

ББК 31.26
В 35
УДК 621.3.07.

Рецензент инж. А. С. Кокорев.

621.3 Вернер В. В.

В 35 Электромонтер-ремонтник: Учеб. для профессионального обучения рабочих на производстве.— 7-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк. 1987.— 223 с.: ил.

В книге рассмотрены вопросы организации, технологии и ремонта электрооборудования, аппаратов, приборов и сетей напряжением до 1000 В и выше. В седьмом издании (6-е — в 1982 г.) расширено описание пускорегулирующей аппаратуры, ремонта электромагнитных устройств, специальных трансформаторов и преобразователей, измерительных приборов, выпрямителей, мощных электрических машин и т. д.

Книга предназначена в качестве учебника для профессионального обучения рабочих на производстве.

В 2302030000(4307000000)—246 КБ—52—7—86 ББК 31.26
052(01)—87 6.П2.14

© Издательство «Высшая школа», 1982

© Издательство «Высшая школа», 1987, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Масштабы и темпы развития всех отраслей народного хозяйства нашей страны, определенные решениями XXVII съезда КПСС, требуют возрастающего внедрения электрической энергии во все сферы производства.

Вопросы эффективности производства, экономии материалов и качества являются основными в народном хозяйстве страны. Это относится особенно к ремонтной практике, так как одни и те же повреждения могут иметь различную сложность и трудоемкость, а следовательно, нормирование расхода материалов и труда затруднительно.

Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев на встрече с ветеранами стахановского движения 20 сентября 1985 г. отметил важнейшие направления работы в народном хозяйстве, сказав: «Темпы, качество, бережливость, организованность — вот главные лозунги дня».

Электровооруженность всех отраслей промышленности, строительства и сельского хозяйства из года в год повышается. Предприятия получают большое количество новых электродвигателей, приборов, пускорегулирующей аппаратуры, трансформаторов и разного другого оборудования. Строительство новых, расширение и реконструкция предприятий и цехов требует сооружения дополнительных кабельных воздушных линий и электропроводок, возрастает объем новых электротехнических устройств и установок. Наряду с этим сохранится и будет эксплуатироваться большой парк существующего электрооборудования и электрических сетей. Длительная эксплуатация электрооборудования, перегрузки, аварийные ситуации приводят к повреждениям отдельных деталей и узлов, а это, в свою очередь, к простоям оборудования основного производства. Для продления срока эксплуатации электрооборудования необходим четко организованный ремонт.

Наиболее эффективной системой является планово-предупредительный ремонт электрооборудования и сетей, который включает в себя техническое обслуживание и ремонт. Опыт показывает, что на предприятиях, где налажен планово-предупредительный ремонт, электрооборудование длительное время работает бесперебойно и надежно. В решении этой задачи ведущая роль принадлежит ремонтному персоналу.

§ 1. Ремонт и его значение в народном хозяйстве

В результате эксплуатации, аварий, перегрузок и естественного износа часть электрооборудования и сетей выходит из строя и подлежит ремонту.

Ремонт — это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности электротехнических устройств, восстановлению их ресурсов или их составных частей. Под операцией ремонта понимают законченную часть ремонта, выполняемую на одном рабочем месте исполнителями определенной специальности, например: очистка, разборка, сварка, изготовление обмоток и т. д.

Существует несколько методов ремонта: ремонт эксплуатирующей организацией, специализированный, ремонт предприятием — изготовителем изделия *. Последние два метода имеют существенные преимущества, которые позволяют достигнуть высоких технико-экономических показателей путем применения нестандартизированного высокопроизводительного эффективного оборудования, производства запчастей, внедрения современной технологии, близкой к технологии электромашиностроительных заводов, с применением новых материалов. Эти методы позволяют создать обменный фонд из новых или отремонтированных электрических машин и другого оборудования распространенных серий и типов. Но эти методы исключают возможность оперативного ремонта ответственного и нетипового оборудования, оборудова-

* Терминология методов ремонта принята по ГОСТ 18322—78.

ния, изготовленного зарубежными фирмами, и оборудования старых марок. Кроме того, не решается проблема технического обслуживания, составляющего более 80 % трудоемкости ремонта электрических сетей и крупногабаритного оборудования (трансформаторные подстанции, распределительные устройства, щиты управления и др.).

Надежность, бесперебойность и безопасность работ электрооборудования и сетей может быть обеспечена правильной системой ремонта электрооборудования эксплуатирующей организацией. Такой системой является планово-предупредительный ремонт (ППРЭО), представляющий собой форму организации ремонта, состоящей из комплекса организационно-технических мероприятий, обеспечивающих выполнение технического обслуживания и профилактического ремонта.

§ 2. Организация ППРЭО

Система ППРЭО вводится в действие приказом по предприятию, которым устанавливаются обязанности различных цехов и служб, утверждается график ремонта и другие мероприятия. Например, определяются обязанности персонала по уходу за электрооборудованием и межремонтного технического обслуживания; обязанности электроремонтного цеха (ЭРЦ); положение об изготовлении запасных частей; мероприятия по дальнейшему совершенствованию ремонта, централизация и специализация его.

С организационными вопросами тесно увязаны инженерная и материальная подготовка ремонта. Инженерная подготовка должна обеспечить ремонтный персонал необходимой проектно-конструкторской документацией, к которой относятся: технические описания устройства завода-изготовителя (ТО), инструкции по эксплуатации (ИЭ), паспорта на соответствующее устройство, описание технологических процессов ремонта, разрабатываемых, как правило, специализированными научно-исследовательскими и технологическими институтами, технологические карты ремонта, разрабатываемые ремонтными предприятиями или специализированными конструкторско-технологическими бюро.

Технологическая подготовка, входящая в состав инженерной, начинается с организации рабочего места, которое должно быть удобным, хорошо освещенным, безопасным и иметь необходимые приспособления, инструменты и технологическую документацию.

Материальная подготовка должна обеспечить необходимые для ремонта материалы, запчасти и покупные изделия. При этом следует максимально использовать пригодные и неповрежденные детали списанного оборудования.

«Правилами технической эксплуатации электрических установок потребителей» (ПТЭ) для большей части электрооборудования и электрических сетей предусматриваются текущий и капитальный ремонты.

Текущий — это ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности электротехнического устройства и состоящий в замене или восстановлении отдельных его частей. В ряде случаев эта работа может быть произведена без демонтажа всего электротехнического изделия. Текущий ремонт требует остановки оборудования, отключения его от электрических сетей и выполняется, как правило, в нерабочие дни и смены. Текущий ремонт является основным профилактическим видом ремонта.

Капитальный — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса (устанавливаемого в нормативно-технической документации) устройства с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. Под *базовой частью* понимают основную часть устройства, предназначенную для его компоновки и установки других составных частей. Этот ремонт требует разборки электротехнического устройства. Электрические сети при капитальном ремонте отключаются, а электротехническое устройство, как правило, доставляется в ремонтный цех.

Устройство после капитального ремонта должно отвечать тем же паспортным и техническим данным, что и новое. Для проверки этих данных его подвергают испытаниям по определенной программе.

В период между ремонтами проводится *техническое обслуживание электроустройств*, которое представляет собой комплекс операций или операцию по поддержанию работоспособности или исправности устройства при пользовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Устройство при этом не разбирается.

В типовый объем работ по техническому обслуживанию электрооборудования или устройства входят: очистка от пыли и грязи, смазка трущихся частей, ликвидация видимых повреждений, затяжка крепежных деталей, очистка контактов от грязи и наплывов, проверка исправности кожухов, оболочек, корпусов, замков, ручек; проверка уровня и температуры масла, отсутствия течи, проверка

нагрева контактов подшипников, стали электродвигателей, катушек электромагнитов; проверка наличия соответствующих надписей на щитах и панелях. Соответствие предохранителей их номинальному току; замена перегоревших плавких вставок предохранителей; проверка работы сигнальных и заземляющих устройств.

В типовой объем работ при текущем ремонте входят: операции технического обслуживания, частичная разборка оборудования, выявление дефектов сборочных единиц и деталей, их ремонт или замена; проверка заземления, проверка и регулировка реле защиты; выполнение ремонта неисправных деталей, обнаруженных при разборке электрооборудования. Полная или частичная разборка и сборка любого устройства, состоящего из нескольких сборочных единиц и деталей, должна выполняться в строго определенной последовательности, близкой или совпадающей с заводской, не допускающей повреждения отдельных деталей или нарушения работы механизма. При текущем ремонте электрооборудование обязательно отключают от электросети!

В типовой объем капитального ремонта входят работы текущего ремонта. Производят полную разборку оборудования, отбраковывают и ремонтируют поврежденные детали, выполняют перемотку или замену обмоток, ремонт магнитопроводов и другие работы.

После капитального и текущего ремонта электрооборудование подвергается испытаниям в объеме, установленном нормами испытания электрооборудования.

Наиболее прогрессивный метод ремонта — последовательно-узловой, который положен в основу типовой технологии. Он подразделяется на две основные группы: ремонт электрических и механических деталей. При этом поврежденные части оборудования разобранного трансформатора, электрической машины или аппарата поступают одновременно на соответствующие специализированные ремонтные участки. Технологический процесс ремонта на каждом из участков основывается на выполнении строго определенных работ. Основные и вспомогательные операции при этом строго разделены. Такая система организации работ позволяет лучше использовать квалифицированных рабочих, сократить время, механизировать и повысить качество ремонта.

Отремонтированные детали и сборочные единицы к определенному времени поступают на участок сборки. На смену им на те же ремонтные участки направляются другие

элементы оборудования для ремонта. В результате создается непрерывный поток.

§ 3. Структура ремонтной службы

Ремонтная служба, как правило, находится в составе отдела главного энергетика (ОГЭ) предприятия. Эта служба не участвует непосредственно в выпуске продукции и является вспомогательной. Наряду с этим она имеет исключительно важное и ответственное значение и призвана обеспечить надежное, бесперебойное и безопасное электропитание всех потребителей электроэнергией.

Ремонтной базой на крупных предприятиях, как это было сказано, является ЭРЦ, состоящий из следующих основных подразделений: ремонта электрических машин, пускорегулирующей аппаратуры, осветительных приборов, трансформаторов, высоковольтного оборудования, участка по ремонту сетей, лаборатории и склада.

Механизация подъемно-транспортных работ обеспечивается применением электрокаров, грузоперевозчиков, кранов, тельферов, монорельсов для перемещения тяжелых деталей между рабочими местами на участках разборки, сборки в обмоточном и сушильно-пропиточных отделениях. Для захвата деталей применяют различные чалочные приспособления.

Разборку оборудования выполняют с помощью специальных механизмов, установок и приспособлений.

Промывка и сушка деталей машины без обмоток осуществляются в моечных машинах, обеспечивающих мойку и сушку комплекта деталей в течение нескольких минут. Детали промывают специальным раствором при температуре 70—80° С.

Обмотки изготавливают на высокопроизводительных намоточных станках.

Наиболее крупное подразделение по ремонту электрических машин имеет, в свою очередь, участок приемки в ремонт, участок диагностики и дефектации отдельных сборочных единиц, участок ремонта обмоток, слесарных, сварочных и станочных работ, масляное хозяйство.

Особое место занимает участок сушки обмоток и оборудования, сборки отремонтированного оборудования, испытаний, отделки и сдачи на склад готовой продукции.

Склад ЭРЦ имеет отделение, где хранятся материалы, изделия и детали, применяемые при ремонте.

Электротехническая лаборатория ЭРЦ призвана выполнять следующие основные функции: разработку ин-

ремонту и эксплуатации оборудования на линии действующих правил по эксплуатации и безопасности ПП и ПТБ; наладку, проверку и ремонт реле, релейной защиты, измерительных приборов, всевозможные испытания и проверки. Испытания и проверки ремонтируемого электрооборудования, аппаратуры и электрических сетей после восстановительного ремонта, при текущем и капитальном ремонте и в период между ремонтами проводится в соответствии с «Нормами испытания электрооборудования» Минэнерго СССР, кроме испытаний и проверок, оговоренных в тексте. Лаборатория призвана оказывать техническую помощь ремонтному и эксплуатационному персоналу и быть экспертным органом в вопросах промышленной электротехники.

§ 4. Специальное оборудование, инструмент, аппаратура и материалы, применяемые при ремонте

ЭРЦ должен располагать специальным оборудованием, к которому можно отнести: станки для изготовления клиньев, намоточный станок (рис. 1) или приспособление для оплетки проводов большого сечения, установку электродуговой металлизации КДМ-2 (или аналогичную).

КДМ-2 состоит из металлатора ЭМ-14 в комплекте с кассетным блоком, пультом управления, измерительными приборами и другими аппаратами, источника тока — ти-

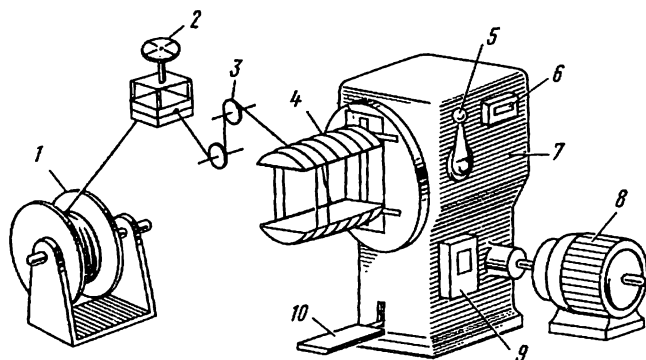


Рис. 1. Намоточный станок:

1 — барабан, 2 — рихтующее устройство, 3 — натяжное устройство, 4 — шаблон, 5 — ручка управления, 6 — счетчик оборотов, 7 — станина с редуктором, 8 — электродвигатель, 9 — пускатель, 10 — ножной выключатель

ристорного выпрямителя на 300—500 А, рубильника, предохранителей и пакетного выключателя. Установка предназначена для восстановления изношенных поверхностей стальных и из других металлов (медь, алюминий) путем нанесения или напыления металла с температурой плавления не более 3000° С.

К числу специального оборудования следует отнести также моечные машины, пропиточные и сушильные печи (устройства), передвижные лаборатории-мастерские для определения места повреждения и ремонта кабеля и другое оборудование. Кроме того, ЭРЦ должен иметь сверлильные, токарные и фрезерные станки, сварочное оборудование, наборы инструмента обмотчика, съемники щитов и подшипников электрических машин, инструменты для ремонта кабелей, термитной сварки алюминиевых проводов, различные щупы для замера зазоров, клещи и паяльники различной мощности, различные напильники, ножовки, метчики, сверлилки с набором сверл, штангенциркули, микрометры, зубила, молотки, гаечные ключи и т. д.

ЭРЦ должны располагать необходимой для различных измерений аппаратурой, которая должна находиться в лаборатории ЭРЦ. Сюда следует отнести серию распространенных приборов: измерительный комбинированный прибор (тестер), мегаомметр, измеритель сопротивления заземления, лабораторные автотрансформаторы, люксметр и др. Лаборатория должна располагать стендами проверки люминесцентных ламп, ПРУ и стартеров; установками проверки защитных средств, измерительными приборами высокой точности, различными измерительными мостами.

Ремонтное хозяйство предприятия должно иметь на своем складе необходимые электротехнические материалы, применяемые при ремонте. Основные из них следующие.

Лаки — это растворы естественных или искусственных (синтетических) смол и высыхающих масел в летучих растворителях (бензине, керосине, уайт-спирите, спиртах, ацетоне и др.).

По основе лаки подразделяются на смоляные, масляные и масляно-битумные; по назначению — на пропиточные и покровные; по способу сушки — на лаки воздушной сушки и лаки печной сушки при температуре более 100° С.

Эмали — это те же лаки, в состав которых введен пигмент (краситель): оксид цинка, сурик, диоксид титана. Они служат для тех же целей, что и лаки, но образуют более твердую пленку.

Компаунды — это пропиточные и заливочные массы, не содержащие растворителей. В момент применения разогретые компаунды находятся в жидком состоянии. Они могут быть термореактивными, твердеющими в результате процесса полимеризации, и термопластичными, твердеющими при охлаждении.

Электроизоляционные бумаги и картоны — это кабельная бумага, электроизоляционный картон, листовая электроизоляционная фибра.

Электроизоляционные лакоткани — это гибкие рулонные материалы, состоящие из ткани и пропитанные лаком или другим электроизоляционным составом.

Слоистые электроизоляционные пластмассы состоят из слоев бумаги или ткани и связующих смол или их композиций. К ним относятся гетинакс, текстолит и стеклотекстолит.

Слюдяные и слюдинитовые электроизоляционные материалы состоят из листочков слюды, склеенных с помощью смолы или клеящих лаков, или отходов слюды, обработанных смолами или клеящим лаком.

Группа проводниковых материалов, например, обмоточные провода, кабели и установочные провода.

Магнитные материалы, к которым следует отнести электротехническую сталь толщиной 0,1—1 мм. Она бывает холоднокатаная и горячекатаная. Наиболее употребительные холоднокатаные стали марок 3411, 3412, 3413, горячекатаные 1212, 1311, 1411, 1511 и некоторые другие марки толщиной 0,35 и 0,5 мм. Первая цифра 1 — означает горячекатаная сталь, а 3 — холоднокатаная. Цифры на втором месте — степень легирования (содержания кремния), цифры на третьем месте — нормированные потери и цифры на четвертом месте — порядковый номер данной марки стали.

Припои и флюсы — металлы или сплавы, применяемые при пайке металлических частей, и флюсующие вещества (флюсы), предназначенные для очистки спаиваемых поверхностей от оксидов и окисления в процессе пайки.

Разные материалы — клеи, смазки и др.

Конкретное применение определенных материалов при ремонте дается в соответствующих разделах и конкретных случаях.

Подумайте и ответьте

1. Что такое ремонт?
2. Какие основные виды ремонта вы знаете?
3. Какие формы ремонта существуют?

4. Что такое ППРЭО?
5. Чем занимается ремонтная служба?
6. Какое основное оборудование применяется при ремонте?
7. Какими основными материалами пользуются при ремонте?

Г Л А В А II

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

§ 5. Ремонт рубильников, выключателей, предохранителей и командоаппаратов

Рубильники. Рубильник — это простейший аппарат ручного управления для включения или отключения электрических цепей с токами не больше номинального.

Повреждения ножей рубильников в виде изгиба исправляют рихтовкой, которую выполняют молотком с медным бойком на рихтовочном верстаке. Изгиб ножей после рихтовки не должен превышать 0,2 мм по всей длине ножа. Для проверки величины изгиба к плоскости отрихтованного ножа рубильника прикладывают ребром стальную линейку. Щель между ножом и линейкой замеряют щупом.

Если обнаружены следы копоти, их устраняют протирающей ветошью и шлифовкой стеклянной шкуркой до полного устранения. После этого проверяют целостность пружин, стягивающих подвижные контакты. Поврежденные пружины заменяют новыми заводскими. Проверяют состояние вала, привода и рукоятки.

После ремонта оси ножей смазывают смазкой ЦИАТИМ-201 и собирают рубильник. После сборки проверяют одновременность вхождения всех ножей в губки путем медленного сближения последних (они не должны иметь перекосов). Одновременность включения подвижных и неподвижных контактов проверяют у всех аппаратов, имеющих два и более контактов. Плотность нажатия контактов проверяют щупом толщиной 0,05 мм, который должен проходить не более чем на $\frac{1}{3}$ величины контактной поверхности. Добиться нужной плотности можно подгибанием контактов.

Пакетные выключатели. Пакетный выключатель предназначен для тех же целей, что и рубильник. Он состоит из изолирующих пакетов, в каждом из которых расположены

подвижные и неподвижные контакт-детали, создающие мгновенное срабатывание контактов, обеспечивающее два разрыва цепи.

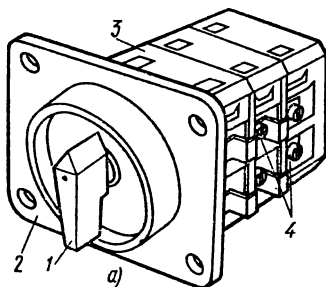
У пакетных выключателей многие детали при выходе из строя не подлежат ремонту, их следует заменить. Это относится к пружинам, которые находятся в напряженном состоянии и часто выходят из строя, рукояткам, скобам, неподвижным контактам при оплавлении или обгорании. Если подвижные контакты имеют толщину менее 80 % первоначальной, их также заменяют новыми.

Поломку лепестков фиксирующей шайбы можно устранить, не производя полной разборки выключателя. При порче других деталей, например изоляции валика, необходима полная разборка.

Если необходимо устранить повреждения контактов, надо снять кольцо верхнего пакета, вынуть из пакета подвижные и неподвижные контакты в сборе с дугогасительной шайбой. Сборку выключателя производят в обратной последовательности.

Переключатель ПКП (рис. 2, а, б). Переключатель ПКП позволяет одновременно переключать две электрические цепи. Механизм переключателя расположен в корпусе, образованном из изолирующих шайб, и принципиально не отличается от пакетного выключателя.

Проверяют целостность корпуса переключающего механизма 2, изоляцию пакета 3, рукоятки 1, которые не должны иметь трещин и крупных сколов. Осматривают выводные зажимы 4, которые не должны иметь повреждений. Поврежденные места изоляции проводов изоли-



Расположение кулачков	Схема	Диаграмма коммутационных положений			
		Соединение контактов		Положение рукоятки	
				1	2 3
		1-2	3-4	-	x -
				x	- -
		5-6	7-8	x	- x
				-	- x

Рис. 2. Переключатель ПКП:

а — общий вид, б — диаграмма включений

руют изоляционной лентой. Винты и гайки, имеющие срывы резьбы более двух ниток, заменяют. Если нарушено крепление стержня в пластине или антикоррозийное покрытие, переключатель подлежит ремонту.

Кулачки, имеющие износ, заменяют. Металлические детали не должны иметь трещин, вмятин, забоин, коррозии и других дефектов. После ремонта необходимо замерить сопротивление изоляции между токопроводящими частями и частями, к которым возможно прикосновение, а также заземленными частями. Сопротивление изоляции должно быть не менее 50 МОм.

Проверяют надежность крепления аппарата на месте установки. Несколько раз включают и выключают переключатель вручную. Фиксация рукоятки в различных положениях должна быть четкой, рукоятка должна поворачиваться без приложения значительных усилий.

Предохранители. Предохранитель — это аппарат, предназначенный для защиты электрических цепей при непредвиденных увеличениях токовой нагрузки за счет расплавления калиброванной плавкой вставки, обеспечивающей разрыв цепи.

Наиболее частыми повреждениями предохранителя являются: оплавление болтов и зажимов вследствие их перегрева, разрушение, трещины или появление нагара изоляционной плиты и перегорание плавких вставок.

Контактные ножи и губки иногда имеют следы расплавленного металла, копоти, подгаров, неплотное прилегание. Устранение этих дефектов достигается теми же способами, что и у рубильников.

Надо следить, чтобы плавкая вставка подбиралась в соответствии с нагрузкой и номинальным током предохранителя (по справочникам). При токе, превышающем номинальный ток плавкой вставки на 25—30 %, последняя расплавляется и отключает поврежденный участок цепи.

У трубчатых предохранителей ПН-2 (рис. 3, а) фарфоровый патрон, имеющий сколы или трещины, заменяют новым. При перегорании калиброванной плавкой вставки ее заменяют следующим образом: отвертывают два винта, крепящих контактную шайбу токопроводящего элемента к одной из крышек 2 патрона 4, отвертывают четыре винта 3, крепящих крышку к корпусу, и снимают крышку вместе с асбестовой прокладкой; высыпают из патрона кварцевый песок 8, отвертывают два винта, крепящих другую контактную шайбу, и удаляют ее из патрона. Внутреннюю поверхность фарфорового патрона очищают и уста-

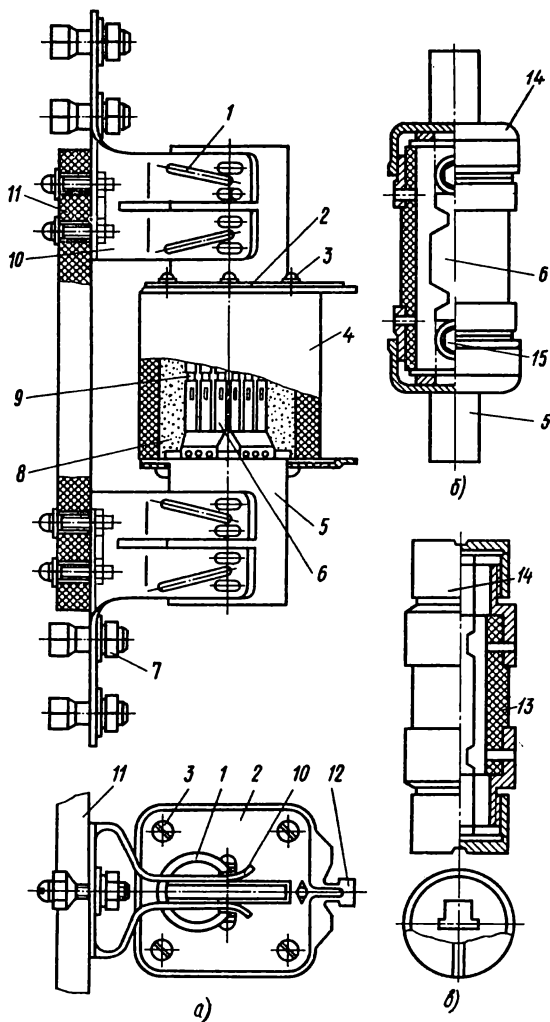


Рис. 3. Трубчатые предохранители:

а — ПН с кварцевым наполнителем, *б* и *в* — ПР с патроном на токи 100 и 60 А; 1 — стальные пружинящие кольца контактов, 2 — металлические крышки, 3 — винт, 4 — фарфоровый латрон, 5 — контактные ножи, 6 — плавкие вставки, 7 — контактные болты, 8 — кварцевый песок, 9 — оловянный шарик (растворитель), 10 — контактные стойки, 11 — изоляционная плита, 12 — Т-образные выступы, 13 — фибровая трубка, 14 — латунные колпачки, 15 — винт

наливают новую плавкую вставку. Песок должен быть свежим. Использованный песок можно оставить, если он не спекся и не отсырел. Контактную часть ремонтируют аналогично предыдущим типам предохранителей.

При появлении трещин на фибровом патроне трубчатых предохранителей ПР-1 и ПР-2 (рис. 3, б, в) предохранитель заменяют новым.

Командоаппараты. Командоаппараты предназначены для дистанционного управления переключениями аппаратов в электрических цепях. К ним относятся универсальные переключатели, кнопки управления и контроллеры.

Универсальный переключатель. Почти любые повреждения требуют для ремонта его полной разборки, которую производят в такой последовательности:

- отвертывают винт рукоятки и снимают в сборе фланцем;

- отвертывают гайки со шпилек, снимают пружинные шайбы, заднюю крышку, пружинный упор, фиксатор, пружину и штифт;

- извлекают боковые крышки и вынимают шпильки;

- снимают с вала пакеты в сборе, шайбу и ограничитель;

- вынимают из пакетов неподвижные и подвижные контакты.

После ремонта или замены отдельных деталей переключатель собирают. Трущиеся части смазывают смазкой ЦИАТИМ-201. Проверяют сопротивление изоляции между неподвижными контактами каждого пакета и смежных пакетов, которое должно быть не менее 1 МОм.

При ремонте переключателя УП (рис. 4, а, б) необходимо проверить состояние подвижных и неподвижных контактов, подгоревшие и изношенные — заменить. Контактные соединения должны быть плотно затянуты. Изоляция токоподводящих элементов не должна иметь механических повреждений. Рукоятка на оси переключателя должна быть хорошо закреплена; фиксация рукоятки в различных положениях — четкой, проскакивание через одно или несколько положений не допускается. Проверяют износ контактов, кулачков шайбы, скоб привода подвижного контакта. При сильном износе их заменяют.

Кнопки управления КУ При любых повреждениях кнопки (рис. 5) последнюю полностью разбирают. Снимают кожух 3, вывернув предварительно винты 1 и сняв шайбу 2. Вывертывают винты 5 и снимают их вместе с шайбами 6 и 7. Снимают кнопочный элемент и прокладку 14 с основания 15. После этого следует утопить

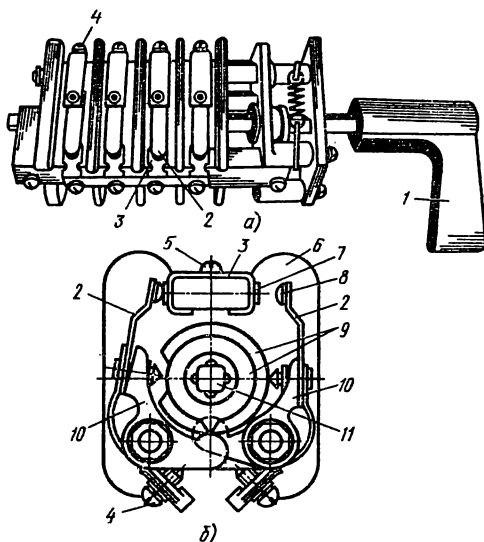


Рис. 4. Универсальный переключатель УП-5000:

а — общий вид, б — секция пакета; 1 — рукоятка, 2 — подвижный контакт, 3 — неподвижный контакт, 4 — зажим, 5 — винт, 6 — пластмассовая перегородка, 7, 8 — серебряные напайки, 9 — кулачковая шайба, 10 — скоба привода подвижного контакта, 11 — центральный валик

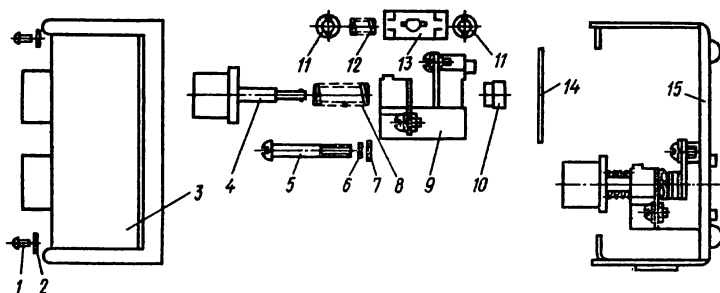


Рис. 5. Последовательность разборки кнопки КУ-122

упор 10 до выхода лапок стержня толкателя 4 из гнезда и повернуть упор на 90° . Извлекают из колодки 9 толкатель, вынимают контактную пружину 12, подвижный контакт 13, возвратную пружину 8 и прокладку 11. Контактные соединения должны быть плотно затянуты, ослабленные винты подтянуты, корпус, крышка и панель не должны иметь механических повреждений, трещин и отслоений. Поврежденные места надо заизолировать.

