение фазных токов в $3^{-0.5}$ раз, и в результате линейные токи, равные фазным при пусковой схеме звезда, уменьшаются в 3 раза.

После разгона двигателя обмотка его статора переключается на нормальную схему треугольник, поэтому схема пуска двигателя кратко называется схемой пуска переключением со звезды на треугольник плавного пуска двигателя.



5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 23

1. Тема: схема пуска синхронного генератора при помощи пускового двигателя

2. Цель: изучить схему пуска синхронного генератора при помощи пускового двигателя

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Синхронный генератор работает следующим образом. Ротор генератора приводится во вращение первичным двигателем с номинальной скоростью, которая поддерживается постоянной при помощи автоматического регулятора скорости первичного двигателя. Генератор возбуждают, подавая ток возбуждения/в в обмотку ротора. Если к зажимам работающего синхронного генератора присоединить внешнюю нагрузку, то в обмотке статора появится ток, который создаст свое магнитное поле, называемое потоком обмотки статора. Этот поток делится на две части. Одна часть (поток рассеяния), замыкаясь вокруг проводников статора через его воздушный зазор и пакет, обуславливает возникновение дополнительного индуктивного сопротивления обмотки статора. Другая часть потока, замыкаясь через воздушный зазор и полюсы ротора, образует вращающееся магнитное поле статора, подобное вращающемуся полю статора асинхронного электродвигателя. Скорость вращения магнитного поля статора будет равна скорости вращения магнитного поля ротора, иначе говоря, эти поля будут вращаться с одинаковой (синхронной) скоростью.

В синхронном генераторе, работающем под нагрузкой, магнитное поле статора, накладываясь на основное магнитное поле ротора, создаваемое обмоткой возбуждения, ослабляет или усиливает его. Воздействие намагничивающей силы якоря на магнитное поле возбуждения ротора генератора называется реакцией якоря.

Реакция якоря может быть поперечной или продольной. При поперечной реакции поле статора размагничивает набегающий край полюсов и намагничивает сбегающий край полюсов. Продольная реакция может быть продольно-размагничивающей или продольно-намагничивающей. В первом случае магнитный поток якоря направлен навстречу потоку полюсов вдоль их оси, во втором случае согласно потоку полюсов также вдоль их оси.

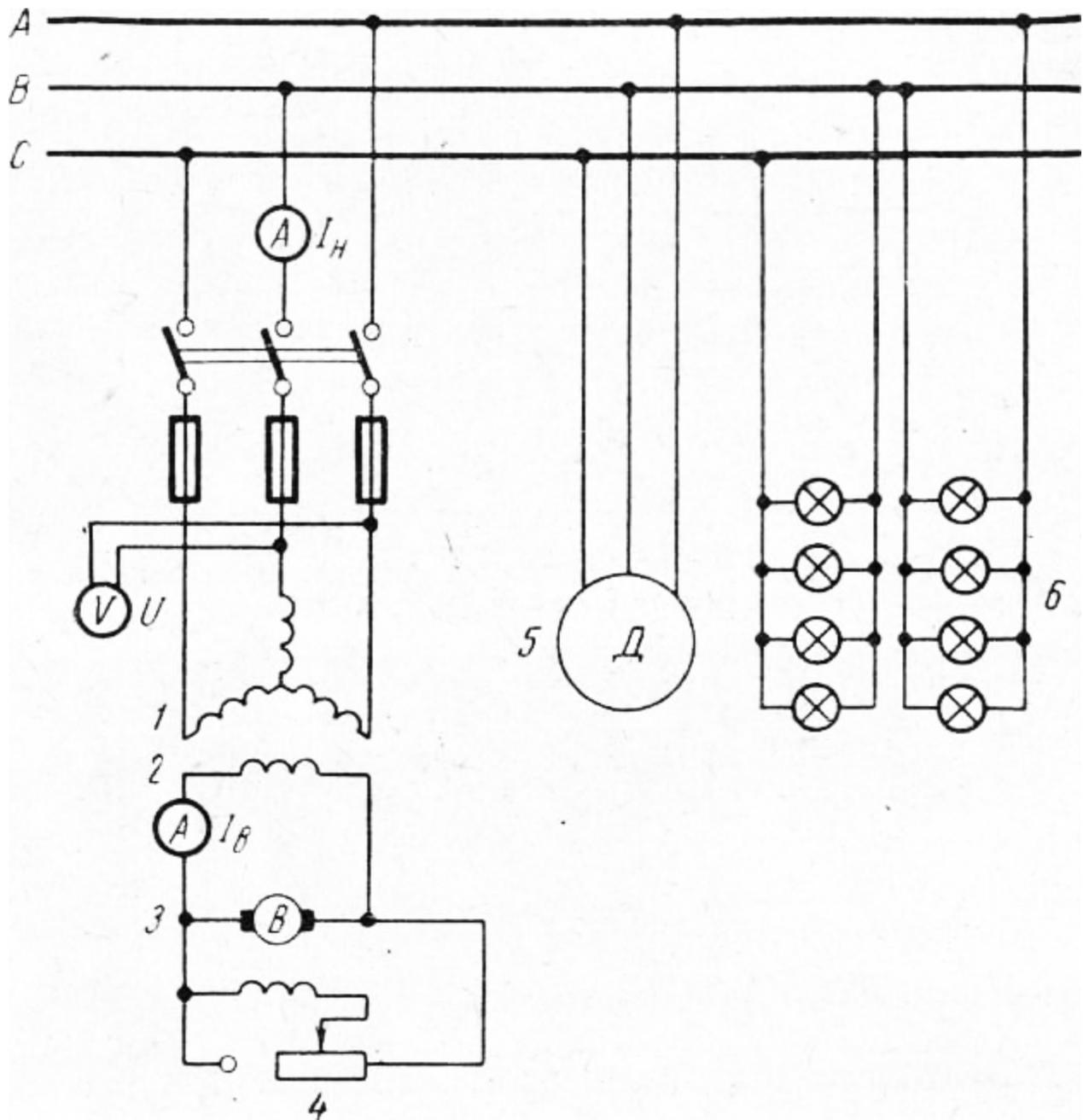


Рис. 1. Схема включения синхронного генератора в сеть с нагрузкой: 1 — статор, 2 — ротор, 3 — возбудитель, 4 — шунтовой регулятор, 5 — электродвигатель, 6 — лампы

Реакция якоря зависит от характера нагрузки и оказывает большое влияние на работу синхронного генератора. При чисто активной нагрузке реакция якоря будет поперечной, а при чисто индуктивной и чисто емкостной нагрузках — соответственно продольно-размагничивающей и продольно-намагничивающей. Обычно генераторы работают на смешанную нагрузку, чаще всего на индуктивную и активную.

Регулирование тока в обмотке возбуждения (в обмотке индуктора) генератора осуществляют при помощи шунтового регулятора (реостата), включенного в цепь возбуждения возбудителя. Изменяя напряжение возбудителя, можно изменять силу тока в индукторе генератора. Сущность данного способа

регулирования заключается в том, что изменение тока в обмотке возбуждения ротора вызывает изменение э. д. е., индуцируемой в обмотке статора. При этом с увеличением тока в обмотке возбуждения э. д. е., индуцируемая в обмотке статора, также увеличивается. Необходимость регулирования тока возбуждения вызывается частыми изменениями характера и величины нагрузки.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