После ремонта кнопку собирают следующим образом: толкатель вставляют в паз колодки 9, предварительно надев на стержень возвратную пружину. Нажимая пальцем на толкатель, надевают на стержень прокладку, контактную пружину, вторую прокладку, контактный мостик 13 (подвижной контакт) и третью прокладку. Далее следует вставить конец стержня толкателя в упор, совместив пазы с лапками стержня, утопить упор до выхода из гнезда лапок стержня и повернуть упор на 90° . После сборки проверяют работу толкателя: при нажатии на него не должно быть заеданий и возвращение его в начальное положение должно быть четким.

Для полной сборки кнопочный элемент вместе с прокладкой 14 устанавливают на основание 15 и закрепляют винтами 5, подложив под винты плоскую 7 и пружинную 6 шайбы. После этого устанавливают кожух 3 и закрепляют его к основанию винтами 1, подложив под винты шайбы.

К о н т р о л л е р — это многопозиционный аппарат, предназначенный для управления электрическими машинами или трансформаторами путем коммутации резисторов, обмоток машин или трансформаторов.

Различают контроллеры ККТ, предназначенные для непосредственного управления электрическими двигателями постоянного и переменного тока, и контроллеры КПП, предназначенные для дистанционного управления катушками электромагнитов различных аппаратов, реле и других аналогичных устройств.

Все эти контроллеры имеют ручное управление, по конструкции являются кулачковыми.

При ремонте контроллера КП-1000 (рис. 6) проверяют контактную систему, целостность изоляции, переключателей, износ роликов и осей, ослабление пружин. Обгоревшие контакты зачищают бархатной (но не наждачной) шкуркой. Контакты, изношенные более чем на 25 % первоначального размера, заменяют новыми, измеряют величину раствора и степень нажатия контактов. Проверяют поверхность прилегания подвижных и неподвижных контактов. Для этого по ширине на рабочей поверхности одного из контактов наносят мелом поперечную черту и после включения и отключения осматривают метку: если метка стерлась не менее чем на $\frac{2}{3}$, значит контакт прилегает достаточно плотно.

При осмотрах следует проверить заземление крышки, порядок замыкания контактов, сопротивление изоляции (которое должно быть не менее 10 МОм), растворы и на-

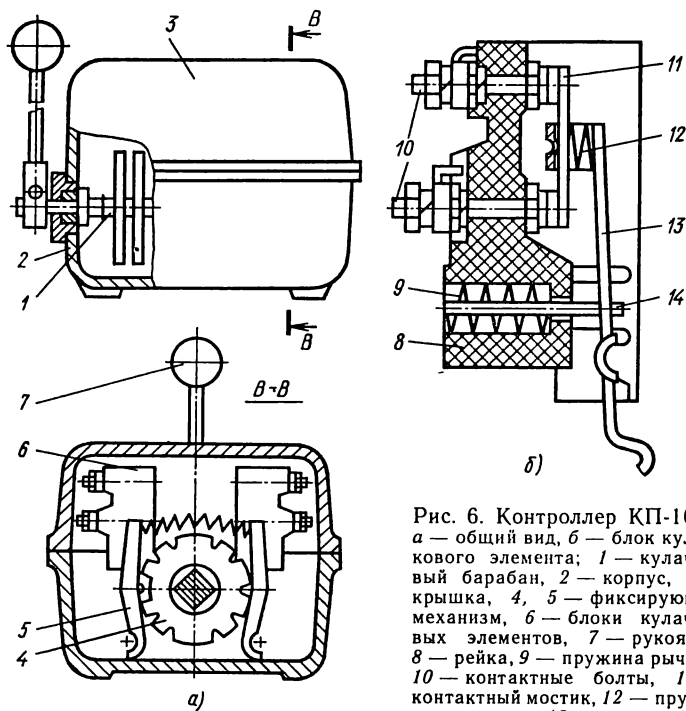


Рис. 6. Контроллер КП-1000:
 а — общий вид, б — блок кулач-
 кового элемента; 1 — кулачко-
 вый барабан, 2 — корпус, 3 —
 крышка, 4, 5 — фиксирующий
 механизм, 6 — блоки кулачко-
 вых элементов, 7 — рукоятка,
 8 — рейка, 9 — пружина рычага,
 10 — контактные болты, 11 —
 контактный мостик, 12 — пружи-
 ны мостика, 13 — рычаг, 14 —
 пластина рычага

жатия контактов. Резьбовые соединения должны быть плотно затянуты. Выявленные при осмотре изношенные детали заменяют. Смещение подвижных контактов относительно неподвижных допускается не более 1 мм.

В остальном следует руководствоваться техническим описанием и инструкцией завода-изготовителя.

§ 6. Ремонт резисторов, реостатов и щитов управления

Резистор (рис. 7) представляет собой элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрического сопротивления. Резистор выполняют из материалов с большим сопротивлением: константана, нихрома, фехралья. Поврежденный резистор заменяют новым. Если выгорела небольшая часть проволоки или ленты, их сваривают. Сварку производят электросварочными клещами, для чего концы свариваемой проволоки соеди-

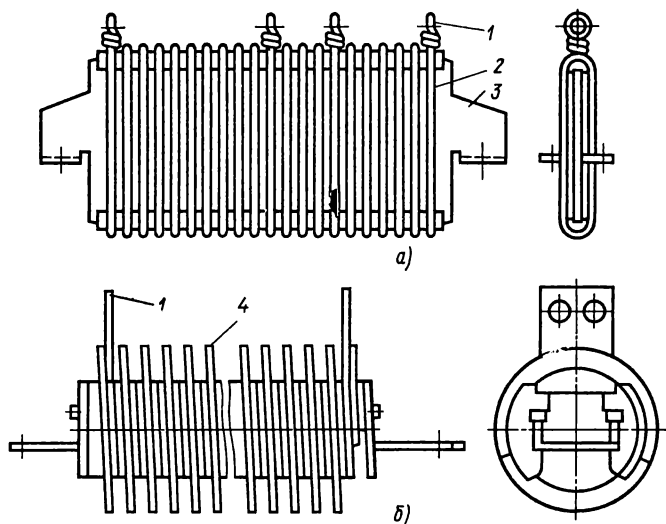


Рис. 7. Резисторы:
а — НФ, б — НК; 1 — вывод, 2 — проволока, 3 — каркас, 4 — лента

няют внахлест и скрепляют бандажом на расстоянии 1—1,5 см медной проволокой 0,3—0,5 мм.

Реостат — это переменный резистор, который может плавно, ступенчато вводить в электрическую цепь необходимое сопротивление. Чаще всего приходится заменять поврежденные резисторы и устранять дефекты контактной системы, для чего реостат осторожно разбирают, проверяют и устанавливают степень повреждения контактов реостата, его изоляционные детали, подтягивают места креплений, проверяют схему включения.

Электрощиты называется электротехническое устройство, в котором смонтирована необходимая аппаратура управления, защиты, измерительные и сигнальные приборы. Щиты могут быть в виде шкафов, панелей и пультов.

При осмотре проверяют металлоконструкцию на отсутствие вмятин и коррозии, целостность уплотнений, стекол, табличек, замков, петель, крепящих винтов, изделий из пластмассы. Проверяют целостность проводов и отсутствие повреждений изоляции, надежность крепления жгутов, контактных соединений, наконечников. Обращают внимание на наличие бирок на концах проводов. Проверяют состояние коммутаторных ламп и арматуры. Осматривают заземления, ряды контактных зажимов, обращая внима-

ние на крепление винтов и отсутствие окисления. Подлежащие ремонту повреждения (вмятины, окраска, контакты и др.) устраняют, а разбитые стекла, отсутствующие бирки, сигнальные лампы заменяют новыми.

Аппаратура, установленная на этих устройствах, ремонтируется в соответствии с ее назначением способом, описанным в настоящей главе.

§ 7. Ремонт электромагнитных пускателей и контакторов

Электромагнитные пускатели. Пускатель — это коммутационный электрический аппарат, предназначенный для пуска, остановки и защиты электродвигателей.

В ряде случаев, например при повреждении катушки электромагнита 8 пускателя ПМЕ-211 (рис. 8), необходима частичная разборка пускателя. Для этого вывертывают винты 15 крепления крышки пускателя и ее снимают, вывертывают винты 11 и снимают дугогасительную камеру 14, вывертывают винты крепления корпуса пускателя к основанию 9 и корпус с траверсой в сборе снимают с основания. Катушку снимают с сердечника и направляют для ремонта. Сердечник 7 вынимают из основания, снимают амортизационную пружину и скобу. При необходимости ремонта контактов 2 и 3 необходимо осторожно пинцетом приподнять контактный мостик 17, повернуть его на 45—60° вдоль продольной оси и вынуть из контактодержателя вместе с плоской пружиной 1.

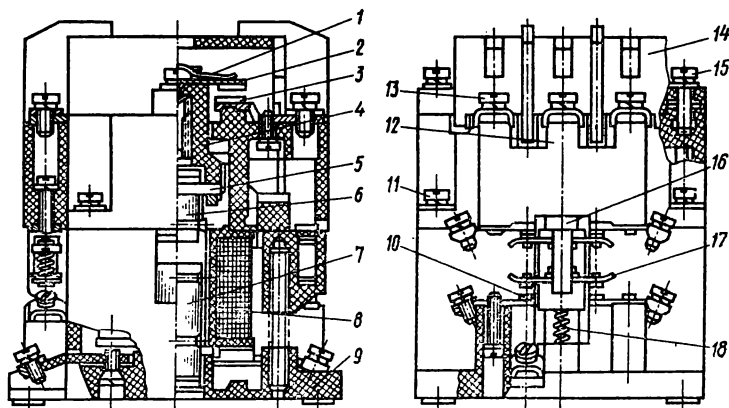


Рис. 8. Магнитный пускатель ПМЕ-211

При необходимости ремонта магнитопровода дополнительно вывертывают винты крепления пускателя к кожуху или монтажной плите и пускатель снимают, отделяют ярмо 6 (ГОСТ 18311—80) с траверсой 4 от корпуса, вынимают ось 5, снимают ярмо и пружину 18 с траверсы. Для полной разборки необходимо еще снять с основания 9 вспомогательные контакты 10 в сборе с мостиками и две пружины 18. Вывертывают винты 13 крепления неподвижных контактов и контакты снимают. Вывертывают винты крепления вспомогательных контактов и последние также снимают.

После ремонта или замены дефектных деталей пускатель (если он разобран полностью) собирают в такой последовательности: устанавливают и закрепляют винтами неподвижные 3 и вспомогательные 10 контакты, устанавливают в гнездо основания 9 скобу, накладывают изгибом вверх амортизационную пружину и устанавливают сердечник 7; надевают на сердечник катушку 8 так, чтобы выходные контакты совпали с токоподводящими зажимами; устанавливают в основание возвратные пружины 18 и толкатель 16 в сборе с мостиком 17. Укладывают в гнездо траверсы 4 амортизационную пружину ярма 6, прижимая ярмо к траверсе, и вставляют ось 5. Устанавливают траверсу на основание 12; продевают в поводки подвижных контактов 2 мостики с пружинами 1. Устанавливают основание 12 с траверсой в сборе и закрепляют его винтами. Закрепляют пускатель винтами к монтажной плите или кожуху. Производят монтаж проводов цепей управления в соответствии с требуемой схемой.

При ремонте магнитного пускателя ПАЕ-311 (рис. 9) возникает необходимость частичной разборки пускателя, которую выполняют так: упор 13 поворачивают на 90°, освобождая возвратную пружину 11, снимают две защелки, втулки и ось 9, поднимают траверсу в сборе, снимают крышку 17 и камеру 10, вынимают из камеры дугогасительные скобы 18. Снимают защелку, ярмо 7 и пластину 8. Поворачивают два винта и отсоединяют питающие проводники катушки. Снимают защелку 5 и катушку 4. В этом положении доступны все основные элементы пускателя.

Далее проверяют состояние контактных мостиков 1, которые очищают от следов обгорания и брызг металла. Осматривают каркас катушки, который не должен иметь сколов и трещин. Проверяют обмотку катушки на обрыв проводов, обгорание выводных концов, нарушение изоляции и витковых замыканий.

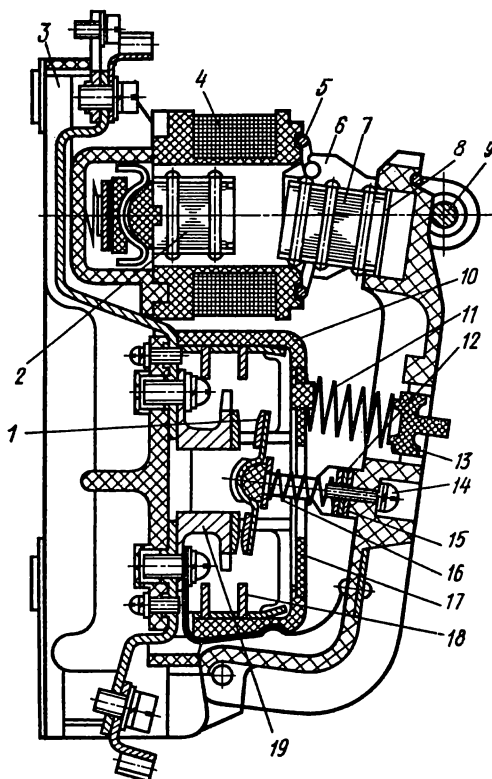


Рис. 9. Магнитный пускатель ПАЕ-311

После этого следует вывинтить три винта *14* с траверсы, снять шайбы, три регулировочные прокладки *12* и обойму *15* в сборе. Снять с обоймы три контактные пружины *16*, вкладыш *19* и контактные мостики. После этого снять две стойки *6* и сердечник *2* с основания *3* в сборе.

Проверяют целостность остальных деталей пускателя и в случае обнаружения дефектов последние устраняют. В завершение проверяют растворы, провалы и усилия нажатия главных и вспомогательных контактов.

Контактор КТ — это коммутационный аппарат общего назначения, предназначенный для дистанционных отключений и включений участков электрической цепи. В контакторах (рис. 10) быстрее всего изнашиваются контакты дугогасительные устройства, катушки электромагнита и подвижная система.

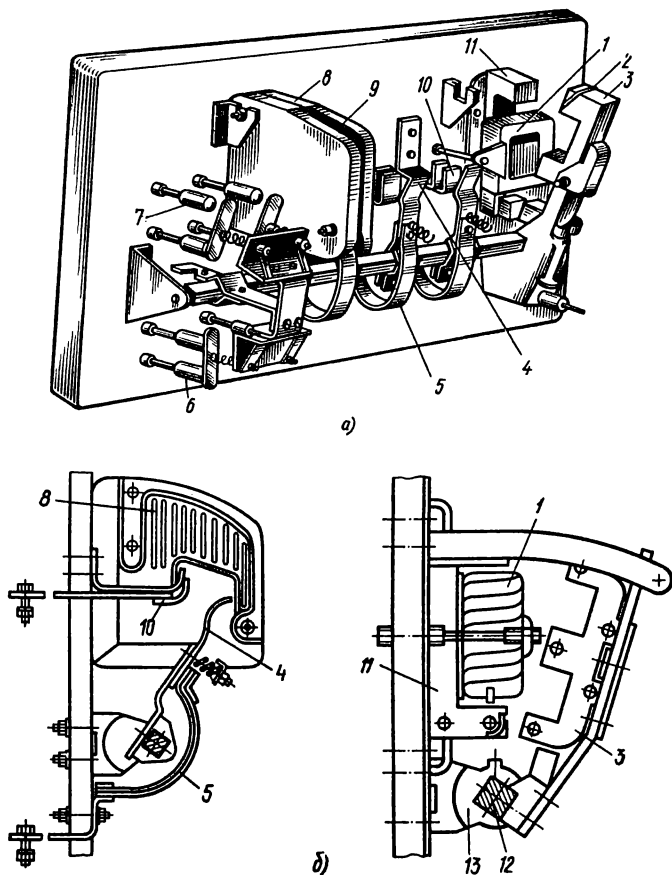


Рис. 10. Контактор переменного тока:

а — общий вид, *б* — вид сбоку; 1 — электромагнитная катушка, 2 — короткозамкнутый медный виток, 3 — ярмо, 4 — подвижный контакт, 5 — гибкая связь, 6 — размыкающие (н. з.) контакты, 7 — замыкающие (н. о.) контакты, 8 — дугогасительная камера (показана на одном полюсе), 9 — стальные пластины, 10 — неподвижные контакты, 11 — сердечники, 12 — приводной вал, 13 — подшипник

При обгорании или появлении брызг металла на поверхности контакта необходимо зачистить его и протереть хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине. Если толщина контактов стала менее 0,5 первоначальной, то их заменяют новыми; при толщине контактов более 0,5 первоначальной следует произвести зачистку с помощью плоского надфиля. После окончания ремонта щуп толщиной

0,05 мм должен проходить при сомкнутых контактах не более чем на 25 % контактной поверхности.

Обгоревшие контактные поверхности или пластинки неподвижных контактов ремонту не подлежат и должны быть заменены новыми.

В подвижной системе обращают внимание на состояние гибкого соединения, которое состоит из пакета тонких медных пластин толщиной 0,2—0,5 мм. Поврежденные пластины заменяют новыми тех же размеров.

Неисправности магнитной системы, которые характеризуются шумом (гудением), могут возникать из-за повреждения короткозамкнутого витка, уменьшенной площади соприкосновения сердечника и ярма в результате ослабления их крепления, которое устраняется подтягиванием крепежных деталей. Часто бывает, что при отключении контактора ярмо не отпадает от сердечника, «прилипает». В этом случае надо проверить наличие прокладки из немагнитного материала (медная пластинка) между сердечником и ярмом и в случае повреждения, ослабления или отсутствия восстановить ее. Нередки случаи повреждения изоляции главных контактов от вала. В этом случае ее восстанавливают, изготавливая из электрокартона, фибры или асбомиканита.

§ 8. Ремонт воздушных автоматических выключателей

Автоматический выключатель АП-50 (рис. 11, *а-в*). Полная разборка выключателя необходима, когда повреждены контакты и требуется их замена. В большинстве случаев, когда надо устранить дефекты резьбы контактов, дугогасительной решетки, очистить копоть на внутренней поверхности и деталях выключателя или заменить возвратную пружину, достаточно ограничиться частичной разборкой. Для этого вывертывают винты крепления крышки к основанию 1 и крышку снимают. Снимают дугогасительную камеру, расцепляют рычаг 3 (если выключатель взведен), нажав для этого на кнопку «стоп» 2 или рейку траверсы выводных проводов. Для дальнейшей разборки выворачивают винты 7 и снимают неподвижный 5 и подвижный 6 контакты. При обрыве или ослаблении с помощью плоскогубцев снимают возвратную пружину 9 с держателя.

После ремонта деталей автомат собирают в такой последовательности: устанавливают дугогасительную камеру 10 в гнездо, шарнирные соединения механизма смазывают

ют приборным маслом, вращение траверсы на оси должно быть без заеданий. Устанавливают неподвижные и подвижные контакты и закрепляют их винтами. Устанавливают возвратную пружину, ввертывают винты 8 для присоединения выводных проводов, надевают крышку с дугогасительными камерами на основание и плотно закрепляют винтами, не допуская перекосов.

Установочные автоматы А-3100, АЕ-1000, АЕ-2000. Автоматы рассчитаны для работы без зачистки контактов и без смены частей. Встроенный в выключатель расцепи-

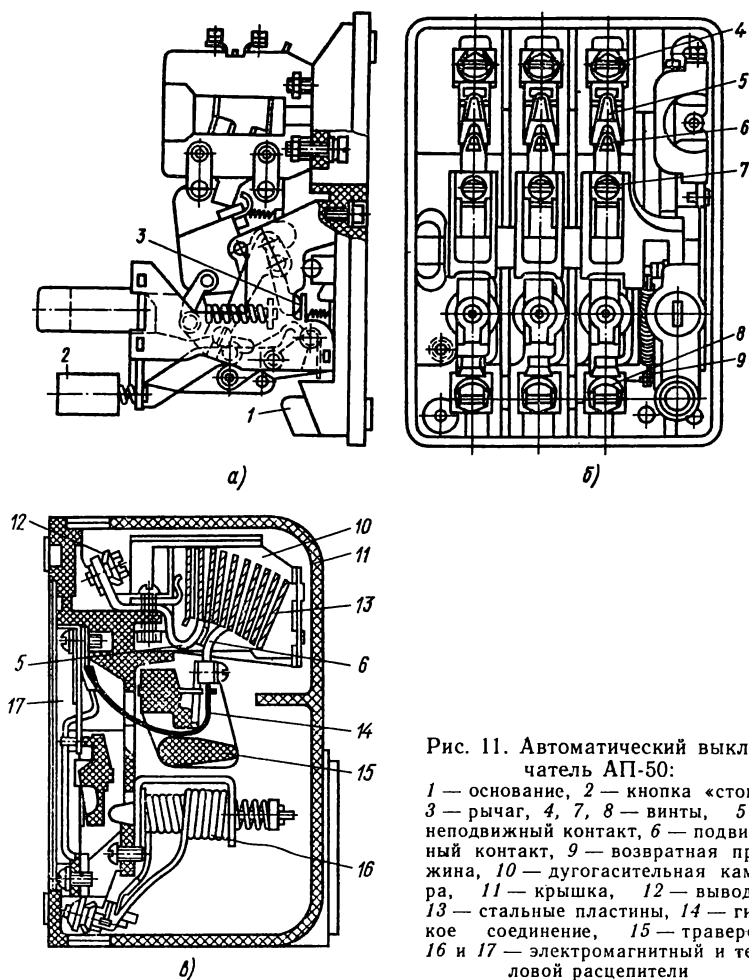


Рис. 11. Автоматический выключатель АП-50:

1 — основание, 2 — кнопка «стоп», 3 — рычаг, 4, 7, 8 — винты, 5 — неподвижный контакт, 6 — подвижный контакт, 9 — возвратная пружина, 10 — дугогасительная камера, 11 — крышка, 12 — выводы, 13 — стальные пластины, 14 — гибкое соединение, 15 — траверса, 16 и 17 — электромагнитный и тепловой расцепители

тель регулируется на заводе и поэтому по истечении гарантийного срока или выхода по тем или иным причинам аппарата из строя его заменяют новым. Лишь в исключительных случаях, учитывая дефицитность установочных автоматов, наличие специального оборудования и квалифицированного ремонтного персонала, способного выполнить регулировку автомата, его ремонтируют.

Для примера рассмотрим автомат АЕ-1031. Полную разборку его выполняют в такой последовательности: вывертывают винты, снимают механизм выключателя в сборе с подвижными контактами и контактными рычагом, вывертывают винты и снимают неподвижный контакт. Осматривают и устраняют дефекты и повреждения контактов, дугогасительных камер и деионных решеток, очищают и смазывают механизм выключателя. Отремонтированный выключатель собирают в обратной последовательности.

Автоматический выключатель А-3700. Выключатель (рис. 12, а) предназначен для автоматической защиты электрических установок постоянного и переменного тока до 630 А. Имеет ручное управление рукояткой 7, но может иметь и двигательный электромагнитный привод ЭМП, воздействующий на эту рукоятку.

Схема дистанционного управления автоматом показана на рис. 12, б.

В состав привода дистанционного управления входят: штепсельный разъем *XPS* для соединения с внешними цепями, конечные выключатели *SQ* и вспомогательный контакт *SA₂* и сам привод ЭМП, состоящий из электромагнитов, связанных механизмом с рукояткой 7 выключателя.

При техническом обслуживании необходимо после проверки контактов, кнопок управления, конечного выключателя произвести пробное дистанционное включение и отключение автомата с помощью привода и убедиться в правильной его работе.

При техническом обслуживании автомата необходимо руководствоваться техническим описанием и инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя.

Расцепители минимального напряжения — электромагнитный *КА* и дистанционный *РД* — с помощью разъема *XVD* могут быть присоединены к системе полупроводникового блока 8 и с помощью рукоятки 9 (рис. 12, а) могут регулировать ток расцепителя, уставку тока, время отключения. Полупроводниковый расцепитель воздействует на

расцепляющее устройство через независимый расцепитель, состоящий из сердечника с катушкой и ярма.

Для дистанционного управления автоматом электромагнитным приводом присоединяют кнопочный пост, состоящий из двух нормально замкнутых кнопок SB_1 и SB_2 , и выполняют другие соединения, показанные на рисунке пунктиром с точкой, с разъемом привода XPS . Подают напряжение $U_{пр}$. Положение кнопок I соответствует положению отключено («откл»), положение II — включено («вкл»).

Выключатель рассчитан для работы без смены каких-либо частей в условиях нормальной эксплуатации. Выключатель состоит из корпуса 1 (рис. 12, а), крышки 5, контактной системы 6, 13 и 14, механизма управления, дугогасительных камер 4, пламегасителя 3, электромагнитного 11, 12 расцепителя максимального тока,

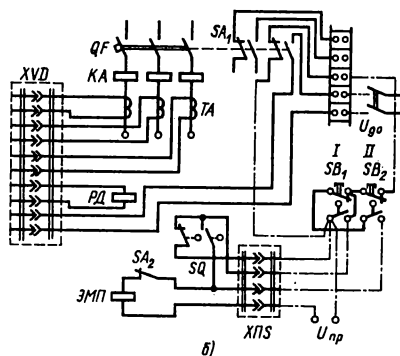
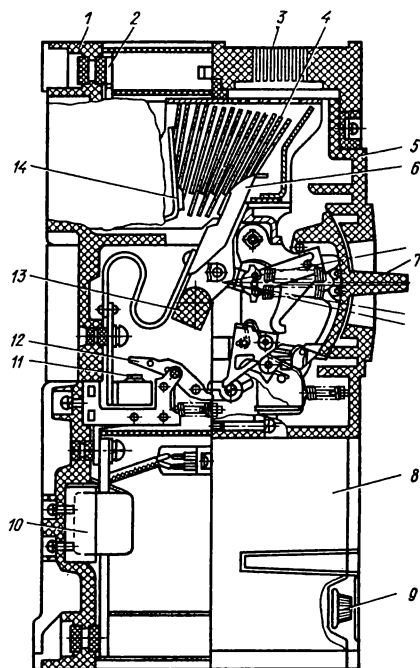


Рис. 12. Автоматический выключатель А-3700 (а) и схема дистанционного управления автоматом (б):

QF — выключатель, KA — электромагнитный расцепитель, XVD — разъем полупроводникового блока, $PД$ — дистанционный расцепитель, $ЭМП$ — электромагнитный дистанционный привод, XPS — разъем привода, $V_{пр}$ — напряжение дистанционного привода, TA — трансформаторы тока, SB_1 и SB_2 — кнопки дистанционного привода, SA_1 и SA_2 — вспомогательные контакты, SQ — конечный выключатель

зажимов для присоединения внешних проводов 2, трансформаторов тока 10 (для переменного тока) и дополнительных узлов. После отключения короткого замыкания и периодически один раз в год, а также для изменения и регулирования параметров расцепителя, к которым относятся номинальный ток расцепителя, установки тока и время срабатывания в зоне коротких замыканий, необходим осмотр и частичная разборка выключателя, которая выполняется следующим образом: снять крышку 5 и пламегаситель 3, защитный щиток, блок управления 8 или крышку, закрывающую зажимы, и крышку выключателя, расцепить рычаг (собачку) с удерживающей рейкой, для чего повернуть осторожно рейку до момента расцепления ее с собачкой, вынуть дугогасительные камеры 4 с дугогасительной решеткой. Рукояткой 9 блока полупроводниковых расцепителей регулируют параметры расцепителя, сняв предварительно прозрачную пластинку, закрывающую шкалу.

Выключатель и его элементы должны содержаться в чистоте. Один раз в год шарнирные соединения выключателя дистанционного привода следует смазывать вазелиновым маслом, выключатель, дистанционный привод — веретенным маслом.

Винты, крепящие выключатель, его крышку, пламегаситель, блок управления, крышку, прикрывающую зажимы, должны быть затянуты до отказа. При осмотре выключателя необходимо все доступные места очистить от копоти чистой тряпкой, увлажненной бензином. Кроме того, следует очистить пластины дугогасительной камеры от попавшего туда металла (не допуская электрического замыкания каплями металла). Опиливать контакты (от следов металла, нагара или копоти) с целью придания им гладкой поверхности запрещается. При осмотре необходимо проверить провалы контактов на толщину их металлокерамического слоя, если она окажется менее 0,5 мм, выключатель для дальнейшей работы не пригоден.

Автоматические воздушные выключатели АВМ. Выключатель предназначен для установки в цепях постоянного тока с напряжением до 440 В и переменного тока до 500 В частотой 50 и 60 Гц для защиты электрических установок от перегрузок, токов короткого замыкания и несчастных (до 5 в сутки) включений и отключений электрических цепей и асинхронных электродвигателей при номинальных режимах работы. Выключатели изготавливают на номинальный ток 400—1000 А (АВМ-4, АВМ-10) и на 1500—2000 А (АВМ-15, АВМ-20). Выключатель состоит из следу-

ющих основных элементов: контактной системы, дугогасительной камеры с деионными решетками, расцепителя максимального тока и минимального напряжения, электродвигательного привода и других деталей. Раз в квартал или в зависимости от режима работы необходимо производить осмотр выключателя. После аварийных отключений выключатель нужно осматривать и ремонтировать. При ремонте выключателя доступные части выключателя протирают чистой тряпкой, смоченной в бензине; удаляют брызги металла с изоляционных деталей; проверяют затяжку болтов, винтов и гаек; удаляют старую смазку и наносят новую по рекомендации завода.

Для примера рассмотрим выключатель АВМ-4с(-10). Контакты каждого полюса автомата (рис. 13) состоят из двух последовательно включаемых пар контактов (подвижных и неподвижных): главных 1 с гибкой связью 2 и дугогасительных 3. Главные контакты выполняют из металлокерамических композиций: серебро-никель (подвижные) и серебро-никель-графит (неподвижные), дугогасительные подвижные — из меди, а неподвижные — из металлокерамики. Если на контактах появились наплывы металла, их зачищают шлифовальным надфелем, сохраняя заводскую форму. Зачищать контакты наждачной бумагой не разрешается!

Винтами 7 и 8 регулируют зазор между главными контактами, который должен быть не менее 5 мм. Проверяют одновременность касания, которая должна быть не более 1 мм при включении дугогасительных контактов и не более 0,75 мм — главных. Провал *А* главных контактов во включенном положении должен быть не менее 2 мм, а раствор *В* дугогасительных контактов в отключенном положении — не менее 45 мм. Нажатие контактов регулируют с помощью цилиндрических пружин 3, 4 и винтами 7 и 8.

Зачищают внутреннюю поверхность дугогасительной камеры 6 от копоти и брызг металла. При большом износе ее заменяют.