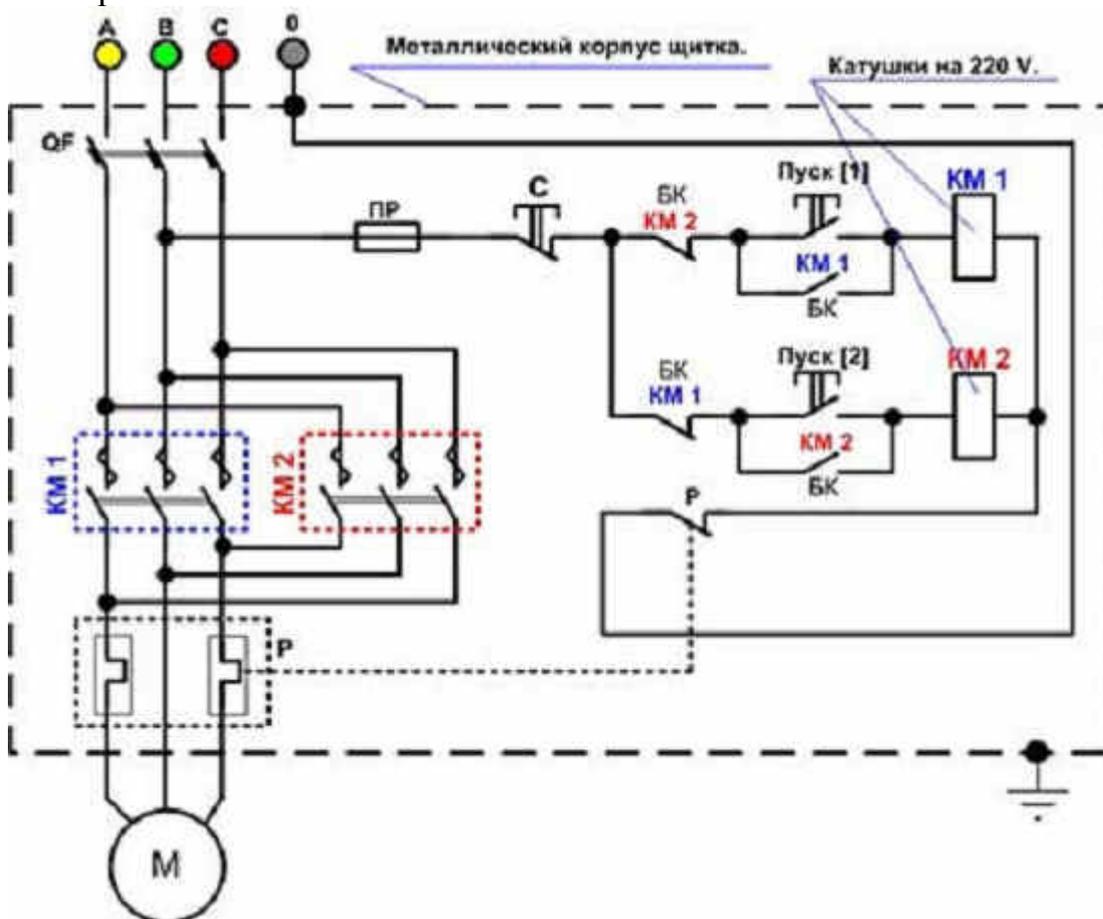
Практическое занятие № 24-25

1. Тема: изучение схемы подключения реверсивного магнитного пускателя
2. Цель: изучить схему подключения реверсивного магнитного пускателя
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Перед тем, как подключить реверсивный магнитный пускатель, необходимо разобраться в составных элементах предполагаемой цепи. Для реверсирования двигателя необходимо два магнитных пускателя и три управляющие кнопки. Магнитные пускатели устанавливаются рядом друг с другом. Для большей наглядности условно отметим их питающие клеммы цифрами 1–3–5, а те, к которым подключен двигатель как 2–4–6. Для реверсивной схемы управления пускатели соединяются так: клеммы 1, 3 и 5 с соответствующими номерами соседнего пускателя. А «выходные» контакты перекрестно: 2 с 6, 4 с 4, 6 с 2. Провод, питающий электродвигатель, подключается к трем клеммам 2, 4, 6 любого пускателя. При перекрестной схеме подключения одновременное срабатывание обоих пускателей приведет к короткому замыканию. Поэтому проводник «блокирующей» цепи каждого пускателя должен проходить сначала через замкнутый управляющий контакт соседнего, а потом – через разомкнутый своего. Тогда включение второго пускателя будет вызывать отключение первого и наоборот.



5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 26

1. Тема: изучение схемы подключения нереверсивного магнитного пускателя

2. Цель: изучить схему подключения нереверсивного магнитного пускателя

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Схема состоит:

QF - автоматического выключателя;

KM1 - магнитного пускателя;

P - теплового реле;

M - асинхронного двигателя;

ПР - предохранителя;

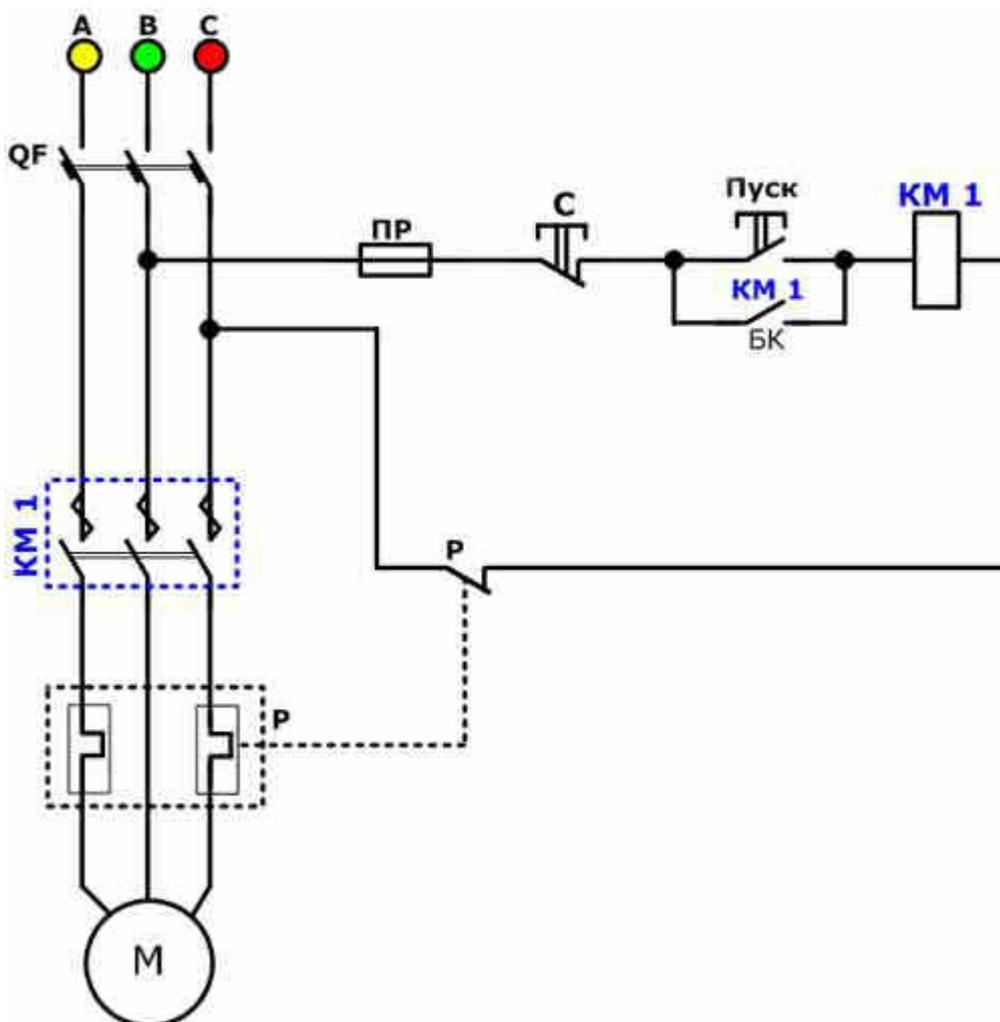
(С-стоп, Пуск) - кнопки управления

Рассмотрим работу схемы в динамике. Включаем питание QF - автоматическим выключателем, нажимаем кнопку «Пуск» своим нормально разомкнутым контактом подает напряжение на катушку KM1 - магнитного пускателя.

KM1 – магнитный пускатель срабатывает и своими нормально разомкнутыми, силовыми контактами подает напряжение на двигатель. Для того чтобы не удерживать кнопку «Пуск», чтобы двигатель работал, нужно ее зашунтировать, нормально разомкнутым блок контактом KM1 – магнитного пускателя. При срабатывании пускателя блок контакт замыкается и можно отпустить кнопку «Пуск» ток побежит через блок контакт на KM1 - катушку. Такую схему называют схемой самоблокировки. Она обеспечивает так называемую нулевую защиту электродвигателя. Если в процессе работы электродвигателя напряжение в сети исчезнет или значительно снизится (обычно более чем на 40% от номинального значения), то магнитный пускатель отключается и его вспомогательный контакт размыкается.