Далее проверяют работу механизма свободного расцепления. Заход зуба 19 рычага 12 за промежуточный валик 18 должен быть не менее 1 мм и не больше величины, при которой происходит четкое отключение выключателя. Регулировку выполняют подгибом 16. При повороте рукоятки выключателя в положение «выключатель взведен» заход *Б* должен быть не менее 10 мм для выключателей с электродвигательным приводом. Регулировку выполняют

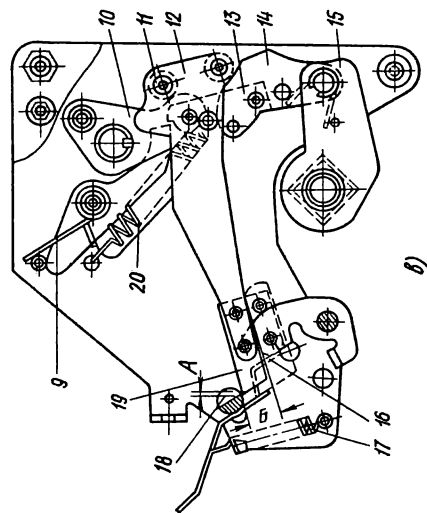
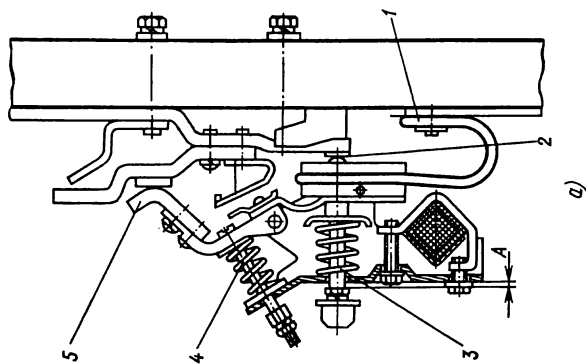


Рис. 13. Автоматический выключатель АВМ-4 (с):

а — контактная система, б — то же, но с дугогасительной камерой, в — механизм свободного расцепления

количеством шайб буфера. Проверяют целостность пружин 9, 15, 17 и 20. При этом в отключенном положении выключателя между винтами 5 и 4 подвижных контактов и винтом рычажков отключающего валика максимального расцепителя зазор должен быть не менее 9 мм.

Проверяют правильность направления вращения по часовой стрелке и исходное положение диска электродвигательного привода. Проверяют работу нулевого выключателя при вращении двигателя от руки. Раствор его контактов должен быть не менее 5 мм. Проверяют работу независимого (отключающего) расцепителя для дистанционного отключения выключателя. В случае повреждения катушки

нимают для ремонта или замены, для этого необходимо отсоединить провода, снять расцепитель с выключателя, вывинтить винты и снять катушку. Зазор между ярмом и скобой должен быть 4 мм. После проверки и устранения дефектов работу выключателя проверяют действием от руки. Отключение должно происходить при медленном поднимании ярма до соприкосновения и поворота отключающего валика.

Выключатель может не включиться, если (рис. 13, в) во введенном положении рычаги 13 и 14 не станут на одной линии или они заедают, а пружина 15 не может установить их в исходное положение, при котором рычаг 10 упирается в валик 11. При дистанционном включении выключателя на повышенном напряжении выключатель включается и сразу отключается, если заход А зуба 19 рычага 12 за промежуточный валик 18 мал, вследствие чего при быстрых поворотах рычага 12 не происходит зацепления зуба 19 за промежуточный валик 18. Препятствием работы выключателя может служить недостаточное натяжение тормозной ленты, что устраняется регулировкой буфера путем изменения числа шайб, подкладываемых под головку шипа буфера. Для исправной работы выключателя необходимо сменить пружину буфера, устранить заедание рычагов 13 и 14, установить заход А зуба за промежуточный валик не менее чем на 1 мм и не более той величины, при которой происходит четкое отключение выключателя. Регулировка захода зуба за валик осуществляется подгибом скобы 16.

Необходимо проверить все пружины механизма, которые должны быть в напряженном состоянии. Отрегулировать натяжение тормозной ленты. При ремонте выключателя удаляют старую смазку чистой тряпкой и заменяют новой марки 1-13 или ЦИАТИМ-201. Смазке подлежат

детали различных узлов механизма свободного расцепления, электродвигательного привода и др.

Устройство и проверку расцепителей см. в гл. III.

Автоматический выключатель «Электрон». Выключатель (рис. 14) выпускается на номинальный ток до 6300 А и состоит из контактной группы, дугогасительных устройств, механизма управления, контактов вспомогательной цепи, независимого расцепителя, минимального расцепителя напряжения, штепсельного разъема и полупроводниковой максимально-токовой защиты (МТЗ). В изоляционном корпусе 2 размещены подвижные 1 и неподвижные 4 контакты. Контакты имеют накладки 3 из металлокерамики. Кинематика контактной системы обеспечивает пережат контактов при включении выключателя. Дугогасительное устройство объединено с корпусом контактной системы и состоит из набора чередующихся стальных пластин 8 и скоб 9. В верхней части корпуса установле-

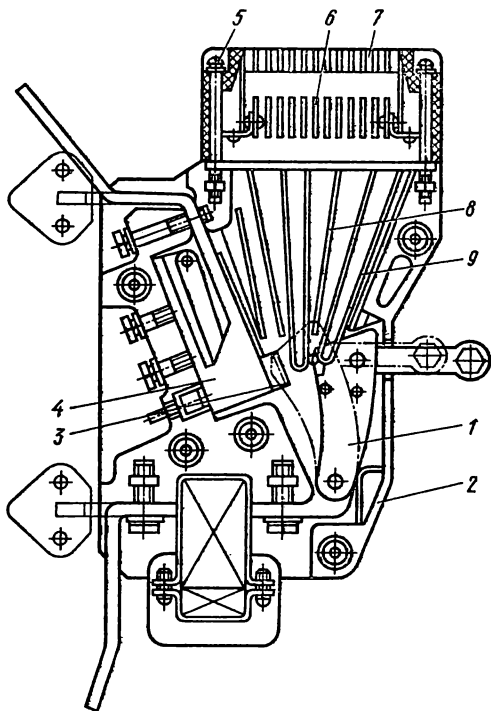


Рис. 14. Автоматический выключатель «Электрон»

на съемная пламегасительная камера 6 с решеткой 7, закрепленная винтами 5.

Минимальные расцепители напряжения и максимальнотоксовая защита (МТЗ) описаны в гл. III.

При работе выключателя возможны следующие неисправности:

выключатель не включается: не взведен механизм включения и свободного расцепления — для этого необходимо повернуть рукоятку ручного включения по часовой стрелке до упора и отпустить рукоятку;

выключатель не отключается при срабатывании одного из расцепителей: зацепление упора толкателя с валиком шелика — установить нужное зацепление;

неисправны катушки расцепителей.

Если привод или система «отключающий валик — расцепитель пружины» не отрегулированы, выключатель после включения сразу отключается. Регулировка выполняется эксцентриком так, чтобы раствор между защелкой и отключающим валиком составлял 1,5—2 мм. Если нарушена регулировка «привод — конечный выключатель», двигатель не будет работать и не заведет пружины привода.

Если не срабатывает блок МТЗ из-за неисправности контактов или трансформаторов тока — выключатели не отключаются.

Выключатель необходимо раз в квартал осматривать и устранять обнаруженные неисправности. Очищать от копоти, брызг металла и обгаров элементы дугогасительного устройства (обязательно после отключения токов короткого замыкания). Проверять затяжку болтов, винтов и гаек. В соответствии с инструкцией по эксплуатации проверять необходимые зацепления, зазоры, растворы, провалы и нажатия контактов. Следить за электрическим сопротивлением изоляции выключателя, которое должно быть не менее 20 МОм.

§ 9. Ремонт отдельных деталей низковольтных аппаратов

Ремонт контактов. Загрязнения, износ, обгорание, копоть или окисления, наплывы и брызги металла на поверхности подвижных (включая и ножи рубильников) или неподвижных (губки ножей) контактов, а также на пластинах и контактных мостиках устраняются хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине, или надфи-

лем * При толщине контактов менее 50 % первоначальной величины ** обгоревшие контакты заменяют новыми. Контакты, имеющие металлокерамическое (серебро-никель) или другое покрытие, обеспечивающее повышенную проводимость или коррозионную стойкость, зачищать напильником или надфилем не разрешается! Контакты очищают хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине, а особо ответственные контакты (выключатели 6—10 кВ, реле) спиртом. Напильником с мелкой насечкой, надфилем или стеклянной шкуркой очищают или удаляют нагары и наплывы металла на контактах, не имеющих покрытия. Контактная поверхность должна быть чистой, допускаются раковины площадью не более 1 мм² и глубиной до 0,2 мм. Толщина губок и ножей рубильников не должна быть меньше 80 % первоначальной.

При изломе или ослаблении контактных пружин, повреждениях антикоррозийного покрытия, пружины заменяют.

Ремонт катушек электромагнитов. Катушки бывают каркасными и бескаркасными. Наиболее часто встречающееся повреждение — трещины длиной до 15 мм в каркасе. Их устраняют следующим образом. Поверхность каркаса вокруг трещины очищают от пыли и масла хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине. На поверхности трещины наносят слой клея БФ и в течение 10—15 мин подсушивают на воздухе, далее наносят второй слой и выдерживают еще 5—10 мин. После этого склеиваемые части каркаса стягивают тафтяной или хлопчатобумажной изоляционной лентой и высушивают в сушильном шкафу в течение 1,5—2 ч при температуре 100—110 °С, после чего охлаждают и снимают бандаж.

При пониженном сопротивлении изоляции (менее 0,5 МОм) катушку помещают в сушильный шкаф с температурой 60—70 °С на несколько часов. После этого проверяют сопротивление изоляции и, если достигнута норма (не менее 1 МОм), сразу же производят ее пропитку одним из лаков БТ-988 или БТ-987-М и вторично сушат в течение 8 ч при температуре 105 °С.

При повреждении наружного слоя изоляции катушки или обрыве обмоточного провода в верхних слоях обмотки

* При зачистке следить, чтобы абразивная пыль не попадала на механизм аппарата.

** Для пакетных выключателей предельными значениями принимают 80 % толщины.

снимают наружную изоляцию обмотки и поврежденные витки до места повреждения или обрыва, припаивают, изолируют место пайки нового обмоточного провода и домотывают требуемое количество витков, повторив операции, которые выполняются при намотке новых катушек.

При значительных повреждениях каркаса, междувитковых замыканиях, обгорании изоляции обмотки на большую глубину катушка должна быть заменена новой.

Ремонт каркасных катушек. Подбирают необходимый для катушки каркас и провод, параметры которого должны соответствовать паспортным данным. Концы провода катушки зачищают шлифовальной шкуркой, облуживают и припоем ПОС-30 припаивают к проводнику вывода. Вывод состоит из листовой или латунной детали с припаянным к ней проводником большего сечения, чем провод обмотки, для обеспечения механической прочности вывода. Место пайки изолируют.

Перед установкой на намоточный станок каркас следует обернуть двойным слоем электроизоляционной бумаги толщиной 0,02—0,03 мм и конец ее приклеить к каркасу. При намотке необходимо следить за тем, чтобы натяжение провода не было чрезмерным, это может вызвать обрыв провода. Провод при намотке должен ложиться ровным плотным слоем. Между 1-м и 2-м слоями обмотки укладывают межслоевую изоляцию из изоляционной бумаги. Если катушка нагревостойкая, то для межслоевой изоляции используют тонкую стеклоткань.

Выводы обмотки могут быть мягкими или жесткими. Мягкие выполняют из гибких монтажных проводов. Место пайки мягкого вывода с обмоткой изолируют поливинилхлоридной трубкой, на которую накладывают полоску лакоткани.

Жесткие выводы, как указано выше, делают из предварительно луженых латунных полосок. От обмотки их изолируют прокладками. Выводы, припаянные к катушке, крепят нитками. Места пайки оборачивают изоляционной прокладкой, имеющей вырез для вертикальной части вывода.

Ремонт бескаркасных катушек. По размерам дефектной катушки изготовляют разъемную оправку (рис. 15, а). Размер ее с учетом изоляции катушки должен соответствовать сердечнику, для которого предназначена катушка. Оправку устанавливают на токарном станке и закрепляют за деталь 1 или на специальном намоточном приспособлении. На оправку укладывают в четырех местах по периметру тафтяную ленту с таким расчетом, чтобы после намотки

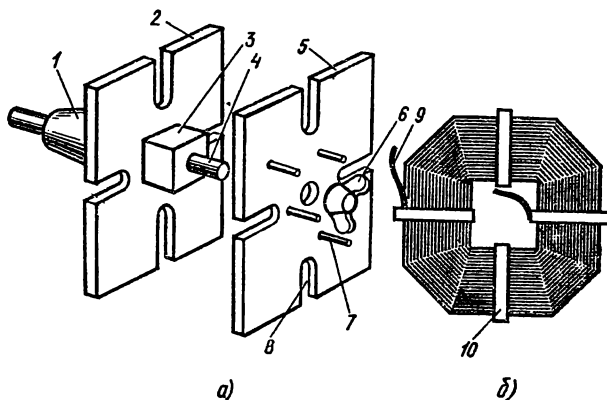


Рис. 15. Разъемная оправка (а) и бескаркасная катушка (б):

1 — деталь, 2, 5 — щеки, 3 — втулка, 4 — штырь, 6 — гайка, 7 — шпилька, 8 — щель, 9 — вывод, 10 — бандаж

катушки ее хватило для устройства бандаж 10 (рис. 15 б). По тафтяной ленте втулку оправки оборачивают двумя слоями электрокартона толщиной 0,2—0,3 мм и шириной равной высоте катушки. К началу обмотки припаяв припоем ПОС-30 кусок гибкого медного провода (вывод 9). Место пайки изолируют полоской миканита.

При намотке катушки каждый слой покрывают пропиточным лаком и тонкой электротехнической бумагой шириной на 5—7 мм больше высоты катушки. Эти края бумаги заворачивают под крайние витки следующего слоя катушки.

К концу обмотки также припаявают кусок гибкого провода для вывода. Катушку бандажуют ранее уложенной тафтяной лентой. Изготовленные катушки сушат в течение 2 ч в сушильном шкафу при температуре 80—90 °С, проверяют сопротивление изоляции и целостность обмотки. Сразу же после сушки, еще в теплом состоянии, катушку опускают в пропиточную ванну с лаком МЛ-92 и держат до прекращения выделения пузырьков, после чего еще раз сушат в течение 4—5 ч при температуре 100—110 °С. Высушенную обмотку катушки обматывают двумя-тремя слоями изоляционной бумаги, двумя слоями лакоткани или тафтяной лентой, очищают выводы и каркас от слоя лака наклеивают бирку.

Изоляцию готовой к эксплуатации катушки испытывают переменным током напряжением 2000 В с частотой

50 Гц в течение 1 мин, плавно повышая напряжение. Сопротивление изоляции катушки после испытания не должно быть меньше 0,5 МОм.

Ремонт магнитопровода. Загрязнения удаляют хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в бензине; следы коррозии тщательно зачищают стальной щеткой и шлифовальной шкуркой; наклеп на поверхностях соприкосновения сердечника и ярма удаляют шлифовкой поверхности напильником на шлифовальном станке.

Площадь соприкосновения сердечника и ярма проверяют так: берут сложенные вместе листы белой и копировальной бумаги, сжимают с определенным усилием ярмо и сердечник и на бумаге получают отпечаток площади соприкосновения, которая должна быть не менее 70 % площади сердечника. Плотность прилегания проверяют щупом 0,05 мм. Щуп не должен входить в пространство между ярмом и сердечником более чем на 5 мм. Места неровностей шабрят вдоль листов стали.

Поврежденный короткозамкнутый виток заменяют новым, изготовленным по размерам дефектного из того же материала. Поврежденный виток распиливают и удаляют. Пазы витка зачищают надфилем и виток закрепляют пазах.

Уменьшенная величина (менее 0,2 мм) немагнитного (воздушного) зазора между средними кернами сердечника и ярма магнитопровода доводится до нормы 0,2—0,25 мм подпиливанием среднего керна ярма (или сердечника), что проверяется щупом. Допускается непараллельность плоскостей в пределах 0,01 мм.

Очищенные сердечник и ярмо погружают в ванночку эмалью ГФ-92-ХС так, чтобы поверхности их соприкосновения не были покрыты лаком. Окрашенные детали сушат на воздухе.

Ремонт металлических кожухов. Прогибы и вмятины на поверхности кожуха устраняют с помощью набора оправок и слесарного молотка. Трещины и надрывы заваривают в пламени ацетиленовой горелки. Место заварки очищают до блеска и рихтуют. Окраску осуществляют по очищенной и загрунтованной поверхности.

Ремонт дугогасительных камер и деионных решеток. Незначительные повреждения (трещины, поломки щек) могут быть устранены клеем БФ-2. При этом надо следить, чтобы потеки клея не оставались на внутренних поверхностях камер. С наружной стороны щели поврежденной камеры заклеивают листовой фиброй. Поврежденные деион-

ные решетки можно изготовить из малоуглеродистой стали. В ремонтном цехе следует сохранять детали вышедшего из строя оборудования, пригодные детали могут быть использованы. Прогоревшие дугогасительные камеры заменяют новыми.

§ 10. Проверка и испытание отремонтированных аппаратов

У отремонтированных аппаратов проверяют зазоры, провалы, контактное нажатие и одновременность включения контактов. В качестве примера приведем способ проверок контактора КТ-6000.

Проверяем зазор контактов *A* — кратчайшее расстояние между подвижной *2* и неподвижной *1* контакт-деталью (рис. 16, *a*) в их разомкнутом положении. Далее проверяем провал контакта — расстояние, на которое может переместиться из замкнутого положения одна контакт-деталь (подвижный контакт) при удалении другой контакт-детали (неподвижный контакт).

Зазор и провал контактов регулируется в зависимости от конструкции аппарата и дается в соответствующих инструкциях по эксплуатации. В данном случае провал и зазор контактов устанавливаются регулировочным винтом *5*. Зазор и провал контактов замеряют шаблоном, щупом или нутромером.

Далее проверяют начальное контактное нажатие, т. е. усилие, возникающее в момент начала замыкания контакт-деталей. Контактное нажатие определяется упругостью контактных пружин *6*. Проверка начального нажатия производится при разомкнутых контактах (при отсутствии тока в катушке) не на линии касания контактов, а между держателем *8* (или выступом вала) и регулировочным винтом *5*. Тонкая полоска бумаги *9* зажимается между держателем и винтом. Динамометром *4* и петлей *3*, сделанной из стальной проволоки, подвижной контакт оттягивается и освобождает полоску бумаги, которую легко потягивают рукой (рис. 16, *б*). Показание динамометра в этот момент соответствует величине начального нажатия в ньютонах. Конечное контактное нажатие (контактное нажатие после окончания замыкания контакт-деталей) определяется показаниями динамометра при освобождении полоски бумаги с помощью динамометра или погасание лампы *10* по схеме (рис. 16, *в*).

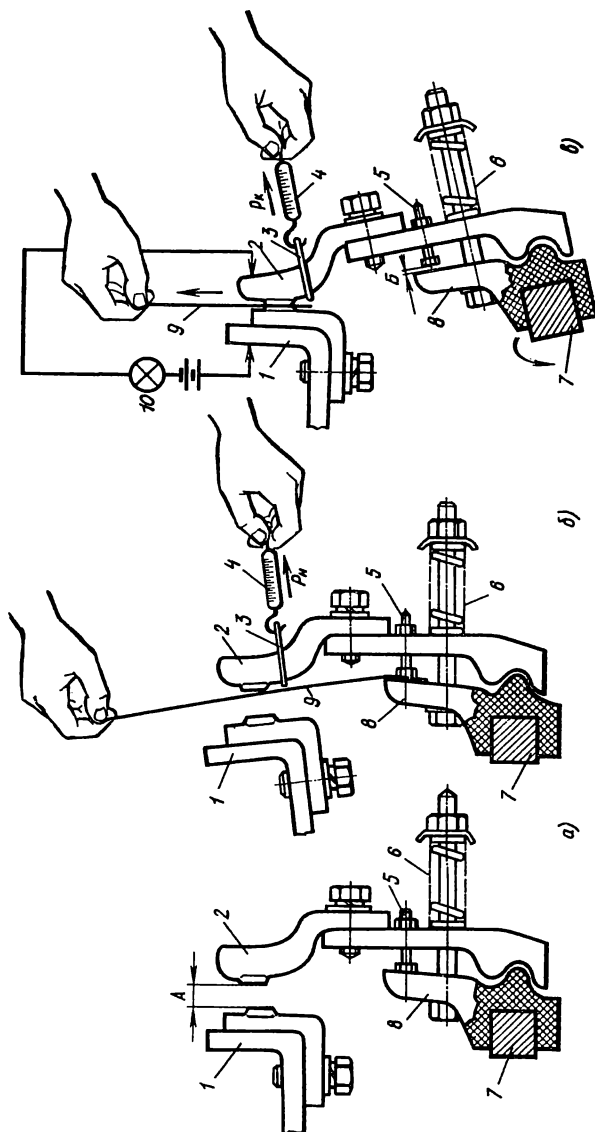


Рис. 16. Способы проверки контактов:
а — зазора, б — начального нажатия, в — конечного нажатия

Далее проверяют аппарат на одновременность включения контактов. Величина допустимой одновременности включения контакт-деталей дается, как правило, в миллиметрах. Эти данные можно получить, если аппарат отключить от сети и рукой подводить подвижные контакты (ножи рубильника, разъединителя, контактора) к неподвижным. Подведя подвижные контакты примерно до 0,5 мм к неподвижным, производят замер расстояния щупом. Производят регулировку одновременности касания контактов согласно заводским требованиям.

Измерение сопротивления изоляции между токоведущими частями аппарата и его корпусом, частями, которые должны быть заземлены, между токоведущими частями и теми, к которым возможно прикосновение, выполняют мегаомметром. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 0,5 МОм.

Испытание электрической прочности изоляции выполняется на специальных установках. Прочность изоляции контакторов, магнитных пускателей и другой аппаратуры проверяется с разомкнутыми подвижными и неподвижными контактами одного полюса, соседними полюсами, токоведущими и заземляемыми частями, выводами втягивающей электромагнитной катушки и магнитопроводом. Изоляция должна выдерживать напряжение 1000 В в течение 1 мин без пробоя и перекрытия скользящими разрядами. При испытании напряжение поднимают плавно от 0 до 1000 В, держат 1 мин и так же плавно снижают.

Подумайте и ответьте

1. Как отремонтировать рубильник?
2. Как разобрать универсальный переключатель?
3. Каковы основные причины выхода из строя коммутационных аппаратов?
4. Как разобрать кнопку управления?
5. Какие существуют типы катушек и как их изготавливают?
6. В чем отличие контактора от магнитного пускателя?
7. Какие работы выполняют при ремонте автоматов АВМ и «Электрон»?
8. Какие основные проверки и испытания выполняют после ремонта аппаратов?

ГЛАВА III

РЕМОНТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ПРИБОРОВ. ПРОВЕРКА И НАЛАДКА РЕЛЕ

§ 11. Назначение и ремонт измерительных трансформаторов *

Измерительные трансформаторы делятся на трансформаторы тока и трансформаторы напряжения.

Трансформатор тока — это электрический аппарат, предназначенный для снижения тока первичной цепи до значения, при котором наиболее целесообразно осуществлять питание соответствующих цепей измерительных приборов, устройств релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления.

Трансформаторы напряжения служат для питания цепей напряжения различных приборов и реле.

Измерительные трансформаторы имеют классы точности. Под классом точности понимают допустимую погрешность напряжения в процентах.

Например, погрешность $\pm 1,0\%$ соответствует 1-му классу точности. Для включения щитовых приборов и цепей релейной защиты применяют трансформаторы 1-го и 3-го классов точности. Под погрешностью понимают погрешность, которую трансформатор вносит в измерение тока (напряжения), возникающую вследствие того, что действительный коэффициент трансформации не равен номинальному.

Погрешность создается главным образом той нагрузкой, которая подключается к вторичной обмотке трансформатора.

Для правильного определения обозначения выводов вторичной обмотки трансформаторов тока пользуются схемой (рис. 17). Началом вторичной обмотки считается тот вывод, при присоединении к которому положительного зажима гальванометра *P* стрелка отклонится вправо в момент включения кнопки *SB*.

В любом трансформаторе обмотки являются наиболее уязвимой его частью и поэтому при неблагоприятных условиях могут быть повреждены. Ниже дается пример изготовления новых обмоток.

Изготовление обмоток для сухого трансформатора напряжения НОС-0,5.

Магнитопровод собирают из пластин электротехнической стали 3412 или 3413 Ш-образной формы. Катушку

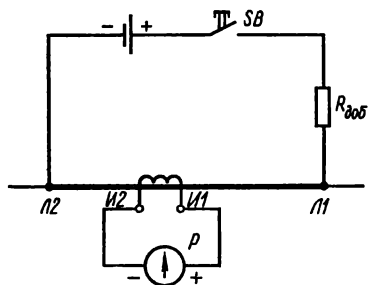


Рис. 17. Схема определения полярности трансформатора тока

прямоугольного сечения наматывают на гильзу из электрокартона, составленную из двух П-образных частей. Крайние витки крепятся и удерживаются от сползания с помощью бортиков.

Выводы обмоток из тонкого круглого провода выполняют гибким многожильным проводом. Гибкий провод заводят внутрь катушки на $1/4$ витка и припаивают к обмоточному проводу.

Изготовление обмоток трансформатора напряжения НОСК-6. Обмотки выполняют с помощью шаблона на намоточном станке проводом ПЭЛ 1,12 мм. Обмотка ВН состоит из двух катушек, намотанных обмоточным проводом ПЭД 0,2 мм поверх обмотки низкого напряжения (НН). Готовую обмотку НН 9 закрепляют в щеках шаблона 2 на шпинделе 1 обмоточного станка (рис. 18).

На обмотку НН наматывают кабельную бумагу в несколько слоев общей толщиной 1,5 мм, края которой надрезаны. На намотанную бумагу надевают шайбы 5 из электрокартона, из которых две будут средними для разделения катушек, а две другие образуют края цилиндра и устанавливаются в начале надрезов бумаги. Надрезанные края бумаги отгибают под углом 90° , образуя отбортованный каркас. По концам обмотки НН вплотную к отогнутым концам и тщательно расправленным краям отбортованного каркаса ставят конусные шайбы 3, после чего приступают к намотыванию обмотки ВН.

Сначала наматывают вторую (правую) катушку. Конец обмоточного провода 6 изолируют лакотканью, продевают под шайбу 5 и концы выпуска длиной 400—500 мм закрепляют на выпусках обмотки НН. На месте первой (левой) катушки ВН устанавливают временный технологический дистанционирующий цилиндр 8.

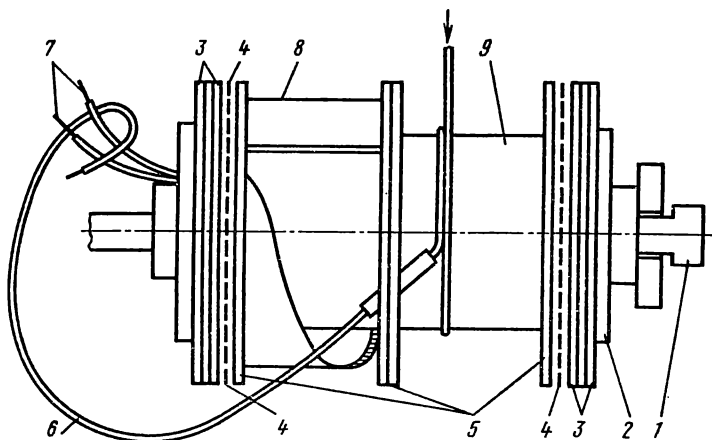


Рис. 18. Изготовление обмотки ВН:

1 — шпindelь обмоточного станка, 2 — щека шаблона, 3 и 5 — шайбы из электрокартона, 4 — каркас из кабельной бумаги, 6 — конец обмоточного провода, 7 — выпуск обмотки НН, 8 — технологический цилиндр, 9 — обмотка НН

Витки в слое укладывают между отвернутыми бортами бумаги, которые образуют изоляцию в слое (рис. 19). Переход витка в следующий слой осуществляется по кабельной бумаге, которую укладывают на поверхность намотанных витков. К концу намотанной катушки тонким проводом $\varnothing 0,2$ мм припаивают провод $\varnothing 0,74$ мм для большей механической прочности. Катушку обертывают полосой кабельной бумаги и по ней — хлопчатобумажной лентой слоями в полуперекрышку. После этого шаблон снимают со шпинделя станка вместе с щеками, переверты-

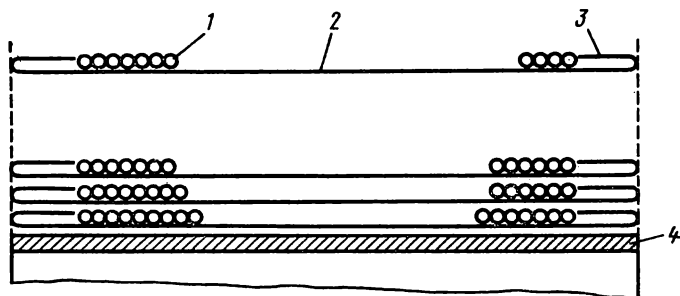


Рис. 19. Устройство слоевой изоляции:

1 — провод, 2 — кабельная бумага, 3 — отвернутый борт бумаги, 4 — цилиндр

вают на 180° вдоль оси и вновь устанавливают на шпindelь станка. Снимают временный технологический цилиндр, отрезают лишнюю длину выпущенного под шайбой провода, припаивают к нему обмоточный провод, идущий с барабана, изолируют место пайки и наматывают первую (левую) катушку аналогично предыдущей.

Готовую обмотку снимают со стакана, связывают хлопчатобумажной лентой вместе с шайбой.

§ 12. Ремонт измерительных приборов

Широко применяемые в электрических установках измерительные приборы по принципу действия разделяются на:

электромагнитные (рис. 20, а), применяемые в сетях переменного и постоянного тока;

магнитоэлектрические (рис. 20, б), применяемые в сетях постоянного тока, а с встроенным, полупроводниковым выпрямителем — и в сетях переменного тока;

индукционные, применяемые только в сетях переменного тока.

Наиболее часто в измерительных приборах встречаются следующие повреждения: износ кернов при длительной эксплуатации, механические повреждения прибора и его частей, возникающие от постоянной вибрации, износ под-

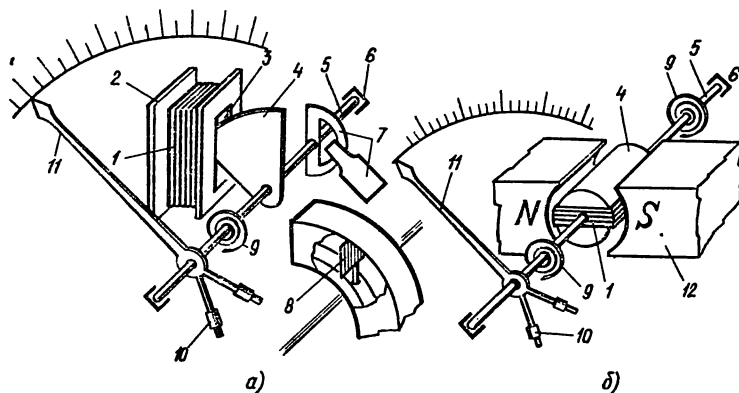


Рис. 20. Схемы механизмов измерительных приборов:

а — электромагнитного, б — магнитоэлектрического; 1 — катушка, 2 — каркас, 3 — окно в катушке, 4 — сердечник, 5 — керн, 6 — подпятник, 7 — магнитный успокоитель, 8 — успокоитель, 9 — моментные пружины (для магнитоэлектрического прибора и токоотводов), 10 — уравновешивающие грузики, 11 — стрелка, 12 — постоянный магнит

пятника и кернов при частых включениях, нарушение уравновешенности, поломка стрелок, коррозия металлических частей прибора, вмятины кожуха и повреждение стрелок. При значительных перегрузках нарушается изоляция проводов катушек и добавочных сопротивлений.

Перед ремонтом необходимо снять корпус, отсоединить пружины от пружинодержателя, разобрать успокоитель. Проверяют подвижную систему прибора и под микроскопом просматривают керны и подпятники. При необходимости керн вынимают из оправки.

Замена кернов. Керн представляет собой деталь, цилиндрическая часть которой переходит в коническую, оканчивающуюся сферическим закруглением — рабочей поверхностью. Поврежденный керн извлекают из буксы следующими способами: выступающий конец керна зажимают часовыми тисками, оставив зазор 0,5—0,6 мм между губками тисков и буксой. В зазор с противоположных сторон ставят конусные клинья. Нижний клин опирают на твердое основание, удерживая при этом в левой руке тиски. По верхнему клину ударяют молотком, и керн выходит из буксы. Поврежденный керн заменяют новым. Устанавливают его в буксу с помощью оправки с внутренним диаметром, немного меньшим, чем диаметр керна, легкими ударами молотка.

Ремонт и установка подпятников. Подпятник является опорной частью, на которую опирается (удерживается) керн. Его изготавливают из искусственного агата или других твердых камней и заменяют, если он имеет трещины или шероховатости. Ударами молотка по выколотке выкрашивают поврежденный подпятник и на его место после развальцовки кромки посадочного гнезда устанавливают новый. После установки подпятника кромки углубления авальцовывают вручную или на часовом станке.

Замена стальных пружин. Пружину со временем теряют свои упругие свойства и не возвращают стрелку в нулевое положение. Старую пружину удаляют и заменяют аналогичной новой. Внутренний конец пружины зачищают, удерживая его в пинцете, и облуживают. Пружину 4 припаивают к неподвижному пружинодержателю 6 паяльником (рис. 21). Пружину устанавливают в паз шаблона 5, отстоящего от основания приспособления 1 на толщину пружинодержателя, обеспечивая надежное зацепление. Конец керна 2 защищен колпачком 3.

Уравновешивание подвижной части достигается передвижением грузиков, установленных на усиках стрелки.

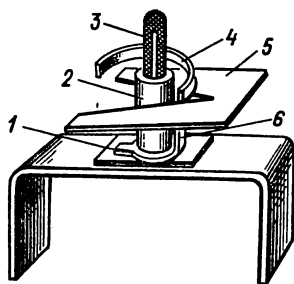


Рис. 21. Припайка пружины

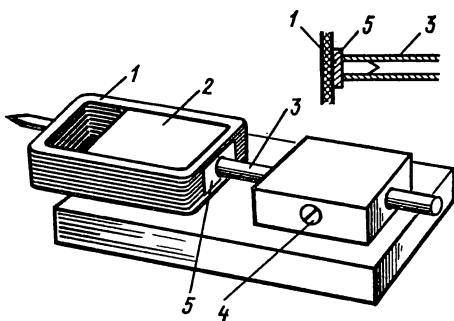


Рис. 22. Приспособление для приклеивания бус к катушкам:

1 — катушка, 2 — оправка, 3 — пуансон, 4 — винт, 5 — буска

Добиваются такого положения грузиков, чтобы стрелка оставалась на нуле при любом положении прибора.

Ремонт стрелок. Погнутые стрелки аккуратно выпрямляют рукой или пинцетом. Трубчатые стрелки в местах перелома соединяют с помощью стержня и клея БФ. Концы стрелок расплющивают до толщины 0,1 мм и придают прежнюю форму. Новые стрелки изготавливают из дюралюминия.

Ремонт катушек, шунтов и добавочных сопротивлений. В случае повреждения изоляции проводов и невозможности обнаружения места и ремонта изоляции катушку изготавливают вновь, сохранив количество витков, размеры, марку и диаметр провода. Чаще всего используются медные провода марок ПЭЛ, ПЭВ, ПЭТ. Катушки наматывают на специальном намоточном (настольном) станке либо на каркас, либо на разъемный шаблон (если катушка бескаркасная). Провода укладывают друг к другу рядами. Каждый слой покрывают лаком ГФ-95 или бакелитовым. На рис. 22 показано приспособление для приклеивания бус к катушкам. Катушку 1 располагают на оправке 2. В пуансон 3 вставляют буску 5, смазанную клеем БФ. Этим же клеем смазывают и катушку в том месте, где устанавливается буска. Надавливая на пуансон, прижимают буску к катушке, пуансон закрепляют винтом 4 и так сушат в термостате. Аналогично приклеивают и вторую буску.

Катушки добавочных сопротивлений индуктивности наматывают обычно на каркас из термореактивной пластмассы. Для изготовления шунтов используют, как правило, манганиновый провод марки ПЭМС или ПЭШОММ.

Изготовление шкал. Старую шкалу снимают с подшкальника, выполненного из немагнитного материала, путем отмачивания в холодной воде или прогреванием при температуре 80—100° в термостате, если шкала приклеена. Из плотной бумаги вырезают по форме новую шкалу, приклеивают к подшкальнику, ставят под пресс и проглаживают горячим утюгом. Далее опиливают края выступающей бумаги. Ворсинки обжигают. Шкалу укрепляют на приборе и градуируют по эталонному прибору. Наносят с помощью гуши и рейсфедера цифры и знаки, регулируя ток реостатом или потенциометром.

Ремонт защитных стекол. Разбитое стекло заменяют новым, которое изготавливают следующим образом. Из полированного оконного листового стекла алмазом вырезают по чертежу защитное стекло нужной формы с отклонениями на 1—1,5 мм от больших заданных размеров. Чтобы со стекла снять внутренние напряжения, его несколько минут кипятят в воде или масле. Чтобы избежать при протирании стекол тканями появления электростатических разрядов, рекомендуется стекло с внутренней стороны защитить тонким глицерино-желатиновым слоем, который после высыхания покрывают прозрачным цапонлаком.

Стекло укрепляют металлическими пружинящими планками, а при их отсутствии замазкой, состоящей из 62% гипса, 25% бакелитового лака и 13% черной эмалевой краски. Старую замазку предварительно удаляют, прогревая места замазки до температуры 100—130 °С паяльником.

Ремонт корпусов. Коррозию и вмятины на металлическом корпусе по возможности устраняют. Восстанавливают окраску, проверяют резьбы выводных контактов и в случае необходимости дефекты ликвидируют.

Ремонт и регулировка электрических счетчиков. При необходимости проверки или частичного ремонта производят разборку счетчика.

Сначала осторожно снимают кожух и счетный механизм, затем вынимают верхний и нижний подпятники и диск. Электромагнитную систему снимают только в том случае, если необходим ремонт или перемотка катушки. Счетный механизм тщательно промывают в специальном растворе и просушивают.

Далее счетчик проверяют. Дадим пример проверки счетчика.

Имеем однофазный счетчик 220 В. На щитке счетчика указано передаточное число A , равное 1250 об/диска, при

котором показания изменяются на 1 кВт·ч. Определяем постоянную счетчика C , которая показывает количество израсходованной энергии за один оборот диска:

$$C = \frac{3600 \cdot 1000}{A} = \frac{3600 \cdot 1000}{1250} = 2880 \text{ Вт} \cdot \text{ч/об},$$

тогда расход энергии W (Вт·ч) за промежуток времени t , измеренный секундомером, будет

$$W = Cn,$$

где n — число оборотов диска за время t . Отсюда мощность P (Вт) счетчика

$$P_{\text{сч}} = \frac{W}{t} \text{ Вт}.$$

Одновременно последовательно включенным образцовым ваттметром замеряем мощность $P_{\text{вт}}$. По полученным результатам определяем погрешность (в %)

$$\eta = \frac{P_{\text{сч}} - P_{\text{вт}}}{P} 100.$$

В случае погрешности, выходящей за пределы класс точности, счетчик проверяют, регулируют и ремонтируют

§ 13. Проверка, ремонт и наладка реле

Электрическим реле называется коммутационное устройство, предназначенное производить скачкообразные изменения в управляемых цепях при заданном значении электрических воздействующих величин. Под воздействием входной понимают электрическую величину, подаваемую в электрическую цепь управления реле. Реле имеет в общем случае следующие составные части:

воспринимающую — часть реле, воспринимающая входные воздействующие величины (ток, напряжение) и превращающая их в удобные для дальнейшего преобразования;

преобразующую — часть реле, преобразующая род тока, характер изменения во времени электрических величин или вид энергии в удобный для сравнения;

сравнивающую — часть реле, осуществляющая сравнение преобразованных величин и обеспечивающая дискретную (скачкообразную) величину на выходе;

исполнительную — часть реле, осуществляющая скачкообразные изменения состояния управляемых электрических цепей;

замедляющую — часть реле, обеспечивающая требуемую выдержку времени;

регулирующую — часть реле, предназначенная для регулирования уставки.

Действие реле многих типов основано на тех же принципах (магнитоэлектрическом, электромагнитном и индукционном), что и измерительные приборы. Но кроме этого существует большая группа других реле: тепловых, механических и т. д.

Основные группы реле следующие:

первичные прямого действия (расцепители), воспринимающая часть которых включается в цепь защищаемого электрического устройства; встраиваются непосредственно в автоматические выключатели (АП-50, АЗ700, АВМ и др.) и магнитные пускатели. Расцепители разделяются на электромагнитные, тепловые и комбинированные и характеризуются током уставки — наименьшим значением тока, при котором расцепитель срабатывает;

вторичные, у которых воспринимающая часть включается через трансформатор тока и напряжения, разделяются на реле прямого действия, основанные на электромагнитном принципе работы и встраиваемые в приводы выключателей (ПП 67), и косвенного действия, исполнительная часть которых воздействует на привод выключателя помощью оперативного тока. В эту группу входят многоэлементные типы реле: тока, напряжения, времени, промежуточные, сигнальные и др.

Реле должно быть надежным, обеспечивающим безаварийную работу электрических установок.

Проверять и наладивать реле рекомендуется в лаборатории, используя специальные электрические устройства. Проверку реле начинают с внешнего осмотра: проверяют наличие пломб, целостность кожуха и плотность прилегания его к цоколю, состояние уплотнений, очистка реле.

После снятия кожуха приступают к внутреннему осмотру: очищают детали, проверяют затяжку винтов, гаек, крепящих пружин, контакты, подпятники, магнитопроводы; проверяют надежность внутренних соединений; регулируют механическую часть реле; контакты тщательно очищают и полируют воронилом (пользоваться надфилем или абразивными материалами нельзя).

Далее измеряют сопротивление изоляции мегаомметром 1000 В между электрическими частями реле и корпусом, которое должно быть не менее 10 МОм, проверяют уставки. Если обнаружены дефекты, выходящие за воз-

возможность устранения их в лаборатории, реле заменяют новым.

Схемы проверки реле должны быть простыми и безопасными. Ниже в виде примера приводятся некоторые из них.

Тепловое реле (вторичное прямого действия) РТП, встроенное в магнитный пускатель (рис. 23, а, б, в). Проверку тепловых расцепителей ТР выполняют по схеме рис. 23, в.

Разборку реле (рис. 23, б) производят в такой последовательности. Отвинтить винты 3, снять шайбы, крышку 4 и нагреватель 9. Вынуть из корпуса две планки. Снять пружину 10, ушко 11 и кнопку 5. Снять пружину 15 и венец 13, 14. Вынуть ось 16, вывернуть винт, снять скобу и контактный мостик 17. Вывинтить четыре винта 18, снять шайбы 19, 20, планку 22 и контактные пластины 21, 23. Вывинтить винты, снять упор 12, вынуть ось 6, снять термоэлемент 8 в сборе и охладитель 7.

Очистить детали от загрязнений. Осмотреть и проверить штангенциркулем износ поверхности контактного мостика, который при износе до 0,5 мм бракуется. Незначительное обгорание или брызги металла на поверхности контактов счищают надфилем. Контактные пластины заменяют новыми, если контактная поверхность изношена на 50%, повреждена резьба.

Термоэлемент (рис. 23, а) заменяют новым, если выгорел или деформировался термобиметалл 1, оборвались жгуты провода 2 в местах приварки.

После сборки реле и устранения дефектов следует проверить сопротивление изоляции между входом и выходом каждого полюса при разомкнутых контактах, которое должно быть не менее 10 МОм; испытать электрическую прочность изоляции, которая должна выдержать 2500 В в течение 1 мин, не создавая пробоя изоляции или перекрытия по поверхности; проверить время срабатывания реле при $I = 1,21 I_n$, которое не должно превышать 20 мин; проверить величину раствора контактов, которые должны быть не менее $(1 \pm 0,2)$ мм, и усилие нажатия на контактный мостик, которое должно быть не менее 1,80 Н.

Расцепитель минимального напряжения автоматических выключателей типа АВМ. Расцепитель (рис. 24, а) должен быть отрегулирован так, чтобы при снижении напряжения до 30% номинального и ниже он отключал бы выключатель, а при напряжении 50% и выше — нет.

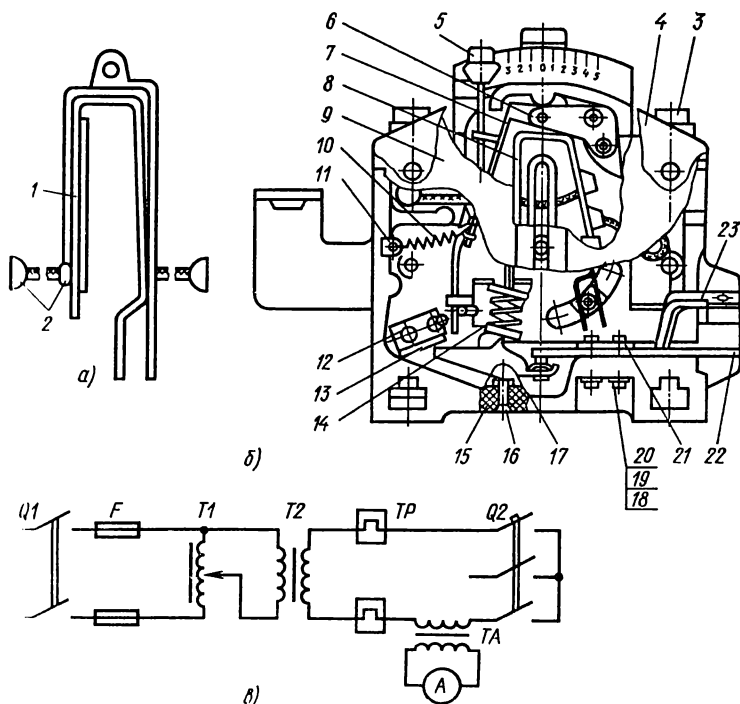


Рис. 23. Тепловое реле ТРП:
 термозлемент; б — общий вид, в — схема проверки реле; $T1$ — автотрансформатор, F — предохранитель, $T2$ — трансформатор 220/12(36) В, TP — тепловое реле, $Q1$ и $Q2$ — выключатели, TA — трансформатор тока

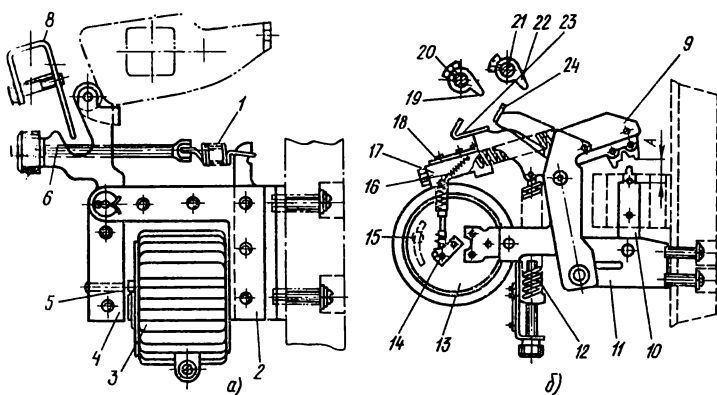


Рис. 24. Расцепители автомата АВМ минимального напряжения (а) и максимального тока (б)

Регулировка срабатывания расцепителя производится натяжением пружины 1 и регулировочным винтом 7

Зазор между ярмом 4 и сердечником 2, который образуется выступающей частью заклепки 5, у расцепителей постоянного тока должен быть 0,4—0,5 мм. Зазор между бойком 6 ярма и скобой отключающего валика 8 при притянутом ярме должен быть 1,5—2,5 мм. Зазор регулируется подгибом скобы. При отключенном выключателе между ярмом и сердечником должен быть зазор 0,4—0,8 мм. Для смены или ремонта катушки 3 расцепителя нужно отсоединить провода, снять пружину, ярмо и после этого катушку. После смены катушки регулировочным винтом отрегулировать натяжение пружины и напряжение срабатывания расцепителя.

Расцепитель максимального тока автомата АВМ. Регулирование тока срабатывания максимального расцепителя производится изменением натяжений пружины (рис. 24 б). Для нормальной работы максимального расцепителя необходимо проверить раствор между ярмом 9 и сердечником 10 магнитной системы. Необходима такая длина тяги часового механизма 13, чтобы угол A был равен 45° и метка на колодке 14 находилась напротив метки на корпусе часового механизма, а при отжимании скобы 17 получился бы некоторый зазор и метка на колодке совпала с меткой на корпусе часового механизма; при выходе из зацепления часового механизма между бойком 24 и кулачком 22 отключающего валика 20 и 21 нужен зазор 1—1,5 мм.

В момент отключения выключателя максимальным расцепителем через рычаг отключающего валика должен оставаться зазор 1,5—2 мм между бойком 23 и кулачком 19. Регулировка зазора осуществляется поворотом кулачков 19 и 22 на отключающих валиках 20 и 21. Отключение выключателя максимальным расцепителем должно наступить раньше, чем ярмо 9 дойдет до упора 11 на сердечнике 10.

Независимый максимальный расцепитель выключателя «Электрон» (унифицированный). Расцепитель (рис. 25, а) имеет изоляционный корпус 1, катушку 2, ярмо, на котором закреплена катушка, два сердечника, между которыми находится подвижное ярмо 6, валик 7, толкатель 5, упор толкателя 9, пружина 8, связанная с ярмом 11, скоба 3, пружина толкателя 10, пластина 4. У расцепителя в исходном положении ярмо 6 оттянуто пружиной 8 и к сердечникам не прилегает. При подаче напряжения на катушку расце

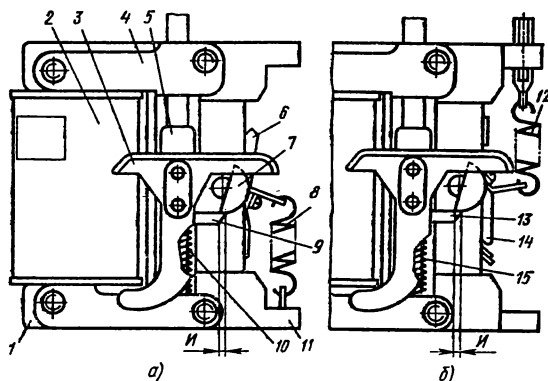


Рис. 25. Расцепители автомата «Электрон»:
 а — максимальный токовый, б — минимального напряжения

шителя от полупроводникового блока МТЗ ярмо преодолевает натяжение пружины 8 и притягивается к сердечнику. При повороте ярма поворачивается валик 7, освобождая упор толкателя 9. Толкатель 5 при перемещении вверх под действием пружины 10 поворачивает отключающий валик, и выключатель отключается.

Расцепитель минимального напряжения выключателя «Электрон». Расцепитель имеет ярмо 14 (рис. 25, б), которое в исходном положении притянуто к сердечникам, так как катушка 2 находится под напряжением, будучи подключена к выводам со стороны питания. При снижении напряжения в защищаемой цепи до 0,7 номинальной величины пружина 12 оттягивает ярмо от сердечника, освобождает упор толкателя 13 путем поворота валика. Толкатель при перемещении вверх под действием пружины 15 выключает выключатель. Необходимо проверять зацепление И, которое должно быть в пределах 0,7—1 мм.

Расцепитель максимально-токовой защиты (МТЗ). Расцепитель состоит из датчика тока (для переменного тока — трансформатора тока), блока сопротивления, полупроводникового блока и расцепителя МТЗ. Реле откалиброваны на заводе-изготовителе на определенную уставку по току и времени.

Блок МТЗ не срабатывает и выключатель не отключается по одной из следующих причин: нарушен контакт в цепи от датчика до блока МТЗ, неисправны трансформаторы тока, обрыв или витковое замыкание катушки макси-

мального расцепителя, неисправность блока МТЗ, нарушение регулировки расцепителя с отключающим валиком. Возможные неисправности:

зацепление *И* упора 9 толкателя за валик 7 мало — необходимо установить зацепление 0,7—1,0 мм (рис. 25, б);

при включении минимальный расцепитель отключает выключатель при нормальном напряжении — необходимо проверить цепь катушки и восстановить контакт;

при нажатии на кнопку включения электропривод не работает — проверить цепь управления приводом:

ядро реле не притягивается — проверить исправность катушки;

выключатель не отключается при срабатывании одного из расцепителей — довести зацепление *И* до нормы, проверить катушки расцепителей.

Расцепители максимального тока автомата проверяют током нагрузки, присоединив автомат к нагрузочному трансформатору НТ-10 (или аналогичного) и постепенно увеличивая ток нагрузки до срабатывания расцепителя. Трансформатор рассчитан на ток до 10 кА при напряжении 2—4—8 В и мощности 50 кВ·А.

Все обнаруженные дефекты подлежат устранению или ремонту.

Реле минимального напряжения мгновенного действия РНМ с выдержкой времени РНВ и максимального тока мгновенного действия РТМ с выдержкой времени РТВ. Они являются вторичными реле прямого действия, встраиваемыми в привод, в частности ПП-67.

При осмотре и ремонте проверяют состояние сердечников, ударников, на которых не должно быть вмятин, глубоких рисок и деформаций. Если таковые есть, их устраняют шлифованием. Проверяют наличие осевых люфтов, которые устраняют регулировочным винтом. Проверяют состояние пружин и механизмов выдержки времени. Неисправные пружины заменяют. Проверяют и испытывают изоляцию обмоток реле. Проверяют места креплений, ослабленные винты подтягивают. Проверяют четкость и безотказность работы реле при различных уставках тока, напряжения и времени.

Реле вторичные косвенного действия тока РТ и напряжения РН (рис. 26). Проверка реле включает:

внешний осмотр, который сводится к очистке от пыли и грязи, проверке наличия пломб, маркировки, плотности прилегания кожуха реле к цоколю, целостности стекол;

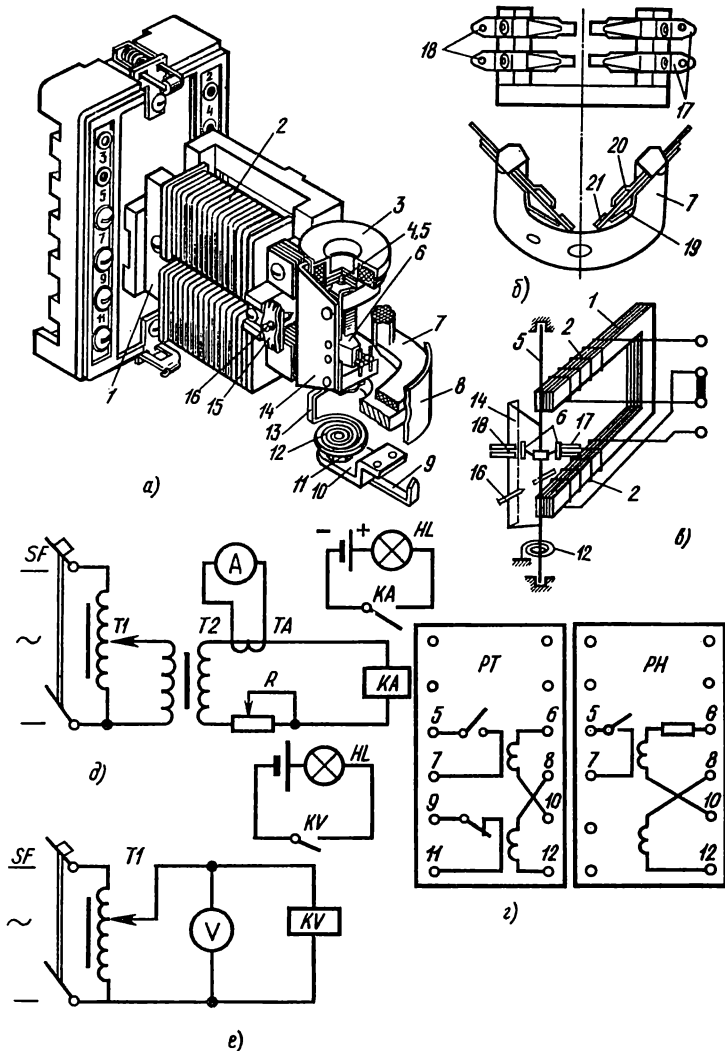


Рис. 26. Реле вторичные косвенного действия тока РТ и напряжения РН: а — общий вид, б — неподвижные контакты, в — схема устройства реле, г — схема соединений, д — схема испытания реле РТ, е — то же, реле РН; SF — автомат, Т1 — автотрансформатор, Т2 — трансформатор ОО-0,25, КА — реле тока, KV — реле напряжения, ТА — трансформатор тока, R — реостат, HL — сигнальная лампа

внутренний осмотр (при необходимости), при котором проверяют отсутствие пыли и посторонних частиц, осмотр деталей, крепление винтов, гаек, неподвижных контактов (17, 18), состоящих из заднего гибкого упора 19, переднего упора 20 и бронзовой пластинки с серебряной напайкой 21.

Проверяют трение работы механизма, для чего надо установить указатель на первую уставку шкалы 8 и повернуть ярмо 14 в сторону магнитопровода 1, при этом размыкающие контакты должны разомкнуться, а замыкающие — замкнуться. Отпущенная подвижная система должна четко вернуться в исходное положение.

Определяют надежность фиксации упоров (левый упор 16), положение спиральной пружины 12 и крепление ее к хвостовику 13 ярма 14. Проверяют надежность затяжки гайки, обеспечивающей необходимое трение при перемещении указателя 9 по шкале 8. Контактные поверхности (подвижные 6 и неподвижные 17 и 18) очищают воронилом и протирают чистой тряпкой. Пользоваться для этой цели надфилем, бензином или касаться поверхности контактов руками запрещается! Ход контактов до замыкания не должен быть больше 2,5 мм. Угол поворота контактного мостика определяется упорами 16, имеющимися на ярме, и может изменяться посредством подгибания упоров.

Проверяют целостность обмоток 2 и сопротивление изоляции, которая должна быть 50 кОм. Электрическая прочность изоляции должна выдержать 1000 В, 50 Гц в течение 1 мин без перекрытия и пробоя. Проверяют ток (напряжение срабатывания, коэффициент возврата), пользуясь заводской документацией.

При необходимости и невозможности устранить дефекты подвижной системы, при значительных разбросах тока или напряжения (более 5%) от заданных уставок реле следует разобрать, соблюдая следующие правила.

Реле устанавливают в строго вертикальном положении и выводят указатель шкалы влево за начальную уставку. При повороте указателя на 20—30° влево от первой точки шкалы при затирании подвижной системы, загрязнении или неисправности подпятника или концов оси 5 переход подвижного мостика происходит вяло или с рывком. При разборке отсоединяют провода, идущие к неподвижным контактам, отвертывают два винта и снимают шкалу и подшкальник. Отпаивают наружный конец спиральной пружины от хвостовика и снимают со стойки подвижную систему. Ослабляют стопорные винты, крепящие верхнюю и ни-

жнюю полуоси, опускают верхнюю полуось 4, а нижнюю поднимают, после чего подвижная система легко вынимается. Отвертывают два винта и снимают пружинодержатель 10 с укрепленными на нем указателем и пружиной.

Отвертывают гайки М5, снимают шкалы и вынимают из отверстия в пружинодержателе фасонный винт с шестигранной втулкой 11 и укрепленной пружиной.

Осматривают полуоси реле. Стальную шпильку, запрессованную в латунный цилиндр, очищают от грязи и полируют; поверхность стальной шпильки не должна иметь следов ржавчины, царапин или выбоин. Проверяют соосность латунного цилиндра и стальной шпильки, для этого латунный цилиндр зажимают в патроне ручной дрели и при вращении наблюдают за биением шпильки.

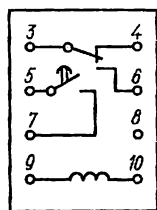
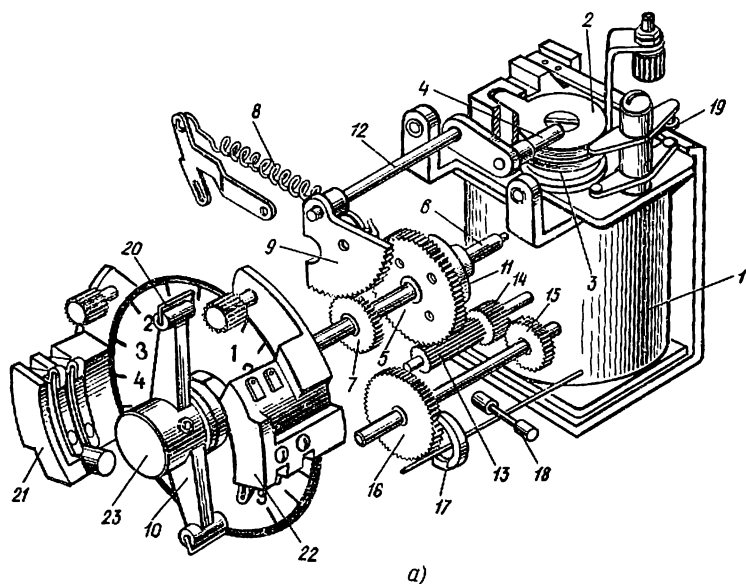
Очищают отверстия для полуосей в латунной П-образной скобе. Полочка ярма должна быть параллельна П-образной скобе и иметь ровный изгиб на всем своем протяжении. Проверяют надежность крепления гасителя колебаний 3 к латунной скобе и изоляционной колодки 7 с подвижным контактом к ярму; надежность закрепления внутреннего конца спиральной пружины в шестигранной втулке. Проверяют, с достаточным ли трением поворачивается шестигранная втулка на фасонном винте. Чистку подвижных и неподвижных контактов выполняют кусочком дерева твердых пород или кожей. Подгоревшие или имеющие выбоины контакты зачищают и полируют воронилом. Пользоваться надфилем, наждачной бумагой или другими абразивными материалами нельзя! Кроме того, недопустимо промывать контакты ацетоном или бензином, так как они образуют плохо проводящий налет.