После восстановления напряжения для включения электродвигателя необходимо повторно нажать кнопку «Пуск». Нулевая защита предотвращает непредвиденный, самопроизвольный пуск электродвигателя, который может привести к аварии. Аппараты ручного управления (рубильники, конечные выключатели) нулевой защитой не обладают, поэтому в системах управления станочным приводом обычно применяют управление с использованием магнитных пускателей. Для отключения электродвигателя достаточно нажать кнопку SB1 «Стоп». Это приводит к размыканию цепи самопитания и отключению катушки магнитного пускателя.

Отключаем двигатель, нажимаем кнопку «С – стоп», нормально замкнутый контакт размыкается и прекращается подача напряжения к КМ1 – катушке, сердечник пускателя под действием пружин возвращается в исходное положение, соответственно контакты возвращаются в нормальное состояние, отключая двигатель. При срабатывании теплового реле - «Р», размыкается нормально замкнутый контакт «Р», отключение происходит аналогично.



5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

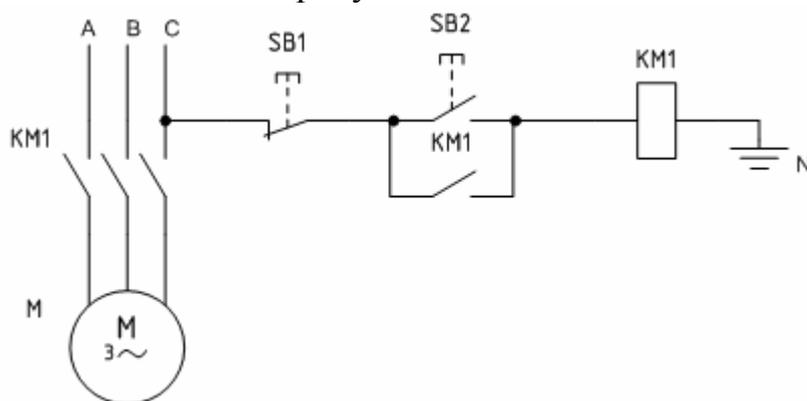
Практическое занятие № 27

1. Тема: схема управления двигателем с помощью магнитного пускателя
2. Цель: изучить схему управления двигателем с помощью магнитного пускателя
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Схема показана на рисунке.



При нажатии на кнопку SB2 "Пуск" на катушка пускателя попадает под напряжение 220 В, т.к. она оказывается включенной между фазой С и нулем (N). Подвижная часть пускателя притягивается к неподвижной, замыкая при этом свои контакты. Силовые контакты пускателя подают напряжение на двигатель, а блокировочный замыкается параллельно кнопке "Пуск". Благодаря этому при отпускании кнопки катушка пускателя не теряет питание, т.к. ток в этом случае идет через блокировочный контакт.

Если бы блокировочный контакт не был бы подключен параллельно кнопки (по какой-либо причине отсутствовал), то при отпускании кнопки "Пуск" катушка теряет питание и силовые контакты пускателя размыкаются в цепи двигателя, после чего он отключается. Такой режим работы называют "толчковым". Применяется он в некоторых установках, например в схемах кран-балок.

Остановка работающего двигателя после запуска в схеме с блокировочным контактом выполняется с помощью кнопки SB1 "Стоп". При этом, кнопка создает разрыв в цепи, магнитный пускатель теряет питание и своими силовыми контактами отключает двигатель от питающей сети.

В случае исчезновения напряжения по какой-либо причине магнитный пускатель также отключается, т.к. это равносильно нажатию на кнопку "Стоп" и созданию разрыва цепи. Двигатель останавливается и повторный запуск его при наличии напряжения возможен только при нажатии на кнопку SB2 "Пуск". Таким образом, магнитный пускатель обеспечивает т.н. "нулевую защиту"

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования:

учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. :
Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование

Практическое занятие № 28

1. Тема: изучение схемы асинхронного двигателя с фазным ротором. Принцип пуска двигателя в две ступени

2. Цель: изучить схему асинхронного двигателя с фазным ротором. Принцип пуска двигателя в две ступени

3. Оснащение: методические указания.

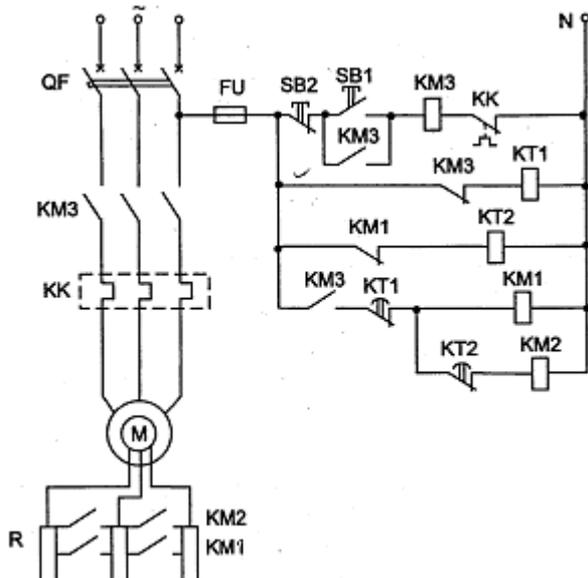
4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Пуск двигателя с фазным ротором осуществляется с введенными резисторами в цепи ротора. Резисторы в цепи ротора служат для ограничения токов не только в процессе пуска, но и при реверсе, торможении, а также при снижении скорости.

По мере разгона двигателя для поддержания ускорения привода резисторы выводятся. Когда пуск закончится, резисторы полностью шунтируются, и двигатель перейдет работать на естественную механическую характеристику.

На рис. приведена схема асинхронного двигателя с фазным ротором, где с помощью релейно-контакторной аппаратуры осуществляется пуск двигателя в две ступени, причем напряжение подается одновременно на силовые цепи и цепи управления с помощью выключателя QF.



Управление двигателем осуществляется в функции времени. При подаче напряжения в цепь управления реле времени $KT1$, $KT2$ срабатывают и размыкают свои контакты. Далее нажимается кнопка $SB1$. Это приводит к срабатыванию контактора $KM3$ и пуску двигателя с резисторами, введенными в цепи ротора, так как контакторы $KM1$ и $KM2$ питания не получают. При включении контактора $KM3$ реле $KT1$ теряет питание и замыкает свой контакт в цепи контактора $KM1$

через промежуток времени, равный выдержке времени реле КТ1. По истечении указанного времени включается контактор КМ1, шунтирующий первую пусковую ступень резисторов. Одновременно размыкающий контакт КМ1 в цепи реле КТ2 размыкается, реле КТ2 теряет питание и с выдержкой времени замыкает свой контакт в цепи контактора КМ2, который срабатывает через промежуток, равный выдержке времени реле КТ2, и шунтирует вторую ступень резисторов в цепи ротора.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование

Практическое занятие № 29

1. Тема: изучение схемы управления асинхронным двигателем с фазным ротором в функции тока

2. Цель: изучить схему управления асинхронным двигателем с фазным ротором в функции тока

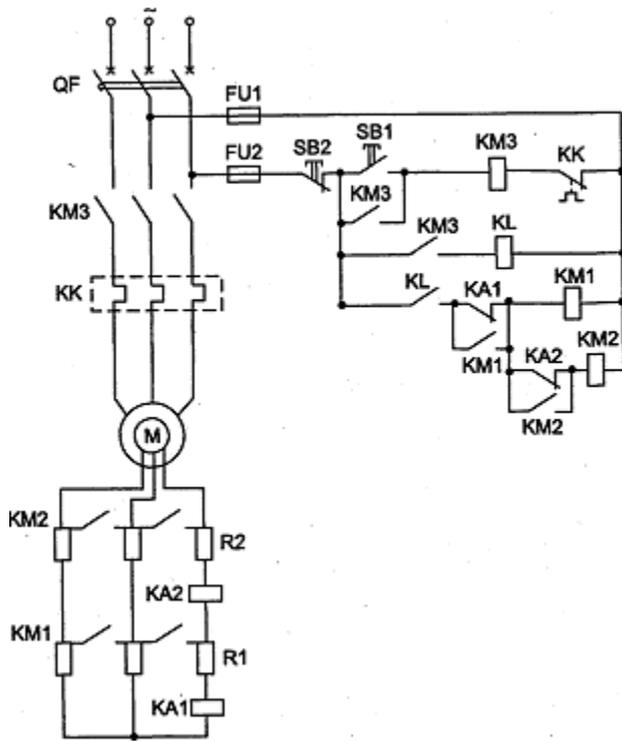
3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

Для контроля пуска по току применяют токовые реле, которые срабатывают при пусковом токе и отпадают при минимальном токе переключения. Схема предусматривает пуск двигателя и его защиту без реверсирования и торможения. Пуск двигателя осуществляется при включении в цепь автоматического выключателя QF и контактора КМЗ, причем в цепь ротора полностью введены пусковые резисторы. Блокировочные контакты контактора КМЗ шунтируют кнопку SB1 и создают цепь питания блокировочного реле КЛ. Замыкающий контакт реле КЛ подает питание на контакторы ускорения КМ1, КМ2. Собственное время срабатывания реле тока КА1 и КА2 меньше, чем соответствующих контакторов КМ1 и КМ2, поэтому реле тока срабатывает раньше, чем соответствующий контактор ускорения, и пуск двигателя осуществляется с резисторами, введенными в цепь ротора.