После сборки и всех испытаний следует отрегулировать уставку реле по току (рис. 26, *д*) и уставку по напряжению (рис. 26, *е*). Пользуются реостатом 5—10 Ом и лампой 3,5 В, 1 Вт. Срабатывание реле определяют по лампе, возврат — на слух в момент остановки ярма.

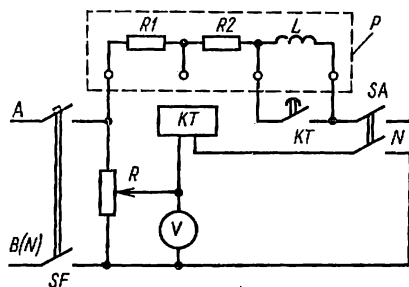
Реле времени ЭВ-200. Внешний и внутренний осмотр состояние контактов выполняют, как это описано для реле РТ и РН.

Траверса 10 (рис. 27) подвижных контактов 20 должна быть надежно закреплена стопорным винтом 23. На выходной оси 6 часового механизма 16—18 должны быть закреплены колодки на подвижных контактах фиксирующими винтами. Зазор между ярмом и заводным рычагом часового механизма при притянутом ярме и замкнутых на максимальной установке контактов должен быть 0,5—1 мм. За-

зор между мгновенными контактами 19 должен быть не менее 1,5 мм. Регулируют зазор подгибанием неподвижных контактных пластинок. Прогиб пластинки переключающего мгновенного контакта должен быть таким, чтобы после замыкающего контакта ярма проходил еще 0,8—1,2 мм, что соответствует контактному нажатию 0,12—0,18 Н. Провал неподвижных контактов, замыкающих с выдержкой времени, должен быть на любой уставке не менее 0,4 мм. Возвратная пружина должна четко возвра-



б)



в)

Рис. 27. Реле времени ЭВ-200:

а — общий вид, б — электрическая схема реле, в — схема проверки

часовой механизм до упора. В случае необходимости регулируют натяжение пружины.

Исходное положение механизма реле показано на рис.

а, когда ведущая пружина 8 растянута (заведена) и удерживается в таком положении тем, что палец 4 упирается в верхнюю часть ярма 2. Палец соединен с пружиной осью 12 и зубчатым сектором 9. При подаче напряжения на обмотку реле 1 ярмо, втягиваясь, сжимает пружину 8 и освобождает палец, зубчатый сектор начинает поворачиваться, вращая сцепленную шестерню 7 и ось 6 вместе с контактной traversой 10.

Проверяют надежность сцепления остальных деталей механизма — ведущей шестерни 5, храповой шестерни 11 — пружиной, промежуточных шестерен 14, 13 и 15, связанных с часовым механизмом, путем 10-кратного запуска реле и визуального осмотра шестерен.

Выдержка времени реле устанавливается подбором расстояния между начальным положением подвижного 20 и неподвижного 21 контактов или проскальзывающими контактами 22, которые для измерения уставок можно перемещать по шкале. Проверяют действие контактов мгновенного действия 19.

Далее реле подвергают проверке электрических характеристик. Измеряют сопротивление изоляции обмотки при опущенном и втянутом ярме (нажать на хвостовик ярма). Проверяют электрическую прочность изоляции и работу часового механизма. Время срабатывания реле определяют по электрическому секундомеру, включенному по схеме, данной на рис. 27, в. Секундомер имеет две шкалы 0—1 с и 1—10 с с ценой деления 0,01 с. Перед измерением включают выключатель SA, затем подают в обмотку реле KT напряжение, включив рубильник SF. Секундомер P устанавливают на 0, запускают его. Секундомер работает, отсчитывая секунды до шунтирования его обмотки контактом KT реле, при заданном направлении, устанавливаемом реостатом R. Напряжение подают плавно и «толчком». Проверяют шкалу реле до минимальной, максимальной и заданной уставки.

При проверке и наладке реле пользуются заводской документацией (техническое описание, инструкция по эксплуатации).

Разброс времени срабатывания проверяют по максимальной отметке шкалы. Продолжительность замкнутого состояния проскальзывающего контакта регулируют. Если при проверке шкалы оказывается, что время на макси-

мальной уставке выходит за «+» или «-» допускаемого, необходимо отрегулировать и затянуть гайку, крепящую шкалу.

Промежуточное реле РП-341 (рис. 28). Сердечник должен быть установлен так, чтобы ярмо свободно вращалось на оси и в притянутом положении упиралось в немагнитную прокладку и полюс сердечника с катушкой. Зазор между ярмом и полюсом сердечника со стороны оси вращения ярма должен быть 0,1—0,2 мм при притяннутом ярме (проверяется щупом). Установку положения сердечника производят перемещением его вверх или вниз при отпущенных винтах, крепящих сердечник к скобе. Нажатие подвижного контакта на неподвижный должно быть 0,12—0,18 Н, а каждой подвижной контактной пластины замыкающего контакта на толкатель — не менее 0,08 Н. Провал контактов при нормальной мощности должен быть не менее 0,3 мм. При опущенном ярме зазор между угольником и подвижной пластиной переключателя контакта нормальной мощности должен быть 0,5—0,8 мм, а между замыкающими контактной нормальной мощности — не менее 0,6 мм.

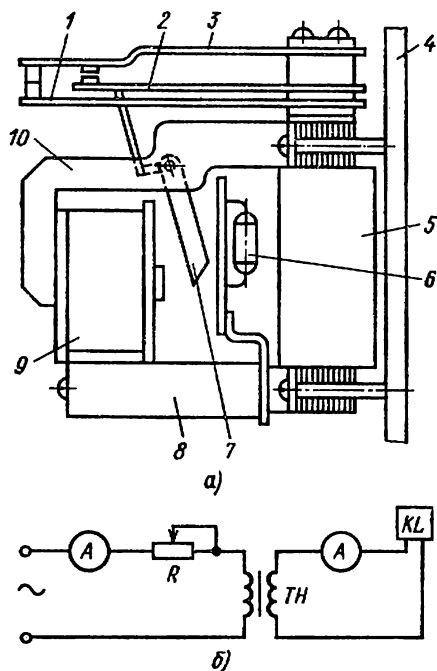


Рис. 28. Промежуточное реле РП-341:

а — общий вид, *б* — схема регулировки; 1, 2 и 3 — контакты, 4 — основание, 5 — быстронасыщающийся трансформатор, 6 — выпрямитель, 7 — ярмо, 8 — конденсатор, 9 — обмотка реле, 10 — сердечник, *R* — реостат, *TH* — трансформатор нагрузочный, *KL* — реле

Межконтактный зазор усиленного замыкающего контакта должен быть 1,5—2 мм, размыкающего контакта — не менее 2 мм. Для обеспечения переключения без разрыва цепи усиленных замыкающего и размыкающего контактов должен быть зазор 0,5—0,8 мм между угольником и подвижной контактной пластиной размыкающего контакта в момент замыкания замыкающего контакта. Регулировку при необходимости осуществляют подгибанием угольника, укрепленного на толкателе.

Нажатие усиленного замыкающего контакта после замыкания должно быть не менее 0,5 Н, а нажатие усиленного размыкающего контакта при опущенном ярме — не менее 0,3 Н. Регулировку межконтактных зазоров выполняют подгибанием «язычка» хвостовика ярма, подрегулировки зазоров — подгибанием неподвижных контактных пластин места закрепления их в колодках (расстояние от места изгиба до колодки должно быть 3—8 мм, радиус изгиба при этом не менее 2 мм). При обесточенном реле хвостовик ярма должен упираться «язычком» в сердечник. Проверяют ток срабатывания и возврата по схеме рис. 28, б и при необходимости регулируют подгибанием переднего хвостовика скобы ярма, упирающегося в сердечник. Проверяют надежность работы контактов при максимальном токе короткого замыкания и дешунтирования электромагнита отключения. Для испытания используют нагрузочный трансформатор мощностью 500 В·А.

Реле газовое РГЧЗ-66. При внешнем осмотре проверяют целостность корпуса, плотность крепления: крана на крышке реле, проходных втулок, пробки в нижней части корпуса. Проверяют целостность смотровых стекол и проходных изоляторов, наличие и состояние прокладок между фланцами реле и трубопроводом, под крышкой реле и коробки зажимов. При внутреннем осмотре проверяют надежность крепления чашек, пластины скоростного элемента, упоров, ограничивающих ход чашек, экранов, контактных пластин токопроводов. Проверяют соблюдение расстояния между подвижными и неподвижными контактами 2—2,5 мм, люфты всех осей реле, которые не должны превышать 0,5 мм. Нажатием рукой на соответствующий элемент реле проверяют легкость хода и отсутствие заедания. Если зазор между рычагом и дном чашки недостаточен, то не будет замыкания подвижного контакта с неподвижным, в этом случае рычаг надо немного выгнуть вверх. При проверке элементов реле от руки одновременно проверяют

совместный ход контактов, равный 2 мм. После осмотра: реле промывают чистым трансформаторным маслом.

Проверяют усилие размыкания контактов с помощью граммометра, которое должно быть в пределах 0,25—0,3 Н, совместный ход контактов (2—2,5 мм). Проверяют на срабатывание при скоплении определенного объема газа в верхней части реле, наблюдаемого через сигнальное стекло, и при полном исчезновении масла из реле (отключающий элемент).

Для промежуточного реле магнитная система должна быть так отрегулирована, чтобы зазор между ярмом и сердечником не превышал 0,06 мм при притянutom ярме. Проверяют работу магнитной системы контактов, магнитного выключателя, промежуточных реле. Подвижная система контактов должна четко срабатывать при 0,85 величины номинального напряжения. Такого срабатывания не получается при завышенном зазоре между ярмом и сердечником или увеличенном числе витков катушки.

Для тепловых реле должно быть четкое срабатывание при токе $1,5 I_{ном}$ с выдержкой времени 20 мин, при токе $1,2 I_{ном}$ и в течение часа при токе $1,05 I_{ном}$. Время возврата реле должно быть не более 3 мин после его отключения.

Подумайте и ответьте

1. Для чего предназначены измерительные трансформаторы?
2. Каковы основные повреждения измерительных приборов и как их устраняют?
3. Что такое реле и какие характерные отличия между ними?
5. Как проверяют работу различных реле?

ГЛАВА IV

РЕМОНТ СПЕЦИАЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 14. Ремонт сварочного оборудования

Сварочное оборудование представляет собой переносную аппаратуру и поэтому при неаккуратном обращении при перевозках и перемещениях, особенно на строительных площадках, образуются вмятины металлических оболочек, крышек, козырьков, наблюдаются поломка колес, ручек, забоины, заусенцы ходового винта, износ трущихся деталей и повреждения других деталей и элементов.

При работе на воздухе без соответствующей защиты от дождя и снега, без периодического просушивания устройства изоляция обмоток и соединений отсыревает и последние выходят из строя. Частые и ненадежные подключения к сети, грязь и пыль приводят к подгоранию контактов.

Ремонт сварочного трансформатора ТД-500. Трансформатор (рис. 29, а), который длительное время не был

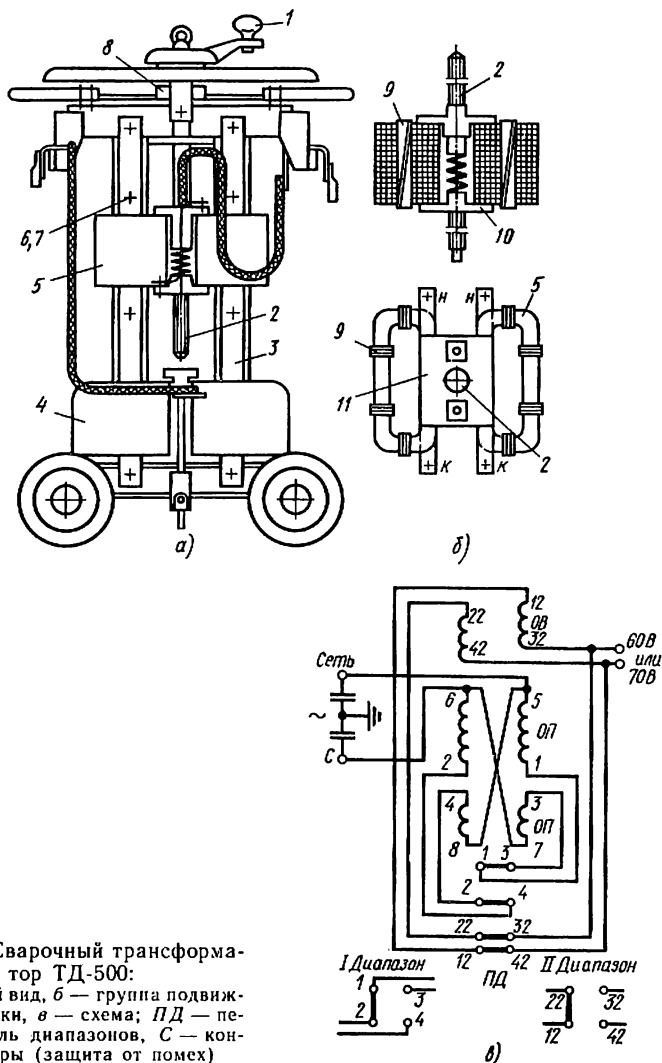


Рис. 29. Сварочный трансформатор ТД-500:

а — общий вид, б — группа подвижной катушки, в — схема; ПД — переключатель диапазонов, С — конденсаторы (защита от помех)

в употреблении, а также если было изменено место установки, необходимо очистить от пыли, продув его сухим сжатым воздухом и в доступных местах протерев чистой, мягкой ветошью. Проверить мегаомметром на 500 В сопротивление изоляции обмоток, которое должно быть не ниже 1 МОм. В случае снижения сопротивления изоляции трансформатор следует просушить обдувом теплого воздуха. Проверить наличие и целостность заземляющих контактов. Включать трансформатор без заземления не разрешается!

Проверить состояние электрических проводов и контактов и в случае необходимости подтянуть последние. Проверить целостность конденсаторов фильтра С защиты от радиопомех. Проверить и в случае необходимости очистить контакты и изоляционные части переключателя диапазона тока ПД от пыли и налета. Контактные поверхности переключателя после очистки смазать смазкой ЦИАТИМ-201. Все трущиеся части — ходовой винт 2, подпятники переключателя, поверхности магнитопровода в местах скольжения плоских пружин подвижных катушек 5 — каждые 6 месяцев следует смазывать тугоплавкой универсальной смазкой УТ-1.

Чаще всего при эксплуатации повреждаются обмотки трансформатора 4 и 5 (первичная ОП, вторичная ОВ). Витковое замыкание и повреждение изоляции между обмотками и корпусом сопровождаются сильным перегревом трансформатора, повышенным гудением и большой величиной тока холостого хода. Причиной гудения трансформатора может быть также ослабление болтов 6 и 7, стягивающих сердечник 3, ослабление винтов, крепящих кожух, нарушение крепления сердечника и механизма перемещения катушек. Повреждение изоляции в местах прохождения шпилек, нарушение изоляции между листами сердечника или нарушение контакта в соединениях приводят к местным перегревам.

В большинстве случаев для устранения указанных выше повреждений требуется полная или частичная разборка трансформатора, которая выполняется в такой последовательности: отключить трансформатор от сети; вывернуть винты крепления и снять рукоятки механизма регулирования 1 и переключателя; вывернуть болты крепления и снять кожух; снять переключатель диапазонов токов; снять токоуказательный механизм. Если необходимо снять ходовой винт, надо вывернуть винты, крепящие траверсу с угольником, стягивающим сердечник магнитопровода. Вращая рукоятку (временно надетой), вывернуть ходовой винт 2 из

ходовой гайки обоймы 10 и вместе с траверсой 8 вынуть из трансформатора. Чтобы снять катушки обмотки, скрепленные бандажами 9, необходимо разобрать верхнее ярмо сердечника.

При незначительных повреждениях изоляцию обмоток восстанавливают без съема катушек с сердечника. При значительных повреждениях, например при выгорании изоляции нескольких витков, катушки следует изготовить вновь, пользуясь заводской документацией. Лопнувшие пружины токопроводящих шин заменяют. Вмятины кожу-ха, срыв резьбы и другие механические повреждения устраняют вышеописанными способами.

Собирать трансформатор следует в порядке, обратном разборке. После сборки трансформатор необходимо испытать в соответствии с ГОСТ 95—77Е. Отсутствие повреждений и деформаций деталей проверяют внешним осмотром. Сопротивление изоляции обмоток на корпусе и между обмотками должно быть не менее 2,5 МОм. Электрическую прочность изоляции обмоток трансформатора относительно корпуса и между обмотками проверяют переменным током напряжением 2500 В в течение 1 м; междувитковую изоляцию проверяют переменным током при частоте 50 Гц в течение 1 м.

Ремонт сварочного преобразователя ПСГ-500-ІУЗ. Преобразователь (рис. 30, а) состоит из генератора, асинхронного двигателя и распределительного устройства с пускорегулирующей и контрольной аппаратурой и ходовой части.

С помощью разъема 1 (рис. 30, б) асинхронный двигатель преобразователя присоединяется к сети переменного тока. Выключателем 8 двигатель 7 включается в работу. Подстроечным сопротивлением 3 устанавливается режим работы генератора 6. Регулировочным реостатом 10 регулируется сварочный ток. От колодки зажимов 2 генератора подается питание к сварочному посту. Вольтметр 9 контролирует напряжение сварки.

Перед включением в работу осматривают преобразователь с целью выявления и устранения случайных повреждений; контакты заземления; болтовые соединения и токоведущие части, которые в случае ослабления подтягивают. Коллектор генератора должен быть покрыт политурой.

В случае обнаружения на коллекторе следов нагара необходимо установить причину их возникновения, а коллектор шлифовать мелкозернистой прессованной пемзой или мелкой стеклянной бумагой, натянутой на деревян-

ную колодку (см. § 23). Шлифовать коллектор наждачной бумагой категорически запрещается! Если между пластинами коллектора выступает слюда, что приводит к искрению и шуму щеток, следует осторожно выбрать слюду на глубину 1 мм способом, описанным в § 23, убрать образовавшиеся заусенцы с краев пластин и прошлифовать коллектор на ходу при поднятых щетках. Поврежденные или изношенные щетки следует заменить новыми той же марки, притереть их к поверхности коллектора, подложив полоску мелкой стеклянной бумаги стеклом к щетке. После притирки или шлифовки нужно вынуть образовавшуюся пыль.

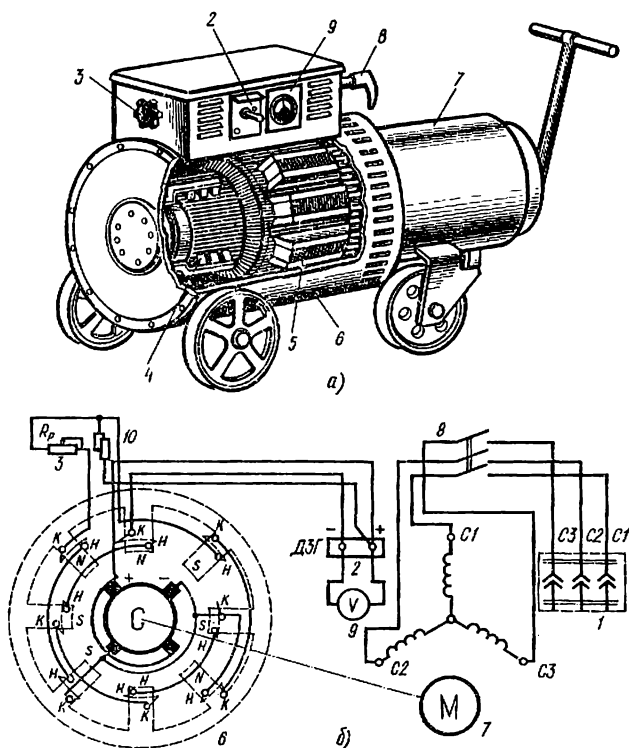


Рис. 30. Сварочный преобразователь ПСГ-500-1УЗ:
 а — общий вид, б — схема; 1 — колодка штепсельного разъема (схема), 2 — колодка зажимов генератора, 3 — сопротивление полустроение, 4 — щеточный механизм, 5 — сердечник полюса, 6 — генератор сварочный, 7 — двигатель трехфазный асинхронный, 8 — выключатель, 9 — вольтметр, 10 — регулировочный реостат

Проверяют также состояние подшипников и наличие в них смазки. Для замены смазки надо снять крышку подшипников, удалить загрязненную смазку, промыть бензином подшипники и наполнить гнезда подшипников свежей жировой смазкой марки 1-13 на $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ свободного объема.

Кроме того, проверяют сопротивление изоляции преобразователя. Чаще всего у преобразователя повреждаются обмотки статора или ротора электродвигателя или возникает короткое замыкание между фазами статора и на корпус.

Для генератора характерны повреждения коллектора, щеточного механизма, разрыв в цепи возбуждения или обмотки реостата возбуждения, короткое замыкание между витками якоря и другие характерные повреждения, которые обнаруживаются превышением температуры подшипников коллектора или обмоток, гудением преобразователя, искрением щеток; при включении преобразователь не проворачивается или при вращении генератор не дает напряжения.

В ряде случаев описанные неполадки могут быть устранены способами и приемами, описанными в гл. V, но для этого надо уметь правильно разобрать преобразователь.

Разборку начинают со съема подшипникового щита со стороны коллектора, для чего предварительно поднимают щетки, отсоединяют провода от траверсы и снимают крышку подшипника. Далее вывертывают болты, крепящие щит к станине, и после этого снимают щит с помощью двух болтов, ввернув их в резьбовое отверстие фланца щита. Аналогичным образом снимают подшипниковый щит со стороны статора.

Коллектор обертывают плотным картоном и перевязывают шпагатом, чтобы не повредить его поверхность при дальнейшей разборке. Далее с помощью съемника снимают подшипники с вала, вывинчивают болты, крепящие корпус статора к станине, и снимают статор. Вынимают якорь из машины, для чего на конец вала надевают трубу соответствующего диаметра и такой длины, чтобы за нее можно было поддерживать якорь до тех пор, пока значительная часть его не выйдет из машины. Между трубой и валом проложить прокладку из листовой меди (алюминия), чтобы не повредить вал. При этом еще раз особое внимание следует обратить на сохранность коллектора и лобовых частей обмотки при проходе якоря между полюсами.

Сборку отремонтированного преобразователя выполняют в порядке, обратном разборке, соблюдая следующие правила: посадку якоря и щита производят осторожно, не допуская перекосов; перед установкой крышек подшипников смазывают подшипники; все крепящие детали устанавливают на свои места и затягивают до отказа. Все прокладки и шайбы ставят на место. Порванные прокладки заменяют новыми.

После сборки нужно проверить вращение якоря, который должен легко проворачиваться поворотом от руки. Если он проворачивается с трудом или задевает за неподвижные части машин, то следует устранить дефект.

Ремонт сварочного выпрямителя ВДУ-504-IV3. Выпрямитель на управляемых полупроводниковых вентилях-тиристорах (рис. 31, а, б) по сравнению с мотор-генераторным преобразователем имеет ряд существенных преимуществ: проще по конструкции, более надежен, имеет высокий кпд и поэтому получил широкое распространение. Выпрямитель имеет мощность 40 кВт (сварочный ток 70—500 А при напряжении 18—50 В) и предназначен для однопостовой сварки в углекислом газе и под флюсом. Внешние характеристики выпрямителя могут быть падающими или жесткими. Регулирование сварочного тока осуществляется с пульта управления. Переключателем диапазонов достигается схема включения первичных обмоток силового трансформатора звездой (жесткая характеристика) или треугольником (падающая характеристика). Линейный дроссель сглаживает пульсации сварочного тока и уменьшает разбрызгивание металла. Дроссель имеет два вывода: 1 — соответствует падающим характеристикам, 2 — жестким (рис. 31). Магнитный усилитель является датчиком сварочного тока, обмотки которого соединены последовательно с однофазным выпрямительным мостом $V_в$ на вторичное напряжение трансформатора $T2$.

При техническом обслуживании необходимо произвести внешний осмотр для выявления случайных повреждений отдельных наружных частей и устранить замеченные дефекты, проверить заземление выпрямителя, направление вращения вентилятора, надежность крепления проводов и контактов, сопротивление изоляции. Один раз в 3 месяца проверить конденсаторы фильтра защиты от радиопомех. Поврежденные конденсаторы заменить новыми. Все трущиеся части смазать тугоплавкой смазкой. Через 1500—2000 ч работы заменить смазку ЦИАТИМ-201 в подшипниках электродвигателя вентилятора.

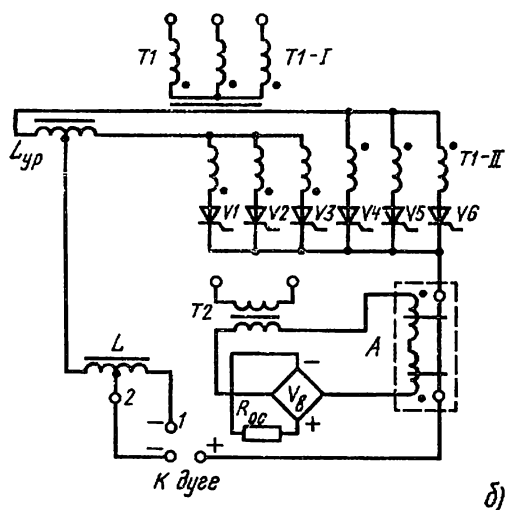
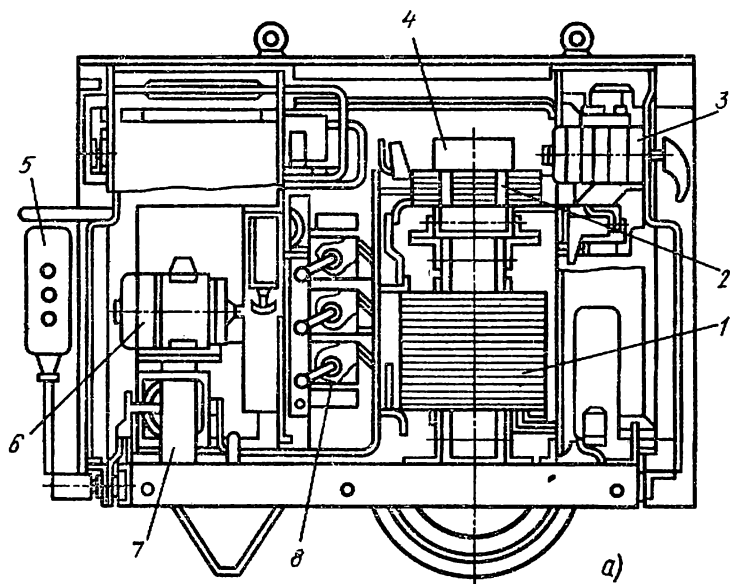


Рис. 31. Сварочный выпрямитель ВДУ-504-IVЗ:

a — общий вид, *б* — схема; 1 — силовой трансформатор ($T1$), 2 — уравнильный реактор (L_{yp}), 3 — переключатель диапазонов регулирования сварочного тока, 4 — трансформатор питания ($T2$) полуавтомата и подогрева газа, 5 — пульт управления, 6 — электродвигатель, 7 — магнитный усилитель (A), 8 — дроссель (L), V_a — выпрямительный мост, $V1-V6$ — тиристоры

При необходимости ремонта выпрямитель должен быть разобран в такой последовательности: снять переднюю и заднюю решетки выпрямителя с жалюзи; отсоединить провода, подключающие сварочный выпрямитель к сети и провода сварочной цепи; снять рым-болты и отвернуть винты, крепящие боковые листы кожуха выпрямителя; снять крышку и боковые листы кожуха выпрямителя; отвернуть винты, снять вилки разъемов и вынуть блок управления; снять двигатель вентилятора с крыльчаткой; снять блоки аппаратуры и защиты; снять ошиновку выпрямителя; снять сглаживающий дроссель и уравнивательный реактор; снять трансформатор; снять автоматический выключатель, пускатель и переключатель трансформатора.

В процессе эксплуатации возможны случаи, когда выпрямитель не дает напряжения или автоматически отключается. Это возможно, если не работает вентилятор или воздух засасывается не со стороны жалюзи, если вышел из строя один из вентилях выпрямительного блока. В этом случае надо проверить цепь управления двигателем вентилятора и устранить дефект. В трансформаторе возможны витковые замыкания в обмотках, нарушения изоляции листов сердечника и стягивающих шпилек. Для ремонта обмотки необходимо разобрать верхнее ярмо трансформатора, снять обмотки и устранить дефект или перемотать обмотки вновь. Армированные медью концы (провод обмоток алюминиевый) отрезать и после ремонта приварить или напрессовать.

Технология ремонта двигателя, трансформатора и пускорегулирующей аппаратуры описана в соответствующих главах. Проверку и ремонт электронной аппаратуры должен выполнять специалист, имеющий опыт по электронной технике.

§ 15. Ремонт электромагнитных устройств

Электромагнитные плиты. Электромагнитные плиты применяются для надежного и быстрого закрепления деталей из ферромагнитных металлов при обработке их на плоскошлифовальных, фрезерных и токарных станках. В процессе эксплуатации необходимо следить за состоянием обмотки электромагнитов, за тем, чтобы на них не попадала эмульсия.