При пусковом токе реле тока КА1 срабатывает и размыкает свой контакт в цепи контактора КМ1. По мере разгона двигателя ток ротора уменьшается. При токе переключения реле КА1 отпадает и контакт КА1 в цепи контактора КМ1 замыкается, что приводит к срабатыванию контактора КМ1, который своими контактами шунтирует первую ступень пускового резистора и реле КА1. Одновременно замыкается блокировочный контакт КМ1, что ставит катушку контактора КМ1 на самопитание при размыкании контакта КА1. При шунтировании первой пусковой ступени резистора ток возрастает до максимального значения, что приводит к срабатыванию реле КА2, препятствуя включению контактора КМ2. По мере разгона двигателя ток снова уменьшается до минимального значения, реле КА2 отпадает, размыкающий контакт КА2 замыкается, создавая цепь питания катушки КМ2. При этом шунтируется вторая ступень пускового резистора. Остановить двигатель можно нажатием кнопки SB2 «Стоп», в результате чего обесточивается контактор КМЗ и двигатель отключается от сети.



5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование

Практическое занятие № 30

1. Тема: выбор и проверка основных средств защиты электрооборудования

2. Цель: изучить выбор и проверку основных средств защиты электрооборудования

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

К коммутационным аппаратам выше 1000 В относятся высоковольтные выключатели, выключатели нагрузки, разъединители, отделители и короткозамыкатели. Все эти аппараты имеют свои назначения и области применения и, как следствие, к ним предъявляют соответствующие требования. Все данные аппараты должны удовлетворять условиям длительной работы, режиму перегрузки и режиму возможных коротких замыканий. Аппараты должны соответствовать условиям окружающей среды (открытая или закрытая установка, температура, запыленность, влажность и другие показатели окружающей среды). Как правило, все элементы системы электроснабжения выбираются по номинальным параметрам и проверяются по устойчивости при сквозных токах короткого замыкания и перенапряжениях.

Номинальное напряжение аппарата соответствует классу его изоляции. Всегда имеется запас электрической прочности, оговариваемый техническими условиями на изготовление и позволяющий аппарату работать длительное время при напряжении 10-15 % выше номинального (максимальное рабочее напряжение аппарата). Отклонение напряжения на практике обычно не превышают этих величин. Поэтому при выборе аппарата достаточно соблюсти условие:

$$U_{\text{ном.а.}} \geq U_{\text{ном.с.}}$$

где $U_{\text{ном.а.}}$ – номинальное напряжение аппарата;

$U_{\text{ном.с.}}$ – номинальное напряжение сети.

При протекании номинального тока при номинальной температуре окружающей среды аппарат может работать неопределенно долго без допустимого перегрева. Поэтому аппарат надлежит выбирать так, чтобы максимальный действующий рабочий ток цепи не превышал номинального тока, указанного в паспорте аппарата (расчетная температура окружающей среды принята +35⁰С).

$$I_{\text{раб.мах}} \leq I_{\text{ном.а.}}$$

где $I_{\text{ном.а.}}$ – номинальный ток аппарата;

$I_{\text{раб.мах}}$ –наибольший ток утяжеленного режима.

Аппараты, выбранные по номинальному напряжению и номинальному току, подлежат проверке на термическую и динамическую стойкость при токах короткого замыкания. Ниже рассматриваются условия выбора и проверки для конкретного высоковольтного оборудования.

Выбор и проверка высоковольтных выключателей.

Высоковольтный выключатель – коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепей высокого напряжения, как в нормальном, так и в аварийном режимах. В пределах одного РУ рекомендуется применять однотипные выключатели.

В распределительных устройствах 6 – 10 кВ применяют маломасляные подвесные выключатели с пружинными и электромагнитными приводами, а также элегазовые, бесконтактные, вакуумные и другие выключатели.

Выбор высоковольтных выключателей осуществляется по условиям $U_{нв} \geq U_{нс}$:

- по электродинамической стойкости при токах короткого замыкания (выключатель проверяется по одному из условий):

$$I_{n0} \leq I_{дин} \text{ ИЛИ } i_{y\partial} \leq i_{т.дин}$$

где I_{n0} – действующее значение периодической составляющей начального тока короткого замыкания, кА;

$I_{дин}$, $i_{т.дин}$ – действующее значение периодической составляющей и амплитудное значение полного тока электродинамической стойкости выключателя, кА;

$i_{y\partial}$ – ударный ток короткого замыкания, кА.

- по отключающей способности на возможность отключения симметричного тока:

$$I_{н\tau} \leq I_{откл.ном}$$

где $I_{н\tau}$ – периодическая составляющая тока короткого замыкания в момент расхождения контактов выключателя, кА;

$I_{откл.ном}$ – номинальный ток отключения выключателя, кА.

Расчетное время отключения выключателя τ определяется в соответствии с выражением:

$$\tau = t_{р.з.} + t_{о.в.}$$

где $t_{р.з.}$ – время срабатывания релейной защиты ($0,1 + \Delta t_c$ для каждой из последующих ступеней, $\Delta t_c \approx 0,3 - 0,5$ с, с);

$t_{о.в.}$ – время отключения выключателя, с.

- по термической стойкости проверка осуществляется по расчетному импульсу квадратичного тока КЗ:

$$B_k \leq I_T^2 t_T$$

где B_k – расчетный импульс квадратичного тока короткого замыкания, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$;

I_T – ток термической стойкости выключателя, кА ;

t_T – длительность протекания тока термической стойкости, с.

При удаленном коротком замыкании значение теплового импульса тока короткого замыкания B_k может определяться по формуле:

$$B_k = I_{н0}^2 (\tau + T_a)$$

где τ – расчетное время отключения выключателя, с;

T_a – постоянная времени затухания аperiodической составляющей, с.

Значение постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ зависит от места короткого замыкания.

Выбор и проверка разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Разъединитель – это коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрических цепей высокого напряжения при отсутствии в них тока и для создания видимого разрыва цепи. ПУЭ допускает производство некоторых операций разъединителями при протекании небольших токов. Короткозамыкатели и отделители – это специальные разъединители, имеющие автоматически действующие привода. При выборе типа этих аппаратов необходимо учитывать род установки и конструктивное исполнение. *Выбор и проверка выключателей нагрузки и предохранителей.*

В целях снижения стоимости распределительного устройства 6 – 10 кВ подстанции вместо силовых выключателей небольшой и средней мощности можно применять выключатели нагрузки, способные отключать рабочие токи линий, трансформаторов и других электроприемников. Для отключения токов короткого замыкания, превышающих допустимые значения для выключателей нагрузки, последние комплектуются кварцевыми предохранителями ПКТ. Такой

комплект получил название ВПП. При проектировании необходимо учитывать, что при каждом отключении выключателя нагрузки происходит износ газогенерирующих дугогасящих вкладышей, ограничивающих число допустимых отключений. Аппараты ВПП могут применяться для присоединения трансформаторов мощностью до $1600 \text{ кВ} \cdot \text{А}$, батареи конденсаторов до 400 квар . Рекомендуется установка выключателя нагрузки после предохранителя, считая по направлению тока от источника питания, что следует иметь в виду при вычерчивании однолинейной схемы соединений подстанции. Выбор выключателей нагрузки производится по тем же условиям, что и разъединителей. При выборе аппаратов ВПП в РУ 6 – 10 кВ необходимо учитывать недостаточную чувствительность предохранителей к перегрузкам. В ОРУ 35 – 110 кВ возможно применение стреляющих предохранителей. Мощность трансформаторов, защищаемых стреляющими предохранителями, ограничена значениями 4000 – 6300 кВ · А. В закрытых помещениях установка их не допускается. При выборе предохранителей следует обратить особое внимание на то, что их можно применять лишь в сетях и электроустановках с напряжением, соответствующим номинальному напряжению предохранителя. Применение предохранителей с номинальным напряжением, отличным (большим или меньшим) от номинального напряжения сети, не допускается. Условия выбора предохранителей приведены в таблице 6.7, в ней $I_{\text{откл.ном}}$ – предельный (наибольший) ток отключения предохранителя, А.

Номинальные токи плавких вставок предохранителей ПК следует выбирать так, чтобы не возникало ложное срабатывание предохранителя вследствие толчков тока при включении трансформатора на небольшую нагрузку, а также при включении электродвигателей или батарей конденсаторов. Для выполнения этого условия ток плавкой вставки выбирается в 1,4 – 2,5 раза больше номинального тока защищаемого электроприемника.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 31

1. Тема: методы подсчета нагрузок и определения мощности подстанций

2. Цель: изучить методы подсчета нагрузок и определения мощности

подстанций 3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

По номинальной мощности и коэффициенту использования.

Метод определения расчетных нагрузок по номинальной мощности и коэффициенту использования применяется, как правило, для индивидуальных ЭП напряжением до 1 кВ, работающих в длительном режиме (ПВ=1).

По данному методу расчетные нагрузки принимаются равными средним значениям нагрузок за наиболее загруженную смену:

- расчетная активная мощность, потребляемая одним ЭП, при наличии графика нагрузки по активной мощности

$$P_p = P_{с.м.}, \quad (1.1)$$

где P_p – расчетная активная мощность, кВт;

$P_{с.м.}$ - среднее значение активной мощности ЭП за наиболее загруженную смену, кВт;

- расчетная активная мощность, потребляемая одним ЭП, при отсутствии графика нагрузки по активной мощности

$$P_p = k_{иа} P_n, \quad (1.2)$$

где $k_{иа}$ - коэффициент использования активной мощности электроприемником за рассматриваемый промежуток времени (технологический параметр), о.е.;

P_n - номинальная активная мощность ЭП, кВт;

- расчетная реактивная мощность, потребляемая одним ЭП, при наличии графика нагрузки по реактивной мощности

$$Q_p = Q_{с.м.}, \quad (1.3)$$

где Q_p – расчетная реактивная мощность, кВ·Ар;

$Q_{с.м}$ – среднее значение реактивной мощности ЭП за наиболее загруженную смену, кВ·Ар;

- расчетная реактивная мощность, потребляемая одним ЭП, при отсутствии графика нагрузки по реактивной мощности

$$Q_p = k_{н.р} Q_n = P_p \operatorname{tg} \varphi_n, \quad (1.4)$$

где $k_{н.р}$ – коэффициент использования реактивной мощности ЭП за рассматриваемый промежуток времени (технологический параметр), о.е.;

Q_n – номинальная реактивная мощность ЭП, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi_n$ – номинальное значение коэффициента реактивной мощности, соответствующий $\cos \varphi_n$ ЭП;

- расчетная полная мощность, потребляемая одним ЭП

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (1.5)$$

где S_p – расчетное значение полной мощности ЭП, кВ·А;

- расчетное значение тока ЭП

$$i_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} U_n}, \quad (1.6)$$

где i_p – расчетный ток ЭП, А;

U_n – напряжение питания ЭП, кВ.

По данному методу допускается определение расчетных нагрузок группы ЭП напряжением до 1 кВ, связанных технологическим процессом, (например,

многодвигательные приводы), а их число, как правило, не более трех-четырех. Режим работы электроприемников данной группы должен быть приведен к длительному режиму (ПВ=1).

Расчетные нагрузки группы ЭП, определяемые по данному методу:

- расчетная активная мощность, потребляемая группой ЭП, при наличии группового графика узла нагрузки по активной мощности

$$P_p = P_{см.}, \quad (1.7)$$

где P_p - расчетная активная мощность, потребляемая группой ЭП, кВт;

$P_{см.}$ - средняя активная мощность, потребляемая группой ЭП, за наиболее загруженную смену, кВт;

- расчетная активная мощность, потребляемая группой ЭП, при отсутствии группового графика узла нагрузки по активной мощности

$$P_p = \sum_{i=1}^n k_{и.а.i} P_{н.i}, \quad (1.8)$$

где $k_{и.а.i}$ - коэффициент использования по активной мощности индивидуального ЭП, входящего в группу;

n – число ЭП в группе;

- расчетная реактивная мощность, потребляемая группой ЭП, при наличии группового графика узла нагрузки по реактивной мощности

$$Q_p = Q_{см.}, \quad (1.9)$$

где Q_p - расчетная реактивная мощность группы ЭП, кВ·Ар;

$Q_{см.}$ - среднее значение реактивной мощности группы ЭП, кВ·Ар;

- расчетная реактивная мощность, потребляемая группой ЭП, при отсутствии группового графика узла нагрузки по реактивной мощности

$$Q_p = \sum_{i=1}^n k_{н.р.і} Q_{нi} \quad \text{или} \quad Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi, \quad (1.10)$$

где $k_{н.р.і}$ - коэффициент использования по реактивной мощности индивидуального ЭП, входящего в группу;

$\operatorname{tg} \varphi$ - средневзвешенный коэффициент реактивной мощности, соответствующий средневзвешенному значению $\cos \varphi_{свz}$ данной группы ЭП;

- расчетная полная мощность, потребляемая группой ЭП

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.11)$$

где S_p - расчетная полная мощность узла нагрузки, кВ·А.

- Расчетное значение тока группы ЭП:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} U_n} \quad (1.12)$$

где I_p – суммарный расчетный узла нагрузки, А;

U_n – напряжение питания узла нагрузки, кВ.

По номинальной мощности и коэффициенту спроса.

Для определения расчетных нагрузок по этому методу необходимо знать установленную мощность $P_{ном}$ группы приемников и коэффициенты мощности $\cos \varphi$ и спроса K_c данной группы, определяемые по справочным материалам.

Расчетную нагрузку группы однородных по режиму работы приемников определяют по формулам:

$$P_p = K_c \cdot P_{ном}, \quad (1.13)$$

$$Q_p = P_p \tan \varphi, \quad (1.14)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.15)$$

где $\tan \varphi$ соответствует $\cos \varphi$ данной группы приемников.

Расчетную нагрузку узла системы электроснабжения, содержащего группы приемников электроэнергии с различными режимами работы, определяют с учетом разновременности максимумов нагрузки отдельных групп

$$S_p = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^k P_{p,i} \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^k Q_{p,i} \right)^2} \cdot K_{p,m} \quad (1.16)$$

где $\sum_{i=1}^k P_{p,i}$ и $\sum_{i=1}^k Q_{p,i}$ - соответственно сумма расчетных активных и реактивных мощностей отдельных групп электроприемников;

$K_{p,m}$ - коэффициент разновременности максимумов нагрузок отдельных групп приемников.

Значение $K_{p,m}$ можно приближенно принять равным 0,9. При этом суммарная расчетная нагрузка узла системы электроснабжения не должна быть меньше его средней нагрузки.

Определение расчетной силовой нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса является приближенным методом расчета, поэтому его применение рекомендуют для предварительных расчетов и определение общезаводских нагрузок.

По средней мощности и расчетному коэффициенту (Метод упорядоченных диаграмм).