Необходимы периодические замеры сопротивления и прочности изоляции обмоток плиты; периодический осмотр с целью выявления неисправностей преобразователя

переменного тока, устанавливаемого у станка и состоящего из трансформатора и выпрямительного устройства, выполняемого из полупроводниковых деталей (диодов). В случае обнаружения неисправностей в электрической системе плиты или источников ее питания последние подлежат ремонту. Диоды проверяют прибором (рис. 32), имеющим шкалу сопротивлений (например, Ц4313), определяя прямое и обратное сопротивление. При источниках питания 1,5 В прямое сопротивление равно 150—200 Ом (для Д226). При подключении диода обратной полярностью показание прибора будет равно бесконечности. Сопротивление пробитого диода, как в прямом, так и в обратном направлениях близко к нулю. При обрыве цепи в диоде прямое и обратное сопротивления равны бесконечности.

Проверяемый диод должен находиться под напряжением (220—250 В) в течение 1 мин. Значение обратного тока должно быть стабильным и не превышать 500 мкА.

Резистор $R2 = 5$ Ом необходим для защиты измерительного прибора на случай, если диод окажется закороченным. Реостатом регулируют напряжение. Неисправный диод необходимо заменить.

Если применены селеновые выпрямители, то следует знать, что при длительной эксплуатации, наличии влаги и механических повреждений они теряют свои свойства. Чтобы восстановить выпрямительные свойства, их надо формовать или заменить новыми. В последние годы селеновые выпрямители заменяют полупроводниковыми выпрямительными блоками БПВЗ-12. Эти блоки имеют стабильные показатели по току и напряжению, они устойчивы к вибрациям, допускают нагрев корпусов до 150 °С. Блоки собраны по односторовой схеме. При ремонте блоков, составленных из отдельных вентилях, в случае необходимости выполняют пайку (не допуская применения кислотных флюсов) паяльником 50—60 Вт с теплоотводом между местом пайки вывода соединительных проводов. Теплоотводом могут служить губки плоскогубцев, которыми при пайке удерживается вывод вентиля. Температура пайки не должна превышать 250 °С, время пайки не более 3 с, чтобы температура корпуса не превышала 110—130 °С.

Наибольшую опасность повреждения представляют обмотки катушек электромагнитной плиты, которые

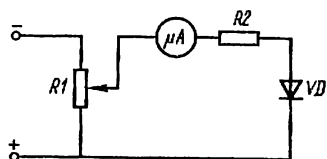


Рис. 32. Схема проверки диодов

могут быть повреждены от толчков, ударов и проникновения эмульсии. Исправность катушек проверяют испытанием их изоляции. Нагрев обмотки не должен превышать 80 °С.

Грузоподъемные электромагниты. Грузоподъемные электромагниты (ГЭ) работают в тяжелых условиях с относительной продолжительностью включения ПВ 50%, что приводит к нагреву обмоток. Резкие колебания температуры, удары корпуса приводят к повреждению обмоток. Ремонт грузоподъемных электромагнитов сложнее, чем их изготовление, поэтому на предприятиях, где число ГЭ невелико, организация специального участка по ремонту нецелесообразна.

Электромагниты осматривают для выявления возможных повреждений и проводят электрические испытания. При сопротивлении изоляции катушки электромагнита меньше 10 МОм ее сушат в электрической печи при температуре 180 °С. В процессе сушки сопротивление изоляции проверяют мегаомметром 500 В. Испытывают электрическую прочность изоляции напряжением 2500 В в течение 1 мин. При осмотре и испытаниях устанавливают причину выхода из строя электромагнита. Если обнаружено замыкание обмотки на корпус или междувитковое замыкание, электромагнит подлежит разборке и ремонту.

Фрикционные электромагнитные муфты. Фрикционные электромагнитные муфты (рис. 33) защищают машину от ударных нагрузок. При техническом обслуживании и ремонте проверяют степень нагрева дисков, закрепление их на валу для предотвращения осевых смещений. Проверяют легкость вращения муфты, четкость включения и отключения. Определяют степень изношенности щеток и в случае необходимости заменяют их, предварительно притерев их к контактным кольцам. Регулируют щеткодержатели. Очищают контактные кольца. Проверяют изоляцию катушек и электрическую прочность всех устройств после ремонта. Сопротивление изоляции обмоток, проверенное мегаоммет-

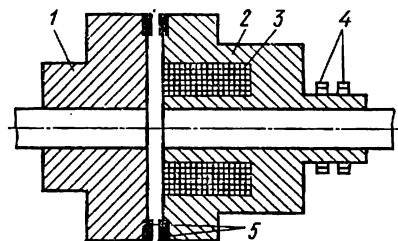


Рис. 33. Фрикционные электромагнитные муфты:
1 — ведущая часть, 2 — ведомая часть, 3 — катушка электромагнитная, 4 — контактные кольца, 5 — фрикционные диски

ром 1000 В, не должно быть ниже 0,5 МОм. Обмотки с меньшим показателем подсушивают в шкафу при 60—70 °С.

Электромагнитные тормозные устройства. Электромагнитные тормозные устройства получили на промышленных предприятиях широкое распространение для быстрой остановки механизмов (торможения), надежного удержания поднятого груза на мостовых кранах, подъемниках, лифтах. Некоторые типы тормозных электромагнитов представлены на рис. 34, а, б. Тормозные электромагниты питаются от сети переменного и постоянного тока, они бывают однофазные и трехфазные.

При техническом обслуживании и ремонте необходимо тщательно проверять плотность прилегания ярма 7 по всей поверхности соприкосновения с сердечником 2 (рис. 34, а). Если ярмо электромагнита тормозов не отпадает при обесточивании, надо проверить смазку (которая может загустеть и тормозит поворот) ярма и наличие магнитной прокладки, обеспечивающей зазор 0,5 мм. При неполном включении или междувитковом замыкании наблюдается гудение устройства — эту неисправность надо срочно устранить, чтобы не вывести из строя катушки. Проверяют крепление корпуса 3 и болтов узла крепления 4 катушек 5 и сердечника, регулируют ход ярма, который должен быстро втягиваться без ударов и во включенном состоянии плотно прилегать к сердечнику катушки. Регулируют ход электромагнита за счет перестановки сердечника на новые позиции. Перекосы устраняют регулировкой болтов, крепящих ярмо. Проверяют и добиваются свободного хода штока 9 в направляющих 11 и 12. Шпилька 8 должна быть надежно закреплена. Поршнем 10 регулируют ход штока. Проверяют контактную панель зажимов 1. Проверяют целостность корпуса 6. Нормальная работа электромагнита обеспечивается при 85% номинального напряжения.

Привод колодочного тормоза, состоящий из сердечника 18, катушки 19 и ярма 20 (рис. 34), воздействует непосредственно на одну из тяг, которая разжимает рычаги 15. Регулировка тормозного усилия осуществляется гайкой 16. Равномерность отхода колодок 14 регулируется болтом 21. При техническом обслуживании проверяют работу привода, механическую и электрическую часть, усилие колодок на шкив 13, достаточное для торможения последнего. Обнаруженные повреждения устраняют. Сопротивление обмотки катушки должно быть не менее 0,5 МОм, при меньшем сопротивлении катушку просушивают. После ремонта

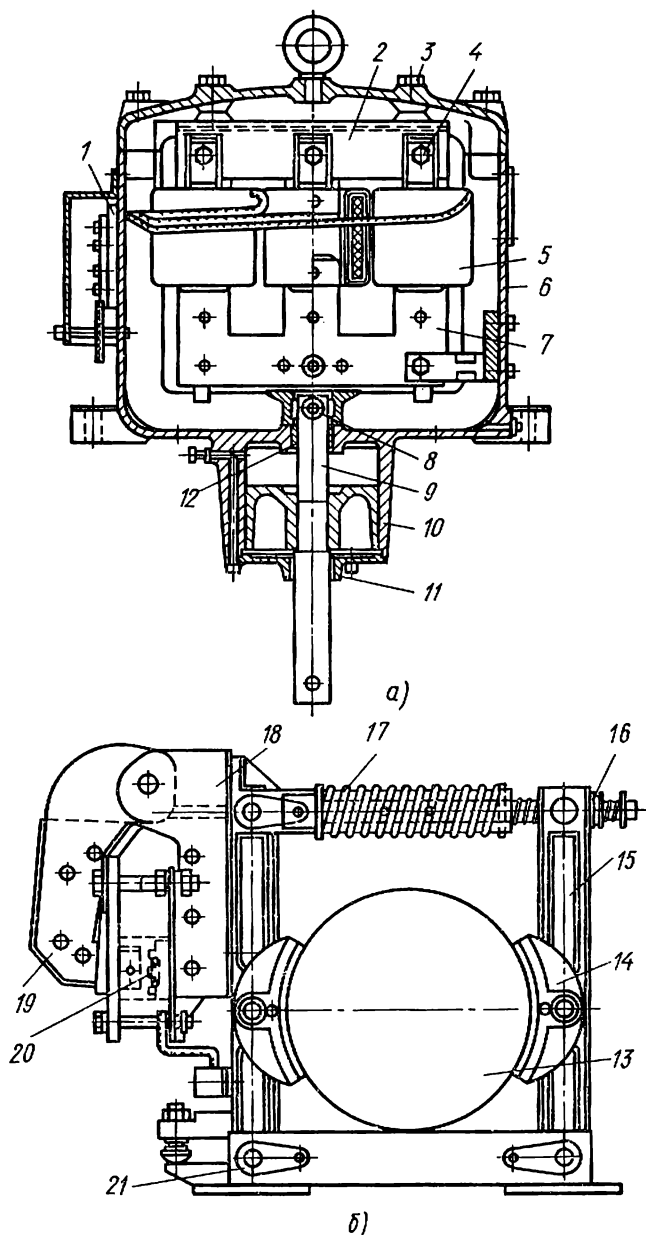


Рис. 34. Тормозные электромагниты:
 а — переменного тока КМТ, б — постоянного тока (колодочный)

тормоз проверяют включением и отключением 10—15 раз. Пружина 17 должна иметь одинаковое расстояние между витками, поврежденные пружины заменяют новыми.

Если повреждена изоляция катушки или с помощью контрольной лампы обнаружен обрыв провода, ее снимают и заменяют новой.

Проверяют плотность и площадь прилегания ярма к сердечнику, которая должна составлять не менее 70% площади сердечника. Если необходимо, поверхность соприжения сердечника и ярма шабруют вдоль листов стали.

Проверку выполняют щупом 0,05 мм, который должен входить на глубину не более 6 мм. Все подвижные детали электромагнита должны легко перемещаться в заданных пределах. При необходимости регулировки применяют шпильки и контргайки; трущиеся поверхности устройства смазывают индустриальным маслом 45.

§ 16. Ремонт электрического оборудования объектов общественного питания

Каждое производство имеет объект общественного питания, в котором для хранения, приготовления и раздачи пищи имеются холодильные шкафы, электроплиты, электрокипятильники, электромармиты, рукоосушители и другое электрооборудование. В большинстве случаев, особенно на предприятиях средней мощности, электрическая часть этого оборудования обслуживается персоналом ЭРЦ.

Ремонт холодильного шкафа. Наиболее частые повреждения здесь: нарушение работы терморегулятора РТХО, контакты которого замыкают или размыкают цепь катушки магнитного пускателя; повреждение тумблера, который включает холодильный агрегат; повреждение кнопочного выключателя освещения шкафа и лампы освещения. Возможны также повреждения электродвигателей компрессора и вентилятора, пускового магнитного пускателя и автомата. Терморегулятор, тумблер, кнопочный выключатель и электрическая лампа при повреждениях подлежат замене, остальная аппаратура — ремонту.

При техническом обслуживании проверяют работу отдельных электротехнических устройств, сопротивление изоляции проводки, электродвигателей, которое должно быть не ниже 0,5 МОм. Проверяют температуру электродвигателей, которая не должна превышать на корпусе 60—70 °С. При капитальном ремонте электродвигатели в слу-

чае повреждения ремонтируют (см. гл. V) или заменяют новыми или ранее отремонтированными. Терморегулятор, выполняющий функцию поддержания стабильной температуры, при повреждении заменяют новым. При повреждении изоляции внутренней проводки холодильника последняя заменяется с использованием проводов той же марки, что и выполненная на заводе, или с аналогичными техническими характеристиками. При этом проверяют элементы заземления и вводные зажимы.

Ремонт электромагнитного пускателя и автомата, не входящих в комплект холодильника, осуществляется так, как это описано в гл. II.

Электромагнит ЭПМ-5 (рис. 35). Это устройство предназначено для поддержания пищи в нагретом состоянии. При его техническом обслуживании и ремонте проверяют схему соединений, исправность аппаратуры. Поврежденную, не поддающуюся ремонту аппаратуру, заменяют новой. Проверяют сопротивление изоляции внутренней проводки, которое должно быть не менее 0,5 МОм, при нарушении изоляции ее заменяют проводами с аналогичными заводской проводке техническими характеристиками или подсушивают существующую. Проверяют переключатели ПКП-3, которые должны четко фиксировать положения «отключение» или «включение», проверяют пакетные выключатели *Q1* на вводе и в случае незначительных повреждений (см. гл. II) их устраняют или заменяют новыми. Заменяют перегоревшие сигнальные лампы *Л1*, *Л2* и предохранители *F*. Проверяют, очищают от грязи и пыли и зачищают контактную поверхность вводного щитка 2. Прове-

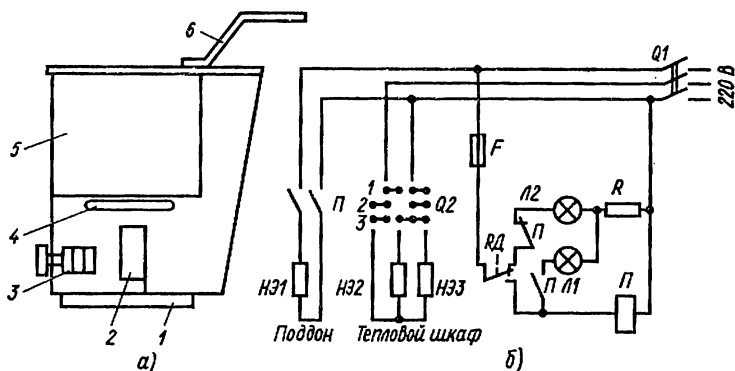


Рис. 35. Общий вид (а) и схема (б) электромагнита:
1 — рама, 2 — вводный щиток, 3 — переключатель, 4 — трубчатый нагреватель, 5 — стол, 6 — полка

ряют трубчатые электронагреватели 4 (ТЭН). Поврежденные элементы заменяют новыми.

Проверяют реле давления РД. Отворачивают винты крепления реле и снимают крышку, очищают от пыли и грязи сжатым воздухом и протирают ветошью, снимают крышку контактных зажимов, осматривают контактные соединения, контактные поверхности очищают от коррозии шлифовальной шкуркой. Проверяют работу микровыключателя, пружин, винтов настройки реле низкого и высокого давления. Корпус реле и уплотнения штуцеров не должны иметь повреждений. Сопротивление изоляции между токоведущими частями и корпусом реле, измеренное мегаомметром на 500 В, должно быть не менее 20 МОм. Ослабленные крепления следует подтянуть. Проверенные реле собрать. При ремонте нужно пользоваться техдокументацией завода-изготовителя.

Электрокипяtilьник КНЭ-100. Электрокипяtilьник (рис. 36, а, б) отключают от электрической сети, заземления и водопровода 2. Необходимо открыть разборный кран 11, отвернуть заглушки и слить оставшуюся воду по трубе 10, отвернуть ручку, прижимающую крышку, и снять ее. Отвернуть кран и насадку, отсоединить провода, идущие к датчикам 7, 8 и 9. Перевернуть кипяtilьник основа-

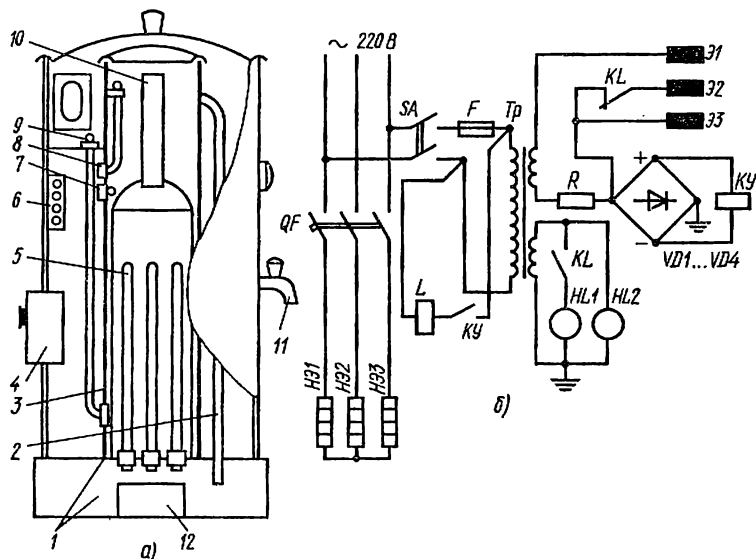


Рис. 36. Общий вид (а) и электрическая схема (б) электрокипяtilьника КНЭ-100

нием вверх, снять корпус с внутреннего резервуара 1. Снять перемычки с ТЭНов 5. Отвернуть восемь гаек на стяжных болтах внутреннего резервуара и снять резервуар приготовления кипятка 3. Отвернуть гайки с ТЭНов и вынуть их. Очистить поверхность от накипи.

Техническое обслуживание электрокипятильника сводится к проверке схемы внутренней электропроводки, проверке сопротивления изоляции между электрическими устройствами и корпусом, которое должно быть не менее 0,5 МОм. Перегоревшие сигнальные лампы HL1 и HL2 и предохранитель F заменяют. Проверяют работу электролитического реле постоянного тока КУ типа РКМ-1. При включении выключателя SA ток через трансформатор TP поступает в цепь питания сигнальной красной лампы HL2, которая загорается, и в цепь питания электролитического реле КУ, замыкающего контакты КУ, включая катушку L магнитного пускателя QF, который, в свою очередь, включает ТЭНы и цепь зеленой сигнальной лампы HL1.

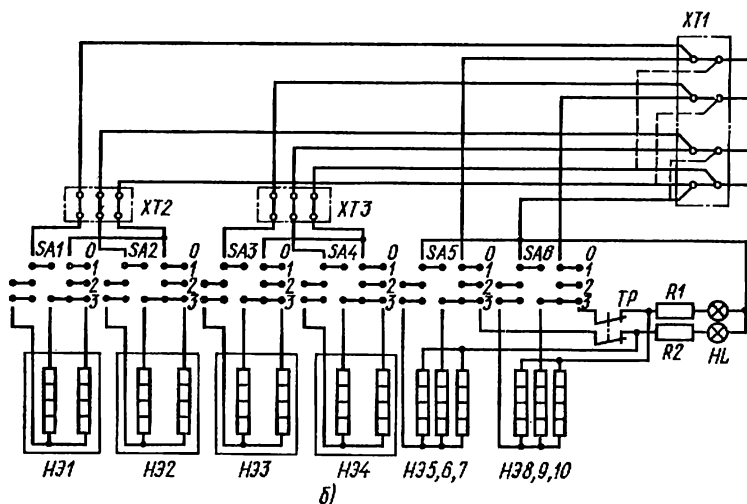
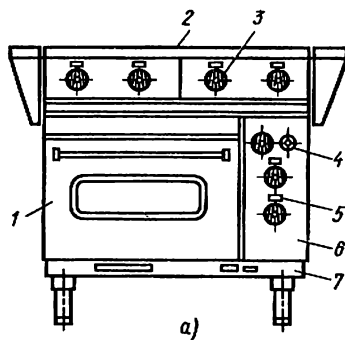
Ремонт электрокипятильника выполняется после его разборки, как это описано выше. При ремонте проверяют работу магнитного пускателя, обмотки трансформатора, проверяют сопротивление изоляции и ее целостность. Проверяют датчики Э1—Э3 и электролитическое реле РКМ-1, пользуясь заводской документацией. Проверяют целостность ТЭНов, сопротивление резистора R и плавкую вставку предохранителя F. Очищают поверхности всех контактов. Проверяют автоматическое пусковое устройство 4 (АПУ), электрощиток 12, колодку зажимов 6. Автоматическое пусковое устройство содержит электролитическое реле и выпрямительное устройство, цепи электродов, резистор и остальные пускорегулирующие устройства. Колодка зажимов 6 служит для присоединения кипятильника к внешней электрической цепи. На контактах щитка 12 полностью присоединение ТЭНов.

Электроплита ПЭСМ-4ШБ. В электроплите (рис. 37, а, б) в качестве нагревателей используются электроконфорки с электроспиральями, уложенными в специальных канавках на поверхности конфорки с внутренней стороны, и ТЭНы.

При ремонте проверяют схему на отсутствие короткого замыкания на землю с помощью мегаомметра. Проверяют надежность контактных соединений и мощность ТЭНов ваттметром. Отклонения не должны превышать $\pm 7,5\%$. Проверяют работу световой сигнализации. Проверяют величину тока утечки в холодном состоянии плиты миллиам-

Рис. 37. Общий вид (а) и схема (б) электроплиты:

1 — жарочный шкаф, 2 — конфорки, 3 — переключатели ТПКП, 4 — лимб терморегулятора, 5 — сигнальные лампы, 6 — панель управления, 7 — нижние ТЭНы



перметром со шкалой до 10 мА путем присоединения его к одной из фаз подводящей электрической проводки к корпусу плиты. Замер производят при включенной плите. В цепи миллиамперметра устанавливают соответствующий калиброванный предохранитель. Ток утечки не должен превышать 0,1 мА на 1 кВт номинальной мощности и не более 1 мА на плиту в целом. Ток утечки зависит от сопротивления изоляции, температуры, влажности, заземления и конструкции, создающей в отдельных частях емкость. Он складывается из омического и емкостного тока, причем последний может превышать омический ток утечки. Измерение тока утечки рекомендуется производить по схеме (рис. 38), в которой полное сопротивление резистора R должно быть в пределах 0,1—0,2 Ом.

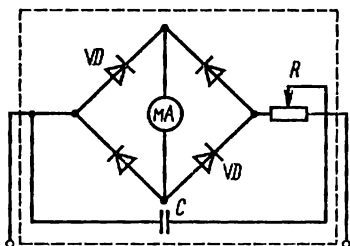


Рис. 38. Схема для измерения тока утечки

При измерении тока утечки один из контактов присоединяют к металлическим частям, покрытым изоляционным материалом, на который накладывается фольга размером 200×100 мм.

Частичная разборка плиты осуществляется в следующем порядке: снимают ручки на панели управления шкафа, отвертывают два

винта с лицевой стороны, снимают панель. Отвернув винт, крепящий блок управления к переднему листу, откидывают блок управления к переднему листу, откидывают блок управления на себя. Для доступа к ТЭНам надо выдвинуть шкаф, для чего открыть его дверь, отвернув два винта с лицевой стороны, и снять панель, отвернув четыре винта, крепящие передний лист к подставке, выдвинуть шкаф до упора, ослабить винт, крепящий упор, снять его. Отсоединить проводку и выдвинуть шкаф полностью. Перегоревшие ТЭНы, неисправные датчики, перегоревшие провода, лампы и резисторы следует заменить новыми.

Рукоосушитель предназначен для осушивания рук после мытья и используется вместо полотенца (рис. 39, а, б). Возможные повреждения: перегорание нагревательного элемента, повреждения кнопки «пуск» и электродвигателя вентилятора.

При техническом обслуживании и ремонте рукоосушителя проверяют схему внутренних соединений. Сопротивление изоляции проводки должно быть не менее 0,5 МОм. Проверяют электронагреватель 3 (на схеме *E*), конденсатор 2 (*C*), однофазный асинхронный электродвигатель 5 (*M*), реле времени 4, тумблер (*Q*) и контакты колодки зажимов 1. Электронагреватель, выполненный из проволоки большого сопротивления, не должен иметь разрывов. Последние могут быть устранены либо обжимом, либо сваркой специальными клещами. Тумблер в случае перегорания заменяют новым.

Проверяют и зачищают контакты и контактные поверхности колодки зажимов. Электрическую прочность изоляции проверяют повышенным напряжением. У однофазного асинхронного двигателя проверяют сопротивление изоляции обмоток, которое должно быть не менее 0,5 МОм, целостность обмоток, нагрев корпуса и подшипниковых мест

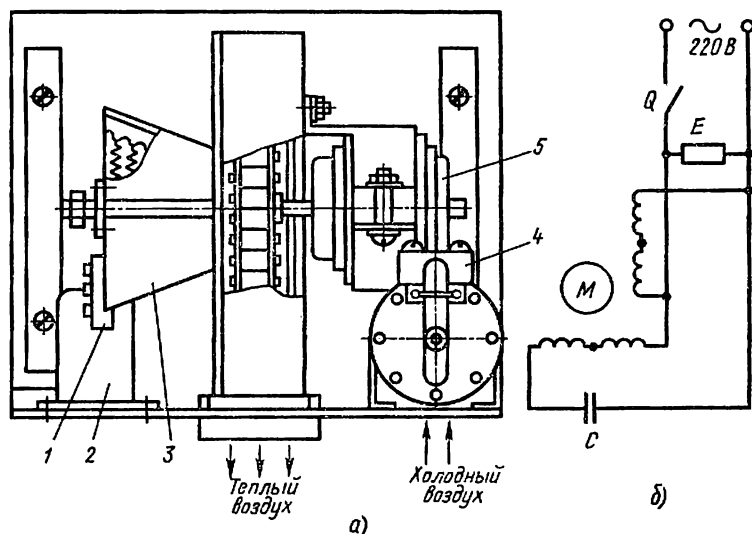


Рис. 39. Общий вид (а) и схема (б) электроукоосушителя

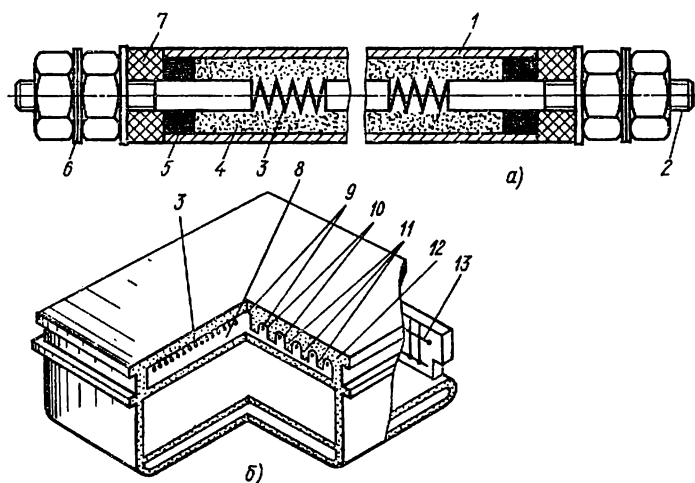


Рис. 40. Электронагреватели:

а — трубчатый ТЭН, б — электроконфорка; 1 — оболочка, 2 — контактный стержень, 3 — спираль из проволоки сопротивления, 4 — наполнитель (периклаз), 5 — герметики, 6 — контактное устройство, 7 — изолятор, 8 — воздушная прослойка, 9 — пазы капанки, 10 — пазы капанки, 11 — ребра, 12 — чугунная плита, 13 — шины

и контактные соединения внутренней проводки. Обнаруженные неисправности устраняют или двигатель заменяют новым.

В рукоосушителях применяют реле времени пневматического типа. Это реле, как правило, надежно в эксплуатации.

Электрическую цепь электрооборудования объектов общественного питания испытывают на электрическую прочность согласно нормам заводов-изготовителей.

Тепловые электронагреватели. К тепловым электронагревателям относятся трубчатый электронагреватель (рис. 40, а) ТЭН и электроконфорка (рис. 40, б). Оба типа электронагревателя в случае выхода из строя нагревательных элементов в условиях ремонтного хозяйства предприятия не ремонтируются и отправляются в специализированные предприятия для приведения их в исправное состояние. Вышедшие из строя электронагревательные изделия заменяют новыми. Электронагреватели трубчатые применяются в большинстве нагревательных устройств, по форме могут быть изготовлены в любом исполнении — круглый, U-образный и т. д.

Подумайте и ответьте

1. Каковы особенности ремонта сварочного трансформатора?
2. Как отремонтировать сварочный преобразователь и в чем его преимущество и особенности ремонта?
3. Какие преимущества имеет сварочный выпрямитель перед другими сварочными аппаратами?
4. Какие электромагнитные устройства вы знаете? Для чего они служат?
5. Каковы характерные повреждения оборудования объектов общественного питания?

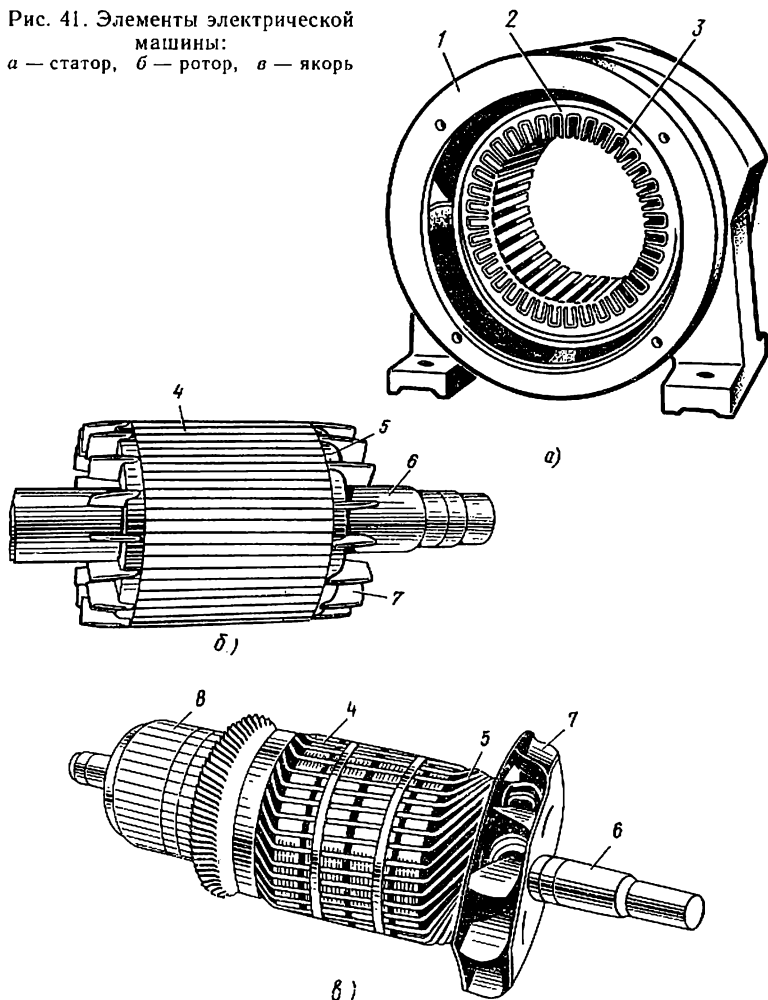
Глава V

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

§ 17. Основные неисправности электрических машин

Электрическая машина (рис. 41) состоит из неподвижной части, называемой *статором*, и вращающейся части, называемой *ротором* (в машинах постоянного тока — *якорем*).

Рис. 41. Элементы электрической машины:
а — статор, б — ротор, в — якорь



Основным элементом статора (рис. 41, а) является станина 1 (корпус) с колодкой зажимов для присоединения к электросети. В машинах переменного тока в станину запрессовывают сердечник 2, собираемый из тонких штампованных листов электротехнической стали, покрытых изоляционным лаком. В листах выштамповывают пазы 3 для укладки в них обмотки.

В машинах постоянного тока к станине прикрепляют болтами полюсы с обмоткой, которые собирают обычно из

листов конструкционной стали толщиной 2—4 мм. Станина и ротор соединены подшипниковыми щитами с подшипниками.

Ротор (или якорь) состоит из стального вала 6 (рис. 41, б, в), на который насажен сердечник 4 с пазами для обмотки 5, вентилятор 7, коллектор 8 для машин постоянного тока или контактные кольца для асинхронных двигателей с фазным ротором, или короткозамкнутая обмотка «беличья клетка».

Пазы статора или ротора бывают открытыми, полуоткрытыми и закрытыми.

Повреждения электрических машин подразделяют на электрические и механические. К числу электрических относятся повреждения обмоток, коллектора и контактных колец, щеток и колодки зажимов; к механическим следует отнести повреждения активной стали, станин, подшипниковых щитов с подшипниками и вала.

Восстановление обмоток электрических машин — один из самых распространенных и трудоемких видов ремонта. Более 80 % выхода из строя обмоток происходит из-за повреждения их изоляции.

Характерными дефектами обмоток являются: повреждения изоляции проводов вследствие недопустимых перегревов, некачественного изготовления или ремонта. Как следствие в обмотках возникают замыкания между соседними витками, на корпус, реже обрывы проводов обмотки.

Междувитковые замыкания чаще всего бывают в местах изгиба обмотки в лобовых частях. Корпусная изоляция повреждается в местах выхода обмотки из пазов на острых углах. Повреждение изоляции возможно также в местах прохода выводов обмоток через корпус машины. Обрывы чаще всего происходят в местах паек. Меньшая доля повреждений приходится на коллектор, контактные кольца, токосъемное устройство и подшипники.

В процессе эксплуатации изнашиваются отдельные детали, изменяются отдельные параметры и нормируемые величины, которые приводят к повышению температуры отдельных частей машины, заметной вибрации, шуму, искрению на коллекторе, увеличению тока.

Большая часть измерений и испытаний может быть выполнена на месте без разборки машины.

Температуру доступных мест электродвигателя определяют спиртовыми термометрами, имеющими цилиндрическую форму и сравнительно небольшие размеры по высоте и диаметру (6—7 мм). Резервуар термометра обертывают

фольгой, чтобы можно было плотнее прижать к нагретой поверхности.

Воздушный зазор между статором и ротором (якорем) измеряют щупом через смотровые или специальные люки. Зазор замеряют в четырех точках, сдвинутых относительно друг друга на 90° с обеих сторон машины. Величина зазора определяется как среднеарифметическое всех замеров. Если смотровых люков нет, зазор замеряют после разборки машины (см. с. 62).

Зазор подшипников качения замеряют на специальном приспособлении (стенде), сопротивление изоляции обмотки по отношению к корпусу — мегаомметром 1000—2500 В. Вибрацию машины или ее частей определяют виброметром, а силу нажатия щеток на коллектор (контактные кольца) — динамометром.

Полное представление об объеме и характере ремонта электрической машины может быть получено только после ее разборки, осмотра и дефектации отдельных ее частей.

§ 18. Осмотр, дефектация и подготовка электрической машины к ремонту

Электрическая машина, поступающая для ремонта, должна быть укомплектована всеми необходимыми деталями, шкив или полумуфта должны быть сняты. Нужно проверить состояние корпуса, крепящих деталей, фланцев, колодок выводов, выводных концов, осмотреть подшипниковые щиты и только после этого приступить к разборке. Разборку производят осторожно, избегая больших усилий.

На основные узлы и детали навешивают бирки, на которых указывают принадлежность их к данной машине. Мелкие детали складывают в ящики. Болты, гайки и шпильки после разборки ввертывают на место во избежание их потери.

Снятие подшипниковых щитов. Отвинчивают болты крепления крышек подшипников, снимают фланцы, ослабляют крепления. Отвинчивают болты, крепящие подшипниковый щит к корпусу. Не снимая щит, наносят на него и корпус метки, по которым при сборке машины щит устанавливают на свое место. Легкими ударами молотка через деревянную прокладку по выступающим частям щита отделяют его от корпуса.

Отделив подшипниковый щит от корпуса, передвигают его вдоль вала машины. Чтобы не повредить железо и изоляцию обмоток при снятии щита, предварительно в воз-

душный зазор между ротором и статором вкладывают лист плотного картона, на который и ляжет ротор, когда щит будет снят.

Выемка ротора из корпуса. В небольших машинах ротор вынимают вручную, в крупных — несложными подъемными приспособлениями. При выемке ротора следят за тем, чтобы он двигался строго по оси машины (рис. 42, а, б), а лобовые части были защищены от касания строп.

Съем подшипников. Шарико- и роликоподшипники снимают с вала съемником. Захваты съемника накладывают на внутреннее кольцо подшипника. Подшипники до съема нагревают, поливая их горячим маслом температурой не более 100 °С, если они не поддаются съему съемником.

После снятия основных частей с машины их промывают в растворе специальных синтетических моющих средств. Обмотки очищают от пыли сильной струей сжатого воздуха.

Исправные детали хранят в промежуточной кладовой цеха, поврежденные направляют в ремонт.

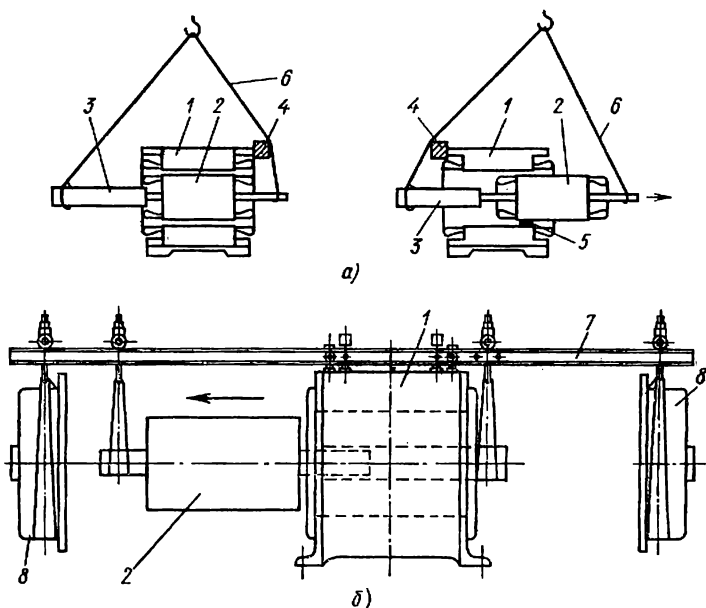


Рис. 42. Выемки ротора из статора:

а — краном с перестроповкой, б — специальным приспособлением на корпусе электрической машины; 1 — статор, 2 — ротор, 3 — труба, 4 — прокладка, 5 — лист электрокартона, 6 — стропа, 7 — швеллер, 8 — подшипниковые щиты

Осмотр деталей разобранной машины. Легкими ударами молотка простукивают подшипниковые щиты, выявляя, нет ли в них трещин. Места, вызывающие сомнение, осматривают через лупу для обнаружения волосяных трещин. Границы трещин отмечают мелом.

В шарико- и роликоподшипниках не должно быть шелушения шариков или беговых дорожек, недопустимо также увеличение радиального и осевого зазоров. Величину зазора (люфта) у роликовых и шариковых подшипников определяют с помощью индикатора — прибора КИ-1223, разработанного ГОСНИТИ, или на стенде (рис. 43). Перемещая рукой наружное кольцо подшипника в направлении стрелки *А* или *Б* из одного крайнего положения в другое, замеряют с помощью индикатора радиальное и осевое перемещения (зазор). Допустимые зазоры в подшипниках качения приведены в табл. 1.

Далее осматривают и тщательно проверяют щеткоподъемный механизм, щеткодержатели, пальцы, изоляторы, траверсы, крепеж.

Т а б л и ц а 1. Допустимые зазоры в подшипниках качения

Диаметр вала, мм	Минимальный зазор, мм		Максимальный зазор, мм
	шарикоподшипников	роликоподшипников	
20—30	0,005	0,01	0,1
35—50	0,01	0,02	0,15
55—80	0,015	0,03	0,2
85—120	0,02	0,04	0,3

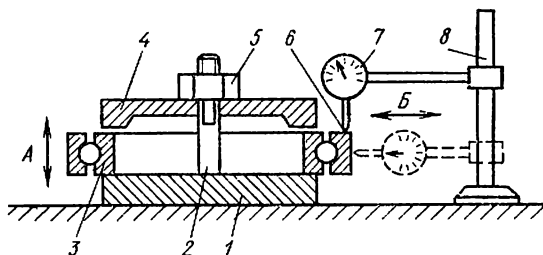


Рис. 43. Приспособление для определения зазоров в подшипнике:

1 — плита, 2 — стержень с резьбой, 3 — внутреннее кольцо подшипника, 4 — шайба, 5 — гайка, 6 — наружное кольцо подшипника, 7 — индикатор, 8 — стойка

Сбрасывают особое внимание на отсутствие пятен на статоре, характеризующих местные перегревы стали сердечника, и на места паяк (сварки) стержней и торцовых колец короткозамкнутого ротора. На поверхности контактных колец не должно быть больших следов выработки, выбоин, трещин, подгаров; на валу — трещин; на шейках вала — раковин, шероховатостей, задиrow, царапин.

Проверяют диаметры посадочных мест, их овальность и конусность, состояние вентилятора и его крепление, сохранность паяк петушков, коллектора, плотность прессовки коллекторных пластин и отсутствие на них подгаров, выбоин, дорожек и выступающей слюды. Измеряют величину сопротивления изоляции между коллектором и валом, между обмоткой и контактными кольцами. Проверяют прочность бандажей и плотность посадки клиньев.

Износ наружной поверхности ротора или внутренней поверхности статора приводит к увеличению воздушного зазора. При значительном увеличении зазора электрическую машину заменяют новой. Величина воздушного зазора должна быть в пределах, указанных в табл. 2. Увеличение воздушного зазора асинхронных двигателей влечет за собой повышение тока холостого хода и уменьшение коэффициента полезного действия.

Для замера зазора разобранной машины между статором и ротором последний укладывают на расточки статора и замеряют в верхней точке зазор δ_1 , поворачивая ротор на 90° , измеряют зазор δ_2 против той же точки статора. Средняя величина зазора $\delta_{\text{ср}} = 0,25 (\delta_1 + \delta_2)$.

Корпус бракуют, если трещины имеют значительную величину и не могут быть устранены. Проверяют исправность лап.

Определяют плотность прессовки листов стали, надежность установки распорок между отдельными пакетами, отсутствие пятен, свидетельствующих о перегреве, следов ржавчины и смещение пакетов сердечника.

Т а б л и ц а 2. Величина воздушного зазора

Частота вращения об/мин	Воздушный зазор, мм, для двигателей мощностью, кВт (ориентировочно)				
	2,5—5	5—10	10—20	20—50	50—100
500—1500	0,35	0,4	0,45	0,5	0,65
3000	0,4	0,5	0,65	0,8	1

Определяют состояние изоляции колодки выводов, выводных концов, зажимов и гаек, пайки наконечников.

Установление объема ремонта обмоток — самая сложная и ответственная задача. Осматривают, нет ли повреждений изоляции лакового покрытия лобовых частей в виде вмятин, вспучивания или трещин, в сомнительных случаях проверяют частично снятую изоляцию на механическую прочность.

Проверяют, нет ли вспучивания изоляции обмотки в пазах, потемнений в отдельных местах обмотки в результате местных перегревов, следов масла на лобовых частях обмотки, которые могут появиться при плохом уплотнении вследствие выброса его из подшипников. Все данные осмотра и проверки заносят в ведомость дефектов.

После этого отдельные части, нуждающиеся в ремонте, направляют соответственно в обмоточное и механическое отделения. При ремонте пользуются заводскими чертежами, чтобы ремонтируемые узлы, детали и сборочные единицы по своим размерам, допускам и техническим требованиям полностью соответствовали новым.

§ 19. Ремонт и изготовление новых обмоток

Обмотку статоров машин переменного тока обычно выполняют в виде катушечных групп (рис. 44, а), которые укладывают в пазы сердечника. Группа состоит из катушек (секций), катушка — из одного или нескольких витков. Катушки соединяют последовательно, а катушечные группы — последовательно или параллельно.

Обмотка якоря машины постоянного тока состоит из катушек, которые имеют один или несколько витков. Концы секций припаивают к коллектору.

Обмотки бывают петлевыми и волновыми, однослойными и двухслойными, фазными и короткозамкнутыми. Петлевые обмотки широко применяют для статоров переменного тока и якорей машин постоянного тока, волновые — для фазных роторов асинхронных двигателей.

Статоры асинхронных и синхронных машин общепромышленного применения мощностью до 100 кВт (а также якоря машин до 15 кВт) имеют обмотки, которые по способу изготовления относятся к обмоткам с мягкими катушками. Мягкие катушки изготавливают из круглого провода и укладывают в полузакрытые пазы отдельными проводниками, как бы всыпая в паз (всыпные обмотки).

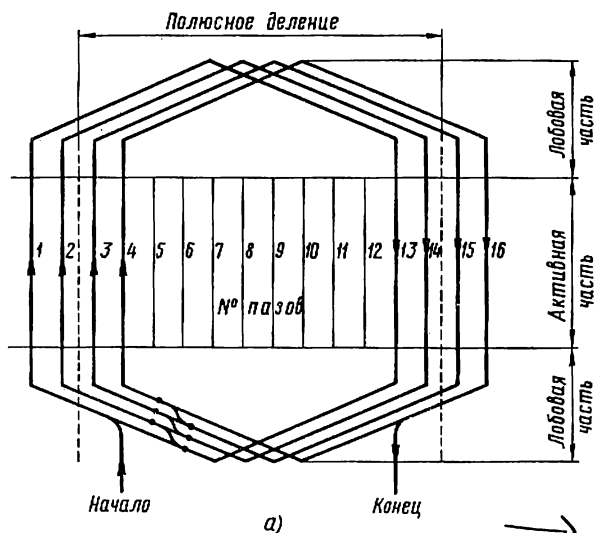
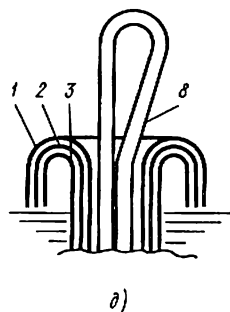
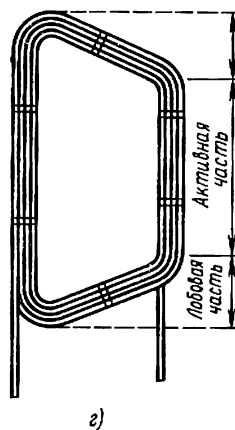
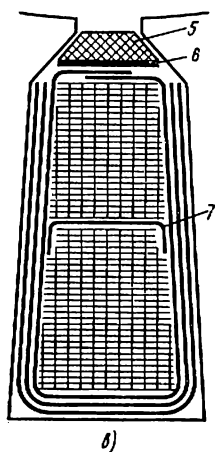
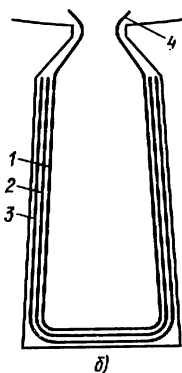


Рис. 44. Детали выполнения
вспынных обмоток:
а — схема катушечной группы, состоящей
из четырех секций, б — изоляция паза, в —
паз с обмоткой, г — катушка, д — манжета
пазовой коробочки



Изготовление выпных обмоток. Как правило, поврежденные выпные обмотки не ремонтируют, а заменяют новыми. Лобовые части дефектной обмотки срезают, а оставшиеся провода из пазов выдергивают. Обмотку предварительно прогревают до температуры 400 °С, что облегчает ее выем из пазов.

Изготовление новой обмотки может быть разбито на следующие этапы:

очистка пазов сжатым воздухом, заготовка и укладка изоляционных деталей;

намотка катушек и укладка обмотки;

пайка и изолировка соединений;

сушка, пропитка и испытание обмотки.

Изготовление изоляционных деталей выполняют на специальных станках или приспособлениях. Например, для изоляции класса В (температура нагрева 130 °С) пазовую коробочку делают трехслойной (рис. 44, б) из электрокартона ЭВ толщиной 0,2 мм (1), гибкого слюдинита Г₂СП (2), стеклоткани ЛСБ-120/130 толщиной 0,17 мм (3).

Между слоями двухслойной обмотки и под пазовый клин 5 кладут междуслойную прокладку 7 из лакостекло-слоупласта толщиной 0,45 мм и под клин прокладку 6 из стеклотекстолита СТ толщиной 0,5 мм. Пазовый клин изготавливают из стеклотекстолита СТ толщиной не менее 2,5 мм. До укладки обмотки коробочку из картона выпускают из паза, образуя шлиц 4, предотвращающий повреждение проводов при укладке их в паз. Пазовые коробочки должны быть такой длины, чтобы обеспечить изготовление манжет (рис. 44, д). Производят установку коробочек в пазы.

В расточку статора вводят катушечную группу (рис. 44, г), которую изготавливают с помощью шаблона. В пазы проводника вкладывают катушки.

После укладки всех проводников их располагают в пазу параллельно друг другу, избегая перекрещивания. В паз без перекосов и смещений вкладывают междуслойную изоляционную прокладку 7. При двухслойных обмотках следует уложить проводники второй катушки в тот же паз. Далее укладывают в каждый паз изоляционную прокладку под клин 6, а в начало каждого паза — клин 5 и осторожно молотком заклинивают паз, следя, чтобы в процессе забивки изоляционная прокладка не оборвалась или не смялась (рис. 44, в). Выступающие концы клиньев обрезают ножом, оставляя выступ по 5—7 мм с каждой стороны.

Пайку проводов катушек выполняют согласно схеме.

Изолируют и формируют лобовые части статора. Лобовые части каждой катушки 8 обмотки в сторону внешнего диаметра статора на $15\text{--}18^\circ$ отгибают легкими ударами молотка, следя за тем, чтобы был обеспечен плавный изгиб проводов катушки в местах выхода их из пазов. Выполненную обмотку просушивают, а затем проверяют на аппарате ЕЛ-1. Это переносной аппарат с электронно-лучевой трубкой и экраном. В нижней части передней панели расположены пять зажимов и ручки управления. К левым зажимам присоединяют проверяемую обмотку, к крайнему справа — заземляющий провод. Аппарат позволяет выявить витковое замыкание, обрыв в обмотке, правильность соединения обмоток, маркировку выводных концов и обнаружить паз с короткозамкнутым витком. Работа аппарата основана на сравнении кривых напряжения, возникающих на экране от подаваемых импульсов при присоединении исправной и поврежденной обмотки. Работа с аппаратом производится по прилагаемой к нему инструкции.

Производят испытание электрической прочности изоляции на специальной установке. После этого статор (или якорь) с всыпной обмоткой помещают в пропиточную ванну (коллектор или кольца не погружаются), а потом в сушильную печь.

Ремонт короткозамкнутой обмотки ротора. Чаще всего повреждается обмотка, изготовленная пайкой или сваркой, стержни которой соединены короткозамкнутым кольцом. Повреждение ее проявляется в нарушении контакта между стержнями и кольцом, в появлении трещин, разрывов, усадочных раковин и подгаров. Литые короткозамкнутые обмотки из алюминиевых сплавов более надежны. Если же они повреждаются, их удаляют выплавлением или химическим способом (в растворе каустической соды). В очищенные пазы ротора вновь заливают алюминий одним из следующих способов: статическим, центробежным, вибрационным или под давлением. Перезаливка роторов сложна в исполнении, так как требует специального оборудования. Ее выполняют только на крупных ремонтных предприятиях.

Ремонт обмоток из жестких секций (катушек). Обмотки из жестких секций из провода прямоугольного сечения применяются в статорах синхронных и асинхронных машин мощностью более 100 кВт, напряжением до 660 В и для катушек якорной обмотки коллекторных машин большой мощности. Эти обмотки имеют конструктивное сходство (рис. 45, а, б, в) и близки по технологии ремонта. Секции

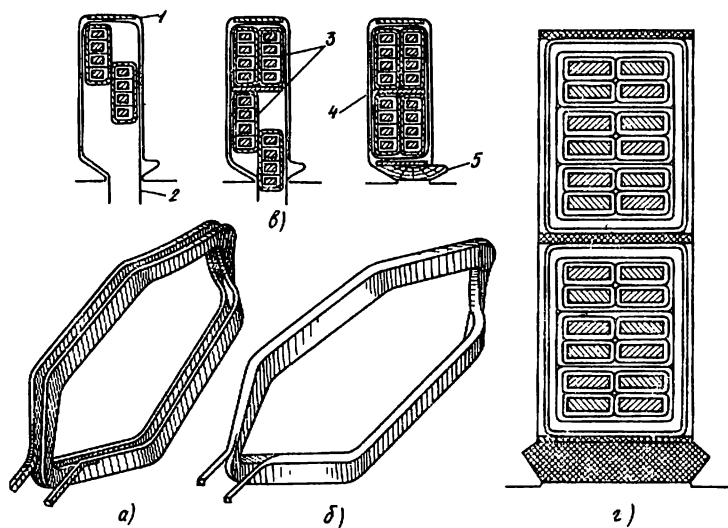


Рис. 45. Детали выполнения жестких обмоток из проводов прямоугольного сечения:

а — катушка из двух полукатушек, *б* — жесткая катушка, *в* — укладка полукатушек в полузакрытый паз, *г* — двухслойная обмотка из полукатушек, *1* — прокладка из стеклотекстолита, *2* — коробочка пазовая из стеклослюдопласта, *3* — лента лавсановая тафтяная, *4* — прокладка междуслойная из стеклотекстолита, *5* — клин пазовый

обмоток изготавливают на шаблонах и укладывают в полузакрытые или открытые пазы плашмя (широкой стороной по ширине паза). Для удобства укладки в полузакрытые пазы катушки выполняют из двух полукатушек (рис. 45, *а*, *в*). Наиболее частые повреждения — замыкания между секциями разных фаз и на корпус. При ремонте, как правило, поврежденные катушки заменяют новыми.

Последовательность замены поврежденной катушки такова: снимают изоляцию междукатушечных и междупазовых соединений, бандажи лобовых частей, удаляют распорки и расплавляют соединения по шагу обмотки, в машинах постоянного тока отпаивают выводы секций от коллекторных пластин. Записывают все данные, необходимые при ремонте. Катушку, которую надо поднять, разогревают до температуры 90—100 °С, пропуская через нее постоянный ток. После этого поднимают верхние стороны катушек, используя деревянные клинья, которые забивают между верхней и нижней секцией, а затем между нижней секцией и дном паза. Затем вынимают из пазов поврежденную

катушку, очищают пазы от старой изоляции, заусенцы пазов снимают напильником. Изготавливают новую катушку или заменяют изоляцию на вынутой катушке. Предварительно нагрев катушки до 80—90 °С, их укладывают на место, выполняя все операции с установкой и креплением изоляционных деталей. Далее следует пайка схемы обмотки, пропитка и сушка.

Ремонт стержневой обмотки. Такую обмотку применяют в фазных роторах асинхронных машин средней и большой мощности, в якорях коллекторных машин. Ее выполняют в виде отдельных медных стержней прямоугольного сечения, закладываемых в полузакрытые или открытые пазы (рис. 46). Как правило, повреждается лишь изоляция стержней. Сами стержни могут быть использованы повторно.

До выемки стержня выполняют эскизы всех деталей обмотки — бандаж, лобовых частей, пазовой изоляции, расположения балансированных грузов и определяют примененные материалы.

Выемку стержня производят специальным рычажным приспособлением в такой последовательности: удаляют бандаж, клинья из паза, распивают соединительные хомуты, выпрямляют специальными ключами обмотчика лобовые части стержней и извлекают сначала верхний, а затем нижний стержень (двухслойная обмотка). Стержни очищают от старой изоляции механическим путем либо обжигом в печах с температурой не более 600 °С. Очищенные стержни рихтуют, удаляют напильником заусенцы и неровности. Проверяют состояние пазов, очищают от остатков изоляции и устраняют возможные повреждения.

Концы стержней облуживают и восстанавливают изоляцию, используя материалы завода-изготовителя или аналогичные по техническим характеристикам. Стержень с новой изоляцией сушат.

Сборку обмотки осуществляют следующим образом: укладывают изолированные стержни в открытые пазы, выгибают лобовые части. Далее сушат, испытывают изоля-

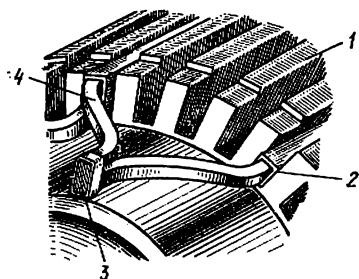


Рис. 46. Стержневые обмотки:
1 — ротор (якорь), 2 — корпусная
изоляция, 3 — соединение стержней,
4 — стержень

цию, соединяют стержни, забивают пазовые клинья и восстанавливают бандаж.

Ремонт обмоток полюсов. Обмотки полюсов применяются в машинах постоянного тока и роторах синхронных генераторов. Обмотки выполняют из изолированного провода круглого сечения или из провода прямоугольного сечения, намотанного на узкую сторону (на ребро) или на широкую сторону (плашмя).

Распространенными повреждениями являются: междувитковые замыкания, пробой на корпус, обрывы. Эти повреждения устраняют частичной перемоткой обмотки. Поврежденные места заново изолируют ленточными материалами или прокладками. Орывы устраняют пайкой проводников с последующей изоляцией мест пайки. После ремонта поврежденной части катушку восстанавливают в ее первоначальном виде и заменяют изоляционные прокладки между слоями обмотки.

При значительном перегреве обмотки (аварийные случаи работы машин) может повредиться изоляция всей катушки. В этом случае катушку изготавливают вновь. Новую катушку наматывают с помощью шаблона на намоточном станке по размерам и данным старой катушки. При намотке особое внимание уделяют изоляции выводов и переходов из одного слоя в другой. Тщательно выполняют крепление выводов. Для придания прочности катушке и сохранения ее формы слои обмотки при намотке перевязывают изоляционной лентой. Готовую катушку пропитывают лаками и сушат.

§ 20. Выполнение отдельных операций при ремонте машин

Изолирование проводов. Провода изолируют лентами одним из способов: вразбежку (для стягивания проводов перед наложением постоянной изоляции и для временного бандажирования); встык (для механической защиты основной изоляции); вполнахлеста (в качестве основного слоя изоляции).

Количество слоев изоляции берут в соответствии с чертежом завода-изготовителя.

Пайка соединений обмоток. Пайку медных проводов осуществляют медно-фосфористым припоем ПСр-71ф, а проводов с коллекторными пластинами — припоем ПОС40.

При пайке категорически запрещается применять кислоту, которая, попадая в места пайки, может разрушить изоляцию. В качестве приспособлений для пайки мягкими припоями (с температурой плавления до 300 °С) используют обычные электрические паяльники с проволочным нагревателем или дуговые паяльники, в которых медь паяльника нагревается электрической дугой. Эти паяльники работают при напряжении 36—65 В от понижающих трансформаторов.

Для пайки твердыми припоями (с температурой плавления до 900 °С) применяют паяльные клещи. Вторичное напряжение, подводимое к клещам, регулируют в пределах 6—36 В.

Вместо пайки для соединения проводов применяют также электросварку, которая более надежна и не требует припоя.

Пайка стержней. Стержни большого сечения, применяемые в двухслойных обмотках роторов, соединяют пайкой клещами, получая один виток из двух стержней. Подготовку к пайке осуществляют следующим образом. На облуженные концы стержней надевают луженый хомутик из ленточной меди с замком на боковой поверхности. Между стержнями забивают клин из облуженной меди для выборки излишнего зазора и увеличения прочности паяного соединения.

Сварку и пайку проводов электрическим током могут выполнять только те рабочие, которые прошли инструктаж по технике безопасности.

Ремонт колодок зажимов. Основными дефектами колодок зажимов являются плохой контакт, вызывающий нагрев токоведущих частей, и проворачивание контактных болтов. Чтобы контактные болты не проворачивались, их туго затягивают гайками и контргайками. Сейчас применяют более надежную конструкцию, в которой контактные болты запрессованы в пластмассу.

Ремонт таких панелей при сложных повреждениях (излом щитка, сбитая резьба, сильные обгары) нецелесообразен, их заменяют новыми. Контактные болты со сбитой резьбой также заменяют новыми. Обуглившуюся контактную поверхность зачищают наждачной шкуркой. При ремонте необходимо следить, чтобы не была нарушена маркировка зажимов колодок, что может привести к нарушению схемы соединения обмоток, и присоединения электродвигателя к электрической сети. Выводы маркируют в соответствии со схемой соединения обмоток и условными

обозначениями. Например: начало обмотки якоря машин постоянного тока — Я1, конец — Я2, начало шунтовой обмотки возбуждения — Ш1, конец — Ш2; первую фазу обмотки статора машин переменного тока — С1 и С4 (начало и конец), вторую — С2 и С5, третью — С3 и С6, нулевую точку — 0, обмотку ротора — Р1, Р2 и Р3.

§ 21. Пропитка и сушка обмоток

Технология пропитки изоляции обмоток предусматривает предварительную сушку, пропитку лаками и окончательную сушку.

Предварительную сушку производят до полного удаления влаги из обмотки и выполняют в специальных сушильных шкафах при температуре воздуха 110—120 °С. После предварительной сушки статоры и роторы (якоря) с обмоткой охлаждают до температуры 60—70 °С и опускают в пропиточный бак с лаком. Якорь опускают вертикально, коллектором вверх так, чтобы петушки коллектора не доходили до поверхности лака в баке на 15—20 мм. Пропитку продолжают до тех пор, пока не перестанут выделяться пузырьки воздуха. Пропиточный лак должен иметь определенную вязкость, которая создается добавлением растворителя и подсчитывается по определенной формуле.

После пропитки обмотку устанавливают на 15—20 мин на решетку, чтобы излишек лака стек в бак. За это время тщательно очищают тряпкой, смоченной в растворителе, сердечник, вал ротора, выводные концы и другие поверхности, где не должно быть лаковой пленки. После этого пропитанную обмотку сушат в сушильном шкафу с целью удаления растворителя из лака и запекания лаковой пленки. Еще не остывшие после сушки лобовые части обмотки покрывают слоем покровного лака или эмали, которые наносят кистью или пульверизатором. После этого обмотки окончательно сушат в печах или на воздухе.