Метод упорядоченных диаграмм применяется для всех уровней системы электроснабжения и вне зависимости от стадии проектирования. При нахождении электрических нагрузок в сетях напряжением до 1 кВ существует следующий порядок расчета:

- 1) По расчетному узлу суммируются число силовых электроприемников и их номинальные мощности;
- 2) Суммируются средние активные и реактивные нагрузки рабочих электроприемников

... (1.17)

3) Находится групповой коэффициент использования данного расчетного узла

$$K_{гр} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{э,р,расч,i}}{\sum_{i=1}^n P_{расч,i}} \quad (1.18)$$

где $k_{э} = \frac{P_k}{P_{расч}}$

4) Рассчитывается эффективное число электроприемников узла.

$$n_{э} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{расч,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{расч,i}^2} \quad (1.19)$$

5) По справочным кривым или табличным значениям определяются коэффициент расчетной нагрузки и максимальная силовая нагрузка расчетного узла

$$P_p = K_p \cdot P_{гр} \quad (1.20)$$

Расчетную реактивную нагрузку принимают равной

при $n_{э} < 10 - Q_p = 1,1 Q_{ср,м} = 1,1 P_{гр}^{Q_{ср,м}}$

при $n_{э} > 10 - Q_p = Q_{ср,м} = P_{гр}^{Q_{ср,м}}$

К расчетным силовым нагрузкам до 1000 В по цеху (трансформатору в целом) добавляются осветительные нагрузки.

По средней мощности и отклонению расчетной нагрузки от средней.

По этому методу расчетную нагрузку группы приемников определяют двумя интегральными показателями: средней нагрузкой $P_{ср,Т}$ и среднеквадратичным отклонением $b_{ср,Т}$ из уравнения

$$P_{P,T} = P_{CP,T} \pm \beta \cdot \sigma_{CP,T} \quad (1.21)$$

где β - принятая кратность меры рассеяния, а индекс T указывает на отношение величины к длительности интервала осреднения нагрузки.

Для группового графика средняя нагрузка при достаточно большом m равна

$$P_{CP,T} = \frac{(P_1 + P_2 + \dots + P_m)}{m} \quad (1.22)$$

где m - число отрезков длительностью $T=3T0$, на которое разбит групповой график нагрузки, построенный для достаточно длительного периода времени.

Среднеквадратическое отклонение для группового графика нагрузок определяют по формуле

$$\sigma_{CP,T} = \frac{\sqrt{(P_1 - P_{CP,T})^2 + (P_2 - P_{CP,T})^2 + \dots + (P_m - P_{CP,T})^2}}{m} \quad (1.23)$$

Статистический метод позволяет определять расчетную нагрузку с любой принятой вероятностью ее появления. Применение этого метода целесообразно для определения нагрузок по отдельным группам и узлам приемников электроэнергии напряжением до 1 кВ.

По средней мощности и коэффициенту формы графика нагрузки.

В основе этого метода лежит равенство расчетной и среднеквадратичной нагрузок. Для групп приемников с повторно-кратковременным режимом работы принятое допущение справедливо во всех случаях. Оно приемлемо также для групп приемников с длительным режимом работы, когда число приемников в группе достаточно велико и отсутствуют мощные приемники, способные изменить равномерный групповой график нагрузок.

Расчетную нагрузку группы приемников определяют из выражения

$$P_P = K_{ф,п} \cdot P_{CP,m} \quad (1.24)$$

$$Q_P = K_{ф,в} \cdot Q_{CP,m} \quad (1.25)$$

где $Q_{ф.м} = P_{ф.м} \cdot K_{ф}$

Значения $K_{ф}$ достаточно стабильны для цехов и заводов с малоизменяющейся производительностью. Поэтому при проектировании можно пользоваться экспериментальными данными, полученными для аналогичных производств. Обычно коэффициент формы составляет 1-1,2. При этом наименьшие значения соответствуют высшим ступеням системы электроснабжения.

Средние нагрузки за наиболее загруженную смену $Q_{ср,м}$ и $P_{ср,м}$ определяют любым из способов: по установленной мощности и коэффициенту использования; по удельному расходу электроэнергии на единицу выпускаемой продукции; в условиях эксплуатации - по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии. [5]

Комплексный метод.

Комплексный метод основывается на том, что любое предприятие, производство, цех описывается числовыми показателями и качественно, и применяется в основном в черной металлургии.

Основные электрические показатели, характеризующие предприятие, включают максимальную мощность P_{max} , число часов использования максимума нагрузки T_{max} , коэффициент спроса K_c , число электроприемников D , среднюю мощность $P_{ср}$, вооруженность труда A_t , электровооруженность $A_э$.

Прогнозирование достоверно для общего электропотребления и числа электродвигателей. Менее достоверны прогнозы T_{max} , K_c , A_t , $A_э$. Модели прогноза и оценка точности определяются методами математической статистики. Для целей прогнозирования перспективным оказалось применение Н-распределения.

Согласно данному методу проектируемому предприятию подбирается предприятие-аналог из банка данных с приблизительно похожими

характеристиками и дальнейшие выводы строятся на показателях данного предприятия. Применение комплексного метода возможно только при наличии достаточно большой базы данных по предприятиям страны.

Использование данного метода возможно на стадии предварительного проектирования.

Подробно комплексный метод изложен в авторском учебнике профессора Кудрина Б.И. [6]

К вспомогательным методам относятся методы определения расчетных электрических нагрузок по удельным показателям:

- метод расчета по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции за определенный период времени;

- метод расчета по удельной мощности на единицу производственной площади.

Метод расчета по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции за определенный период времени.

По данному методу можно определить только среднюю нагрузку за определенный интервал времени (час, смену, сутки, месяц, квартал, год). Расчетное выражение по данному методу имеет вид:

$$P_{\text{ср}} = C_{\text{уд}} \cdot \frac{\Pi}{T} \quad (1.26)$$

где Π – объем выпуска продукции за интервал времени T ;

$C_{\text{уд}}$ – удельный расход электроэнергии на производство продукции.

Значения $C_{\text{уд}}$ для ряда электроприемников цехов и предприятий приведены в справочной литературе.

Данный метод подходит только в случае, если известны предприятия, которые будут находиться в поселении. Но это зачастую остается неизвестным. Поэтому этот метод не является универсальным и может быть применен только в совокупности с другими методами расчета электрических нагрузок поселения.

Метод расчета по удельной мощности на единицу производственной площади.

Удельная плотность нагрузки определяется на основании обследования нагрузок цехов действующих промышленных предприятий:

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{max}}}{F_{\text{ц}}} \quad (1.27)$$

где S_{max} – максимальная полная нагрузка цеха, которая определяется по показаниям счетчиков активной и реактивной энергии, снимаемым через 0,5 ч в период максимально загруженной смены; $\text{kB} \times \text{A}$;

$F_{\text{ц}}$ – производственная площадь цеха, m^2 .

Этот метод расчета был предложен проф. Ю.Л. Мукосеевым для проектирования цехов с часто меняющимся технологическим процессом (механические, сборочные, ткацкие и т.д.). Зная намеченную проектом площадь цеха и значения $S_{\text{уд}}$, наблюдаемые на аналогичных действующих предприятиях, можно определить расчетную нагрузку цеха по выражению:

$$S_p = S_{\text{уд}} \cdot F_{\text{уд}} \quad (1.28)$$

Этот метод широко применяется для определения расчетных нагрузок от осветительных электроприемников:

$$P_{\text{р.о}} = P_{\text{уд}} \cdot F_{\text{уд}} \cdot K_{\text{с.о}} \quad (1.29)$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельная плотность осветительной нагрузки, кВт/м²;

$K_{\text{с.о}}$ – коэффициент спроса осветительной нагрузки.

Данный метод подходит только в случае, если известны предприятия, которые будут находиться в данном поселении. Но это зачастую остается неизвестным, так как на современном уровне развития науки и техники площадь оборудования может кардинально меняться. И расчеты, выполненные на основании обследования нагрузок цехов действующих промышленных предприятий, становятся неприменимыми. Поэтому этот метод не является универсальным и может быть применен только в совокупности с другими методами расчета электрических нагрузок поселения.

1.3.3 Метод расчета электрических нагрузок населенного пункта.

Расчет производится с целью определения: расчетной активной мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки всех потребителей населенного пункта; расчетной активной мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки производственных потребителей населенного пункта; расчетной полной мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки всех потребителей населенного пункта.

Значения полной мощности дневного и вечернего максимумов нагрузки каждого потребителя рассчитываются по формуле

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (1.30)$$

Суммарная расчетная мощность дневного и вечернего максимумов нагрузки всех потребителей (коммунально-бытовых и производственных) населенного пункта определяется в следующей последовательности:

1. Для одинаковых производственных потребителей или жилых домов, имеющих одну и ту же расчетную нагрузку, суммарная активная нагрузка дневного и вечернего максимумов определяется по формуле

$$P_n = n \cdot k_o \cdot P \quad (1.31)$$

где P_n – расчетная нагрузка группы «n» одинаковых потребителей, кВт;

P – расчетная нагрузка одного потребителя, кВт;

k_o – коэффициент одновременности.

2. Расчетная активная мощность дневного максимума нагрузки всех потребителей населенного пункта определяется по формуле

$$P_P = P_B + P_{доб1} + P_{доб2} + P_{доб3} + \dots + P_{доб\ m-1} \quad (1.32)$$

где P_B – наибольшее значение расчетной мощности дневного максимума нагрузки одного из потребителей или группы одинаковых потребителей, кВт;

m – число потребителей и групп одинаковых потребителей населенного пункта, нагрузки которых суммируются;

$P_{доб1}, P_{доб2}, P_{доб3}, \dots, P_{доб\ m-1}$ – табличные добавки, определяемые расчетной мощностью дневного максимума нагрузки всех других потребителей и групп одинаковых потребителей (меньшей мощности), кВт.

3. Определяется нагрузка наружного освещения населенного пункта, которая включает нагрузку уличного освещения и нагрузку наружного освещения территории производственных потребителей (хозяйственных дворов):

$$P_{\Sigma HO} = P_{удУО} L_y + P_{HO\ хд} \quad (1.33)$$

где $P_{\Sigma HO}$ – нагрузка наружного освещения населенного пункта, кВт;

$P_{удУО}$ – удельная нагрузка уличного освещения, Вт/м;

L_y – суммарная длина улиц населенного пункта, м; принимается в соответствии с заданным масштабом по плану населенного пункта;

$P_{HO\ хд}$ – нагрузка наружного освещения территории производственных потребителей (хозяйственных дворов), кВт.

4. Расчетная мощность вечернего максимума нагрузки всех потребителей населенного пункта определяется по формуле

$$P_F = P_{\Sigma} + P_{\text{доб}1} + P_{\text{доб}2} + P_{\text{доб}3} + \dots + P_{\text{доб}m-1} + P_{\Sigma\text{НО}}, \quad (1.34)$$

где P_{Σ} , $P_{\text{доб}1}$, $P_{\text{доб}2}$, $P_{\text{доб}3}, \dots, P_{\text{доб}m-1}$ – то же, что и в формуле (1.31), только для вечернего максимума нагрузки потребителей, кВт;

$P_{\Sigma\text{НО}}$ – нагрузка наружного освещения населенного пункта, кВт.

5. Расчетная мощность дневного и вечернего максимума нагрузки производственных потребителей населенного пункта определяется аналогично по формулам (1.31)...(1.33), при этом в формуле (1.33) учитывается только нагрузка наружного освещения территории производственной зоны.

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)

Практическое занятие № 32

1. Тема: релейная защита эл.установок и электропотребителей напряжением выше 1 кВ

2. Цель: релейная защита эл.установок и электропотребителей напряжением выше 1 кВ

3. Оснащение: методические указания.

4 Порядок выполнения работы.

4.1 Краткие теоретические сведения

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.2.2. Электроустановки должны быть оборудованы устройствами релейной защиты, предназначенными для:

а) автоматического отключения поврежденного элемента от остальной, неповрежденной части электрической системы (электроустановки) с помощью выключателей; если повреждение (например, замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью) непосредственно не нарушает работу электрической системы, допускается действие релейной защиты только на сигнал.
б) реагирования на опасные, ненормальные режимы работы элементов электрической системы (например, перегрузку, повышение напряжения в обмотке статора гидрогенератора); в зависимости от режима работы и условий эксплуатации электроустановки релейная защита должна быть выполнена с действием на сигнал или на отключение тех элементов, оставление которых в работе может привести к возникновению повреждения.

3.2.3. С целью удешевления электроустановок вместо автоматических выключателей и релейной защиты следует применять предохранители или открытые плавкие вставки, если они:

- могут быть выбраны с требуемыми параметрами (номинальное напряжение и ток, номинальный ток отключения и др.);
- обеспечивают требуемые селективность и чувствительность;
- не препятствуют применению автоматики (автоматическое повторное включение - АПВ, автоматическое включение резерва - АВР и т. п.), необходимой по условиям работы электроустановки.

При использовании предохранителей или открытых плавких вставок в зависимости от уровня несимметрии в неполнофазном режиме и характера питаемой нагрузки следует рассматривать необходимость установки на приемной подстанции защиты от неполнофазного режима.

3.2.4. Устройства релейной защиты должны обеспечивать наименьшее возможное время отключения КЗ в целях сохранения бесперебойной работы неповрежденной части системы (устойчивая работа электрической системы и электроустановок потребителей, обеспечение возможности восстановления нормальной работы путем успешного действия АПВ и АВР, самозапуска электродвигателей, втягивания в синхронизм и пр.) и ограничения области и степени повреждения элемента.

3.2.5. Релейная защита, действующая на отключение, как правило, должна обеспечивать селективность действия, с тем, чтобы при повреждении какого-либо элемента электроустановки отключался только этот поврежденный элемент. Допускается неселективное действие защиты (исправляемое последующим действием АПВ или АВР):

а) для обеспечения, если это необходимо, ускорения отключения КЗ (см. 3.2.4);

б) при использовании упрощенных главных электрических схем с отделителями в цепях линий или трансформаторов, отключающими поврежденный элемент в бестоковую паузу.

3.2.6. Устройства релейной защиты с выдержками времени, обеспечивающими селективность действия, допускается выполнять, если: при отключении КЗ с выдержками времени обеспечивается выполнение требований 3.2.4; защита действует в качестве резервной (см. 3.2.15).

3.2.7. Надежность функционирования релейной защиты (срабатывание при появлении условий на срабатывание и несрабатывание при их отсутствии) должна быть обеспечена применением устройств, которые по своим параметрам и исполнению соответствуют назначению, а также надлежащим обслуживанием этих устройств.

При необходимости следует использовать специальные меры повышения надежности функционирования, в частности схемное резервирование, непрерывный или периодический контроль состояния и др. Должна также учитываться вероятность ошибочных действий обслуживающего персонала при выполнении необходимых операций с релейной защитой.

3.2.8. При наличии релейной защиты, имеющей цепи напряжения, следует предусматривать устройства:

- автоматически выводящие защиту из действия при отключении автоматических выключателей, перегорании предохранителей и других нарушениях цепей напряжения (если эти нарушения могут привести к ложному срабатыванию защиты в нормальном режиме), а также сигнализирующие о нарушениях этих цепей;

- сигнализирующие о нарушениях цепей напряжения, если эти нарушения не приводят к ложному срабатыванию защиты в условиях нормального режима, но могут привести к излишнему срабатыванию в других условиях (например, при КЗ вне защищаемой зоны).

3.2.9. При установке быстродействующей релейной защиты на линиях электропередачи с трубчатыми разрядниками должна быть предусмотрена отстройка ее от работы разрядников, для чего:

- наименьшее время срабатывания релейной защиты до момента подачи сигнала на отключение должно быть больше времени однократного срабатывания разрядников, а именно около 0,06-0,08 с;

○ пусковые органы защиты, срабатывающие от импульса тока разрядников, должны иметь возможно меньшее время возврата (около 0,01 с от момента исчезновения импульса).

3.2.10. Для релейных защит с выдержками времени в каждом конкретном случае следует рассматривать целесообразность обеспечения действия защиты от начального значения тока или сопротивления при КЗ для исключения отказов срабатывания защиты (из-за затухания токов КЗ во времени, в результате возникновения качаний, появления дуги в месте повреждения и др.).

3.2.11. Защиты в электрических сетях 110 кВ и выше должны иметь устройства, блокирующие их действие при качаниях или асинхронном ходе, если в указанных сетях возможны такие качания или асинхронный ход, при которых защиты могут срабатывать излишне.

Допускается применение аналогичных устройств и для линий ниже 110 кВ, связывающих между собой источники питания (исходя из вероятности возникновения качаний или асинхронного хода и возможных последствий излишних отключений).

Допускается выполнение защиты без блокировки при качаниях, если защита отстроена от качаний по времени (выдержка времени защиты - около 1,5-2 с).

3.2.12. Действие релейной защиты должно фиксироваться указательными реле, встроенными в реле указателями срабатывания, счетчиками числа срабатываний или другими устройствами в той степени, в какой это необходимо для учета и анализа работы защит.

3.2.13. Устройства, фиксирующие действие релейной защиты на отключение, следует устанавливать так, чтобы сигнализировалось действие каждой защиты, а при сложной защите - отдельных ее частей (разные ступени защиты, отдельные комплекты защит от разных видов повреждения и т. п.).

3.2.14. На каждом из элементов электроустановки должна быть предусмотрена основная защита, предназначенная для ее действия при повреждениях в пределах всего защищаемого элемента с временем, меньшим, чем у других установленных на этом элементе защит.

3.2.15. Для действия при отказах защит или выключателей смежных элементов следует предусматривать резервную защиту, предназначенную для обеспечения дальнего резервного действия.

Если основная защита элемента обладает абсолютной селективностью (например, высокочастотная защита, продольная и поперечная дифференциальные защиты), то на данном элементе должна быть установлена резервная защита, выполняющая функции не только дальнего, но и ближнего резервирования, т. е. действующая при отказе основной защиты данного элемента или выведении ее из работы.

Например, если в качестве основной защиты от замыканий между фазами применена дифференциально-фазная защита, то в качестве резервной может быть применена трехступенчатая дистанционная защита.

Если основная защита линии 110 кВ и выше обладает относительной селективностью (например, ступенчатые защиты с выдержками времени), то:

- отдельную резервную защиту допускается не предусматривать при условии, что дальнейшее резервное действие защит смежных элементов при КЗ на этой линии обеспечивается;

- должны предусматриваться меры по обеспечению ближнего резервирования, если дальнейшее резервирование при КЗ на этой линии не обеспечивается.

3.2.16. Для линии электропередачи 35 кВ и выше с целью повышения надежности отключения повреждения в начале линии может быть предусмотрена в качестве дополнительной защиты токовая отсечка без выдержки времени при условии выполнения требований 3.2.26.

3.2.17. Если полное обеспечение дальнего резервирования связано со значительным усложнением защиты или технически невозможно, допускается:

- 1) не резервировать отключения КЗ за трансформаторами, на реактированных линиях, линиях 110 кВ и выше при наличии ближнего резервирования, в конце длинного смежного участка линии 6-35 кВ;
- 2) иметь дальнейшее резервирование только при наиболее часто встречающихся видах повреждений, без учета редких режимов работы и при учете каскадного действия защиты;
- 3) предусматривать неселективное действие защиты при КЗ на смежных элементах (при дальнем резервном действии) с возможностью обесточения в отдельных случаях подстанций; при этом следует по возможности обеспечивать исправление этих неселективных отключений действием АПВ или АВР.

3.2.18. Устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ) должны предусматриваться в электроустановках 110-500 кВ. Допускается не предусматривать УРОВ в электроустановках 110-220 кВ при соблюдении следующих условий:

- 1) обеспечиваются требуемая чувствительность и допустимые по условиям устойчивости времени отключения от устройств дальнего резервирования;
- 2) при действии резервных защит нет потери дополнительных элементов из-за отключения выключателей, непосредственно не примыкающих к отказавшему выключателю (например, отсутствуют секционированные шины, линии с ответвлением).

На электростанциях с генераторами, имеющими непосредственное охлаждение проводников обмоток статоров, для предотвращения повреждений генераторов при отказах выключателей 110-500 кВ следует предусматривать УРОВ независимо от прочих условий.

При отказе одного из выключателей поврежденного элемента (линия, трансформатор, шины) электроустановки УРОВ должно действовать на отключение выключателей, смежных с отказавшим.

Если защиты присоединены к выносным трансформаторам тока, то УРОВ должно действовать и при КЗ в зоне между этими трансформаторами тока и выключателем.

Допускается применение упрощенных УРОВ, действующих при КЗ с отказами выключателей не на всех элементах (например, только при КЗ на линиях); при напряжении 35-220 кВ, кроме того, допускается применение устройств, действующих лишь на отключение шиносоединительного (секционного) выключателя.

При недостаточной эффективности дальнего резервирования следует рассматривать необходимость повышения надежности ближнего резервирования в дополнение к УРОВ.

3.2.19. При выполнении резервной защиты в виде отдельного комплекта ее следует осуществлять, как правило, так, чтобы была обеспечена возможность раздельной проверки или ремонта основной или резервной защиты при работающем элементе. При этом основная и резервная защиты должны питаться, как правило, от разных вторичных обмоток трансформаторов тока.

Питание основных и резервных защит линий электропередачи 220 кВ и выше должно осуществляться, как правило, от разных автоматических выключателей оперативного постоянного тока.

3.2.20. Оценка чувствительности основных типов релейных защит должна производиться при помощи коэффициента чувствительности, определяемого:

- для защит, реагирующих на величины, возрастающие в условиях повреждений, - как отношение расчетных значений этих величин (например, тока, или напряжения) при металлическом КЗ в пределах защищаемой зоны к параметрам срабатывания защит;
- для защит, реагирующих на величины, уменьшающиеся в условиях повреждений, - как отношение параметров срабатывания к расчетным значениям этих величин (например, напряжения или сопротивления) при металлическом КЗ в пределах защищаемой зоны.

Расчетные значения величин должны устанавливаться, исходя из наиболее неблагоприятных видов повреждения, но для реально возможного режима работы электрической системы.

3.2.21. При оценке чувствительности основных защит необходимо исходить из того, что должны обеспечиваться следующие наименьшие коэффициенты их чувствительности:

1. Максимальные токовые защиты с пуском и без пуска напряжения, направленные и ненаправленные, а также токовые одноступенчатые направленные и ненаправленные защиты, включенные на составляющие обратной или нулевой последовательностей:

- для органов тока и напряжения - около 1,5;
- для органов направления мощности обратной и нулевой последовательности - около 2,0 по мощности и около 1,5 по току и напряжению;
- для органа направления мощности, включенного на полные ток и напряжение, не нормируется по мощности и около 1,5 по току.

Для максимальных токовых защит трансформаторов с низшим напряжением 0,23-0,4 кВ наименьший коэффициент чувствительности может быть около 1,5.

2. Ступенчатые защиты тока или тока и напряжения, направленные и ненаправленные, включенные на полные токи и напряжения или на составляющие нулевой последовательности:

- для органов тока и напряжения ступени защиты, предназначенной для действия при КЗ в конце защищаемого участка, без учета резервного действия - около 1,5, а при наличии надежно действующей селективной резервной ступени - около 1,3; при наличии на противоположном конце линии отдельной защиты шин соответствующие коэффициенты чувствительности (около 1,5 и около 1,3) для ступени защиты нулевой последовательности допускается обеспечивать в режиме каскадного отключения;

- для органов направления мощности нулевой и обратной последовательности - около 2,0 по мощности и около 1,5 по току и напряжению;

- для органа направления мощности, включенного на полные ток и напряжение, не нормируется по мощности и около 1,5 по току.

3. Дистанционные защиты от многофазных КЗ:

- для пускового органа любого типа и дистанционного органа третьей ступени - около 1,5;

- для дистанционного органа второй ступени, предназначенного для действия при КЗ в конце защищаемого участка, без учета резервного действия - около 1,5, а при наличии третьей ступени защиты - около 1,25; для указанного органа чувствительность по току должна быть около 1,3 (по отношению к току точной работы) при повреждении в той же точке.

4. Продольные дифференциальные защиты генераторов, трансформаторов, линий и других элементов, а также полная дифференциальная защита шин - около 2,0; для токового пускового органа неполной дифференциальной дистанционной защиты шин генераторного напряжения чувствительность должна быть около 2,0, а для первой ступени неполной дифференциальной токовой защиты шин генераторного напряжения, выполненной в виде отсечки, - около 1,5 (при КЗ на шинах).

5 Контрольные вопросы для формулировки вывода

5.1 Индивидуальные задания

6. Список литературы

6.1. Воробьев В. А. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования: учебное пособие для СПО / В. А. Воробьев. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 261 с. — (Профессиональное образование)