Кроме того, непосредственно на участке ремонта применяют сушку обмоток небольших электродвигателей инфракрасными лучами, лампами инфракрасного излучения ЗС-1, ЗС-2, ЗС-3. Для сушки можно применять и воздуходувки.

Пользуются также индукционным способом сушки: за счет потерь в стали последняя нагревается и подсушивает обмотку.

§ 22. Ремонт подшипниковых щитов, валов и подшипников

Ремонт подшипниковых щитов. Типичные повреждения подшипниковых щитов — появление трещин. Небольшие трещины щитов заваривают.

Ремонт валов. Вал может иметь следующие повреждения: изгиб, повреждение поверхности шеек, выработку, конусность и овальность шеек.

Изогнутый вал правят на винтовом прессе. Царапины, забоины и шероховатости шеек вала устраняют шлифовой и полировкой вручную или на станке.

Если в результате механической обработки диаметр шеек вала уменьшается, его увеличивают металлизацией с последующей обработкой.

Ремонт подшипников скольжения. Как правило, ремонт подшипников скольжения сводится к замене изношенных втулок или перезаливке вкладышей.

Старую заливку выплавляют в специальной электрической печи. После этого внутреннюю поверхность вкладыша протравливают кислотой и лудят, чтобы обеспечить лучшее сцепление новой заливки с вкладышами. Для заливки обычно применяют баббит Б16, который плавят в специальном тигле.

Наиболее прогрессивный способ заливки — центробежный, при котором не требуется больших припусков, ускоряется процесс заливки и создается плотная структура металла. Центробежную заливку можно осуществить на простом токарном станке, используя специальное приспособление. Подготавливают внутреннюю поверхность вкладыша, скрепляют обе его половины хомутами и нагревают до температуры 150—200 °С. Нагретый вкладыш зажимают в планшайбе токарного станка так, чтобы ось вкладыша совпала с центром планшайбы. Включают станок и проверяют точность установки. Готовят необходимую дозу расплавленного баббита и во время вращения вкладыша за один прием через воронку заливают его. Благодаря центробежной силе жидкий баббит равномерно распределяется по внутренней поверхности вкладыша. После заливки вращение вкладыша продолжают для полного затвердевания баббита. При этом способе можно припуск на обработку баббита ограничить до 2—2,5 мм на сторону.

Ремонт подшипников качения. Шарико- и роликоподшипники, как правило, не ремонтируют. При износе рабо-

чих поверхностей колец и тел качения подшипники заменяют новыми.

Подшипник считают изношенным, если зазор между шариком (роликом) и обоймой превышает следующие величины: 0,1 мм — для валов диаметром до 80 мм и 0,3 мм — для валов диаметром более 80 мм.

Новый подшипник подбирают по номеру старого или путем сопоставления их размеров.

§ 23. Ремонт контактных колец, коллектора и щеткодержателей

У контактных колец (рис. 47) чаще всего повреждается рабочая поверхность. Незначительные подгары и шероховатости на поверхности контактных колец устраняют зачисткой и полировкой стеклянной шкуркой 2 на

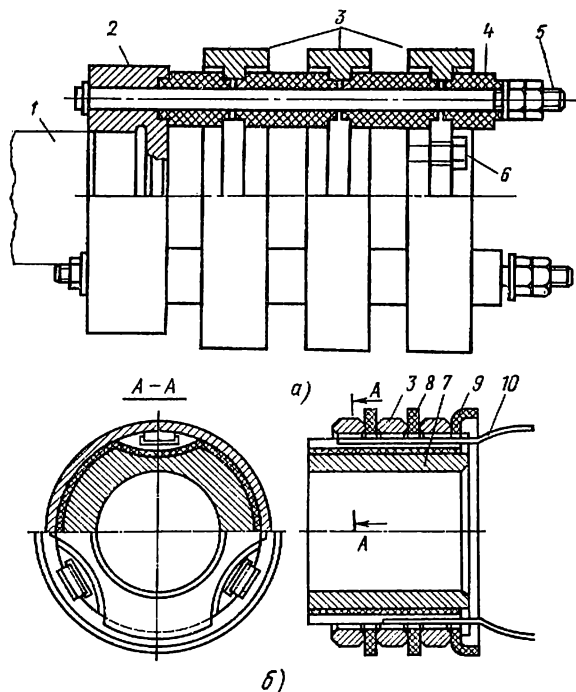


Рис. 47. Контактные кольца:

а — обычные, *б* — на пластмассе; 1 — вал двигателя, 2 — фланец, 3 — контактные кольца, 4 — пластмассовая втулка, 5 — шпильки, 6 — контактный болт, 7 — стальная втулка, 8 — изоляционное кольцо, 9 — пластмасса, 10 — медный вывод

оправке 3 (рис. 48) при рабочей частоте вращения машины без демонтажа колец. При значительных подгарах, выбоинах, раковинах и особенно при нарушении цилиндрической формы — протачивают. Толщина проточенного кольца должна составлять не менее 80 % толщины нового. При больших раковинах и глубоких трещинах кольца заменяют новыми.

Если нарушена изоляция (см. рис. 47) между кольцами 3 и шпилькой 5, их снимают и устанавливают новую изоляцию. Нарушение изоляции между кольцами устраняют заменой изоляционной втулки на шпильке 4. В последнее время выпускают контактные кольца на пластмассе, имеющие более надежную изоляцию между токопроводящими частями и от вала.

Более сложными являются работы по ремонту коллекторов (рис. 49). Незначительные обгары коллекторных пластин устраняют обточкой поверхности коллектора и шлифовкой стеклянной шкуркой. Чтобы не образовались заусенцы между коллекторными пластинками, коллектор обтачивают резцом из твердого сплава при высоких скоростях резания.

При работе машины медные пластинки постепенно изнашиваются. Изоляционные прокладки между ними выполняются обычно из твердого миканита, который в меньшей степени истирается щетками и поэтому иногда выступает над поверхностью коллектора, что нарушает контакт щетки с коллектором. В этом случае изоляцию фрезеруют на глубину около 1 мм от поверхности пластин. Эту операцию называют *продороживанием коллектора* и выполняют полотном ножовки, закрепленной в рукоятке или специальным приспособлением с вращающимися фрезами. После продороживания треугольным напильником снимают заусенцы под углом 45°.

В щеткодержателях (рис. 50) наиболее часто наблюдаются следующие неисправности: износ внутренней поверхности обоймы вследствие вибрации щетки, оплавление щеткодержателей, ослабление пружины, повреждение щеточного канатика.

Ремонт щеткодержателя заключается в исправлении обоймы, замене канатика, подтяжке контактов. Неисправные щетки при установке их в щеткодержатель должны быть притерты к поверхности коллектора, как это показано на рис. 48, попеременным перетягиванием наждачной шкурки за правый и левый концы. Коллектор при этом остается неподвижным.

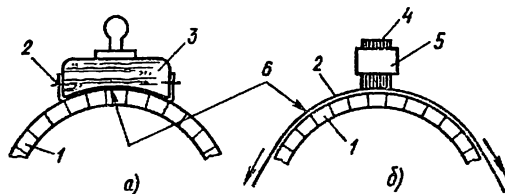


Рис. 48. Шлифовка коллектора (а) и щеток (б):
1 — коллектор, 2 — стеклянная шкурка, 3 — оправка,
4 — щетка, 5 — щеткодержатель, 6 — шлифовальная
сторона шкурки

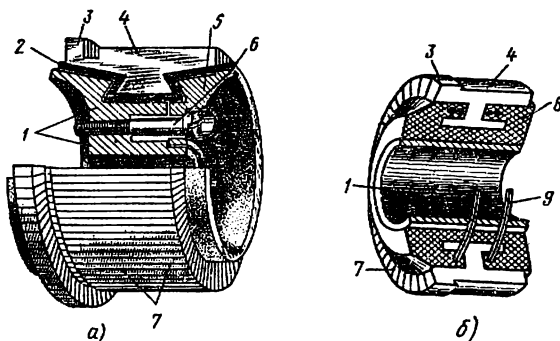


Рис. 49. Коллекторы:
а — обычный, б — на пластмассе; 1 — стальной корпус,
2 — миканитовая изоляция, 3 — петушки, 4 — коллектор-
ная пластина, 5 — конусная нажимная шайба, 6 — винт,
7 — изоляционные прокладки, 8 — пластмасса, 9 — арми-
ровочные кольца

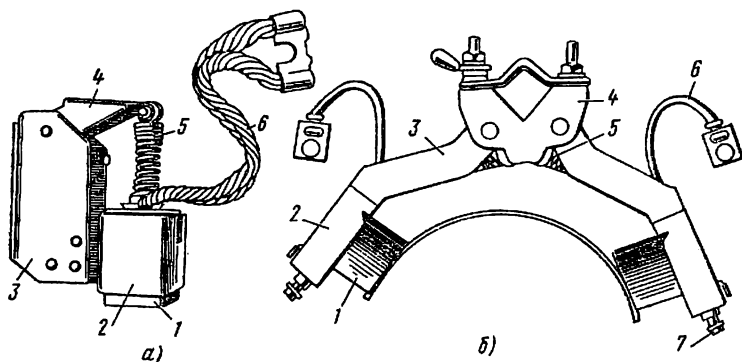


Рис. 50. Щеткодержатель:
а — радиальный, б — для реверсивного асинхронного двигателя; 1 — щетка,
2 — обойма, 3 — корпус, 4 — рычаг, 5 — пружина, 6 — щеточный канатик,
7 — винт для зажима щетки

§ 24. Ремонт сердечников

Повреждения сердечников в электрических машинах происходят по разным причинам. Признаком их является перегрев сердечника и гудение машины при работе. Характерные дефекты сердечников следующие: повреждения зубцов, распушение, уменьшение плотности прессовки.

Для устранения наиболее распространенного повреждения — распушения крайних пакетов сердечника якоря (рис. 51), ротора или статора из-за поломки крепящих деталей или при вытаскивании обмоток в осевом направлении — пользуются несколькими приемами, например: устанавливают на зубцы 2 нажимную шайбу 3, пропуская по дну паза шпильку 5 и закрепляя гайкой 4. Распушенные листы сваривают между собой в середине зубца швом 1 шириной 1,5—2 мм и длиной 10—15 мм или склеивают эпоксидными смолами, после чего шпильку 5 с гайками 4 удаляют.

Ослабление прессовки пакетов устраняют забивкой в зубцы ослабленных пакетов тонких клиньев из твердого изоляционного материала. Торцы клина перекрывают загипсом ближайшего листа стали для предохранения клина от выпадания. Подпрессованные участки стали покрывают лаком.

§ 25. Бандажирование и балансировка роторов и якорей

Бандажирование роторов и якорей. Бандажи роторов и якорей ремонтируют в случае повреждения самих бандажей и при ремонте обмоток, когда приходится снимать бандажи. Для бандажей применяют стальную луженую проволоку (бандажную) с временным сопротивлением разрыву 1600—2000 МПа. Натяжение проволоки при намотке бандажей определяется по чертежам ремонтной документации.

Бандажи накладывают на механически прочную изоляцию. В качестве такой изоляции применяют обычно электрокартон или гибкий миканит с электрокартоном. Начало и конец бандажа закрепляют скобами, сделанными из белой жести толщиной 0,25 мм, шириной 15—20 мм и длиной на 20—

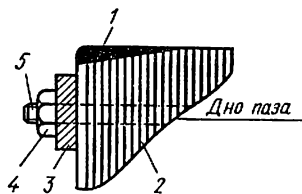


Рис. 51. Устранение распушения листов стали

25 мм больше ширины бандаж. Начало бандаж закрепляют скобой, которую загибают вокруг первого витка; на загнутый конец ее наматывают последующие витки. Конец бандаж заправляют в петлю, образованную из скобы и удерживаемую последними витками бандаж. Концы витков бандаж после закрепления скобами загибают, чтобы предотвратить ослабление бандаж.

Чтобы придать бандажу большую прочность, его пропавляют по всей окружности ротора припоем ПОС40 или ПОС50. Пропайку ведут быстро и непрерывно хорошо прогретым паяльником, не допуская перегрева обмотки. Пропаянные места охлаждают струей холодного воздуха. Незастывшие наплывы счищают тряпкой.

В последнее время для бандажирования фазных роторов и якорей применяют специальную стеклоленту ЛСБ, которая обеспечивает высокую эксплуатационную надежность, хорошие электроизоляционные свойства, высокую прочность при растяжении, твердость, монолитность бандаж.

Балансировка роторов. Чтобы обеспечить спокойную, без вибраций, работу машины, ротор в сборе, т. е. со всеми вращающимися частями (вентилятором, кольцами, муфтой), балансируют. Балансировку производят добавлением или перемещением балансировочных грузов или высверливанием части металла.

Балансировочные грузы прикрепляют сваркой или винтами. При использовании в качестве груза свинца его забивают в специальные канавки, профиль которых имеет форму ласточкина хвоста. Чем дальше от оси вала разместить балансировочный груз, тем он может быть меньше по массе.

Различают статическую и динамическую балансировку. Первую обычно применяют для машины с частотой вращения до 1000 об/мин, вторую — более 1000 и для машин с удлиненными роторами. Хорошо сбалансированный ротор остается неподвижным в любом положении при перекачивании его по линейкам. Динамическую балансировку выполняют на специальном балансировочном станке, подшипники которого укреплены на пружинах.

§ 26. Сборка электрических машин

Электрические машины собирают на специальной площадке, свободной от всяких посторонних, не относящихся к сборке предметов. Перед сборкой проверяют комплектность отремонтированных узлов и деталей.

Установка подшипников. Изготовленные вкладыши или втулки подшипников скольжения запрессовывают в подшипниковые щиты винтовым или гидравлическим прессом. До запрессовки устанавливают в прорезь смазочное кольцо и следят, чтобы оно не мешало установке втулки или вкладыша на место. При запрессовке особое внимание обращают на правильное положение втулки в гнезде щита (отсутствие перекосов). Шариковые подшипники небольшого размера после тщательной промывки разогревают в масляной ванне до температуры $90\text{—}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в подвешенном состоянии или в металлической сетке.

Насаживают на вал подшипник легкими ударами молотка по трубе с пробкой. Трубу берут из малоуглеродистой стали или оконцованную медным ободком. Диаметр трубы должен соответствовать диаметру внутреннего кольца подшипника.

Крупные подшипники разогревают индукционным способом. На рис. 52 показана схема устройства, состоящего из разъемного сердечника 2, первичной обмотки 6 с выводами 5. В этом устройстве вторичной обмоткой будет служить кольцо подшипника 1. Разъем сердечника осуществляется в латунном шарнире 3. Ответвления от разного количества витков первичной обмоткой обеспечивают различную мощность разогрева. Питание индуктора осуществляют от трансформатора $380\text{—}220/36\text{—}12\text{ В}$ мощностью 250 Вт. Устройство смонтировано на асбоцементной плите 4. Для измерения температуры как на поверхности

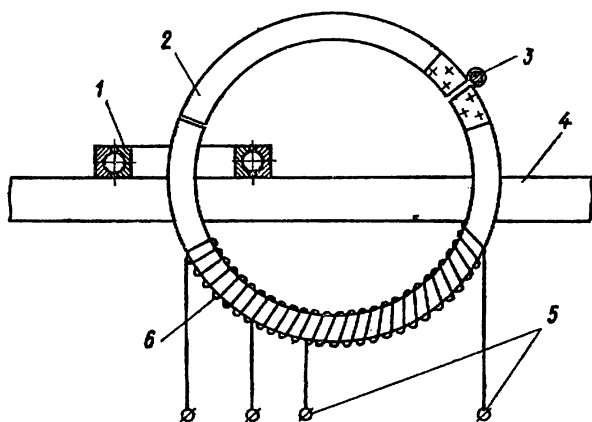


Рис. 52. Схема устройства для индукционного нагрева подшипников

нагретых тел, так и в труднодоступных местах применяют термопары.

На вал насаживают контактные кольца и укрепляют их; закрепляют вентилятор.

Установка ротора в статор. Ротор устанавливают в статор осторожно, чтобы не повредить обмотки и сердечник.

Далее устанавливают задний подшипниковый щит. При этом следят, чтобы смазочное кольцо подшипников скольжения было поднято и не мешало установке щита. При правильной установке щита риски, нанесенные на щит и корпус машины до ее разборки, совпадают. Установленный щит слегка завертывают болтами. Надевают передний щит, который также завертывают болтами. Болты завертывают попеременно в диаметрально противоположных точках, каждый раз примерно на пол-оборота. Не затягивая болты подшипниковых щитов до отказа, поворачивают ротор от руки. При правильной сборке ротор легко вращается.

Устранив возможные неполадки, устанавливают фланцы. Масляные камеры подшипников скольжения заливают маслом. Устанавливают все остальные детали машины. Проверяют продольное перемещение (разбег) ротора, которое не должно превышать 1—2 мм. Воздушный зазор между ротором и статором не должны отличаться от номинальных значений более чем на $\pm 10\%$. Окончательно затягивают все болты, винты и гайки и передают машину на испытательный стенд для проведения испытаний.

§ 27. Особенности ремонта асинхронных электродвигателей во взрывозащищенном исполнении

Наибольшее распространение получили взрывозащищенные асинхронные электродвигатели ВАО (взрывозащищенный, асинхронный, обдуваемый). Взрывозащищенные электродвигатели с короткозамкнутым ротором отличаются прочностью, герметичностью отдельных узлов и использованием при изготовлении их специальных материалов. Статор двигателей ВАО выполняют из стальной или чугунной трубы. Подшипниковые щиты сделаны из чугуна повышенной прочности и вместе со станиной образуют взрывонепроницаемую оболочку. Щиты входят в специальные расточки станины и крепятся к ней болтами. Подшипниковые узлы с наружной стороны имеют канавки с уплотнением и взрывонепроницаемым зазором между валом и щитом. Вводное устройство и корпус машины способны

выдержать давление взрыва. Сочленения щит — станина, щит — вал, корпус — коробка выводов предотвращают возможность передачи взрыва в окружающую среду. Обмотки статора одно- или двухслойные, выполненные проводами ПЭТВ, ПСДКТ, ПСДК круглого или прямоугольного сечения в зависимости от мощности двигателя.

К ремонту взрывозащищенных электродвигателей предъявляются более жесткие требования. Не подлежат ремонту сборочные единицы при наличии обрыва короткозамкнутой клетки ротора, трещин любого характера, образовавшихся на корпусе, щите или коробке выводов, износа диаметра пакета ротора, приводящего к увеличению среднего зазора более 15—25 %. По большому количеству операций осуществляется межоперационный контроль.

При ремонте производят частичную или полную разборку электродвигателя, очищают статор и ротор от пыли и грязи, промывают подшипниковые узлы.

Особо проверяют сборочные единицы и детали, образующие взрывобезопасную оболочку, взрывонепроницаемые поверхности (отмечаемые «взрыв»), зазоры и уплотнения между отдельными сборочными единицами двигателя. Отбраковывают детали, срок службы которых истек, поврежденные и износившиеся заменяют новыми. Остальные ремонтные операции по устранению дефектов обмотки железа статора вала выполняют аналогично электродвигателям общепромышленного назначения. Тщательно должно быть проверено вводное устройство, состояние контактных соединений, уплотнения и изоляции жил кабеля.

Детали, непосредственно формирующие взрывонепроницаемую оболочку двигателя, должны иметь клеймо об их окончательной приемке и о проведенных гидроиспытаниях.

При ремонте нужно соблюдать осторожность в обращении с деталями, имеющими взрывозащищенную поверхность. Работать следует только исправным инструментом с деталями (выколотки, молотки) из дерева или цветного металла. Крепежные детали должны иметь антикоррозионное покрытие. Все резьбовые соединения перед сборкой должны быть смазаны.

§ 28. Особенности ремонта мощных электродвигателей

Мощными принято считать асинхронные двигатели мощностью более 600—1000 кВт, синхронные — свыше 1000 кВт и машины постоянного тока — от 200 и более 1400 кВт.

Мощные асинхронные двигатели изготавливают на номинальное напряжение 3,6 и 10 кВ, а машины постоянного тока — до 660 В. Отличительной особенностью мощных двигателей является их конструкция. Их делают с горизонтальным и вертикальным валом (например, двухскоростной двигатель ДВДА-260/99-20-24 У4 мощностью 4000/2500 кВт и частотой вращения 300/250 об/мин), с шарико- или роликовыми подшипниками, или стоячковыми подшипниками (например, двигатель А02—21—49—16VI мощностью 3200 кВт и частотой вращения 370 об/мин). Стоячковые подшипники скольжения вынесены за пределы щита и закреплены на стояках. Вкладыши подшипника выполняют разъемными по горизонтальной плоскости. Подшипники скольжения имеют кольцевую или принудительную смазку.

Электродвигатели АД мощностью 320 кВт выполнены на щитовых подшипниках качения или скольжения. При стоячковых подшипниках для предотвращения подшипниковых токов один из подшипников со стороны, противоположной приводу, устанавливают на изоляционных гетинаксовых листах. Существенным для этих машин является система охлаждения. Для постоянного наблюдения за температурой в пазы статора уложены терморезисторы. Для двигателей ВН особое значение имеет качество изоляции обмоток статора. Применяется изоляция типа «Монолит-1» класса В по нагревостойкости, стеклослюдяная лента и другие изоляционные материалы.

В ряде двигателей в нижней части станины предусмотрены электронагреватели, которые включаются при длительной остановке двигателя для предотвращения появления конденсата и увлажнения изоляции.

Особое внимание уделено прочности короткозамкнутых обмоток ротора. Обмотки ротора для двигателей мощностью до 630 кВт выполняют литыми из алюминиевых сплавов, от 630 кВт и выше — из медных стержней и медных короткозамкнутых колец. На короткозамкнутых кольцах установлены бандажные кольца из немагнитной стали. Для ряда двигателей одноклеточные обмотки ротора выполнены из стержней трапециевидного сечения (рис. 53), прижатых на концах к боковым стенкам паза встречными клиньями. Бандажные кольца из немагнитной стали защищают медные кольца и стержни от действия центробежной силы.

Мощные электрические двигатели используются в качестве электропривода прокатных станков, оборудования

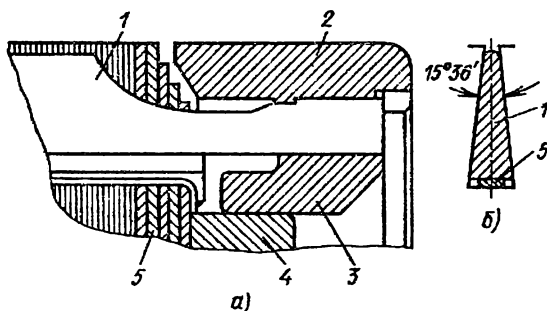


Рис. 53. Ротор двигателя АТД:

а — конструкция «беличьей клетки», *б* — сечение стержня ротора; 1 — стержень трапецидального сечения, 2 — стальное бандажное кольцо, 3 — короткозамыкающее кольцо, 4 — нажимное кольцо, 5 — роторный клин

собственных нужд электростанций, цементных печей и других мощных установок. Двигатели большой мощности, достигающей 8000 кВт, и напряжением 6,0—10 кВ изготавливают особенно тщательно. Витковая и корпусная изоляция рассчитана на эксплуатацию 15—20 лет без капитального ремонта. Тем не менее в этих машинах возможны повреждения, которые приводят к простоям оборудования и значительному ущербу предприятия.

К числу основных повреждений могут быть отнесены следующие:

повреждения изоляции, вызванные электрическим воздействием коммутационных перенапряжений, связанные с нагревом, воздействием влаги и масла, старением изоляции и повреждения, вызванные электрической нагрузкой и вибрацией;

повреждения обмотки статора и ротора;
повреждения активной стали статора;
повреждения короткозамкнутых роторов;
повреждения токосъемного устройства;
повреждения подшипников скольжения и неисправности подшипников качения.

Ремонт мощных электродвигателей, масса которых достигает нескольких тонн, сопряжен с трудностями и большой ответственностью.

Если после ряда испытаний и замеров электродвигатель нужно частично разобрать, составляют проект производства работ с учетом конструкции двигателя, к которому должен быть приложен линейный или сетевой график

ремонта, определено время ремонта, рабочее место, проектирование и изготовление нужной оснастки и приспособлений, порядок разборки, количество и квалификация ремонтного персонала, инструмент, оборудование и необходимые материалы.

Разборку — одну из ответственных операций — производят следующим способом: снимают щиты, диффузор, разбирают опорные подшипники и способом, показанным на рис. 42,б (или аналогичным), выводят ротор.

Если при испытаниях активной стали перед началом ремонта при замерах установлены завышенные удельные потери, что означает общее старение активной стали, необходимы полная перешихтовка и переизолировка листов стали. Мелкие повреждения — распушение листов, засорение вентиляционных каналов, деформация пакетов, распорки и другие — должны быть устранены.

При обнаружении повреждений поверхности расточки статора (ослабление плотности прессовки концевых пакетов, местные замыкания на поверхности стали, оплавления и др.) проводят испытание активной стали и принимают меры к устранению дефектов.

Проверяют систему вентиляции и очищают сжатым воздухом вентиляционные каналы статора.

Ремонт обмотки статора. При осмотрах определяют состояние изоляции (отсутствие трещин, вмятин, мест перегрева), проверяют плотность установки пазовых клиньев обмотки, деформацию, ослабление или обрывы бандажей, крепление лобовых частей обмотки к бандажным кольцам, выпадение или смещение дистанционных прокладок и распорки. Проверяют на слух плотность установки клиньев постукиванием по клину молотком 200—300 г. В случае необходимости клинья заменяют, извлекая ослабленные с помощью стальной выколотки с острыми зубьями.

Оборванные или ослабленные шнуровые бандажы на лобовых частях срезают и заменяют новыми. При накладке бандажей (рис. 54) соблюдают плотную укладку шнура. Бандажы пропитывают лаком БТ-99 и покрывают эмалью ГФ-92ХС. Применяют стеклолавсановый шнур марки ШСЛ. При частичной смене стержней статорной обмотки их извлекают из паза, удаляют старую изоляцию и после восстановления изоляции стержня и паза устанавливают на свое место. Извлечению стержня с дефектной изоляцией предшествуют следующие операции: надо распаять секцию, в которую входит поврежденный стержень, освобо-

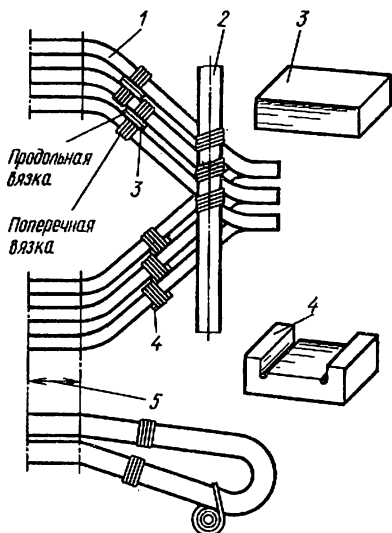
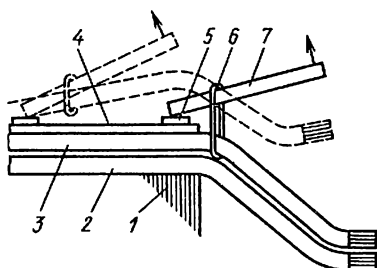


Рис. 54. Крепление лобовых частей обмотки статора:
1 — катушка, 2 — бандажное кольцо, 3 и 4 — дистанционные прокладки, 5 — прямая часть катушки по выходе из паза

Рис. 55. Демонтаж стержня из паза статора:
1 — сердечник статора, 2 — нижний стержень, 3 — верхний стержень, 4 — поверхность расточки статора, 5 — прокладка, 6 — петля, 7 — рычаг



дить его от бандажей и, прогрев током $10\text{--}12\text{ А/мм}^2$ до размягчения изоляции, извлечь, как показано на рис. 55.

Проверяют целостность стержней короткозамкнутого ротора и прочность места пайки стержней с короткозамыкающим кольцом.

Ремонт роторов. Проверяют наличие балансировочных грузов и в случае необходимости по результатам балансировки устанавливают их в соответствующих местах. Проверяют целостность вентиляторов, плотность прессовки стали и крепеж деталей.

Проверяют плотность посадки стержней в пазу, качество паяк стержней с короткозамыкающим кольцом. Плотность посадки стержней проверяют простукиванием. Если стержень перемещается или слышно дребезжание, то он слабо посажен. В этом случае стержень чеканят. При обнаружении трещин в местах соединения (рис. 56) стержня с короткозамыкающим кольцом 3 стержень разрезают, а в торце стержня 1 просверливают отверстие глубиной 6—7 мм, диаметром, равным половине диаметра стержня. На место высверленной части устанавливают заполнитель 2, изготовленный из того же материала, что и стержень 1. Зазор, равный 0,1—0,2 мм, запаивают меднофосфори-

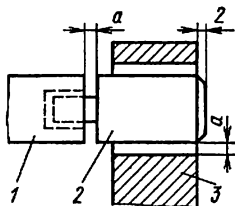


Рис. 56. Установка за-полнителя для пайки

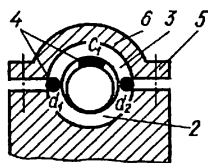
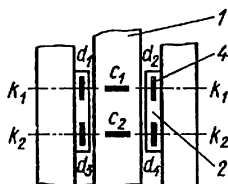


Рис. 57. Способ замера зазора подшипника



стым или серебряным припоем (ПСр-71ф) для быстроходных двигателей.

Зазор стояковых разъемных подшипников скольжения (рис. 57), используемых в мощных машинах, определяют следующим образом: между шейкой вала 1 и верхней половиной вкладыша 3 (нижняя половина 2), а также в полость разъема вкладышей после снятия крышки подшипника 6 закладывают отрезки свинцовой проволоки 4 толщиной 0,5—1 мм и длиной 2—4 см. Затем верхнюю половину вкладыша и крышку устанавливают на свои места и равномерно затягивают стяжные болты (5 — ось болта), при этом отрезки свинцовой проволоки сплющиваются соответственно зазорам. Подшипник разбирают и микрометром измеряют толщину всех свинцовых оттисков.

Зазор по линии K_1K_1 определяется по формуле: $\delta_1 = c_1 - \frac{d_1 + d_2}{2}$, а по линии K_2K_2 : $\delta_2 = c_2 - \frac{d_3 + d_4}{2}$. Расчетный вертикальный зазор $\delta = 0,5 (\delta_1 + \delta_2)$. Значения δ_1 и δ_2 не должны различаться между собой больше чем на 10 %. Расчетный вертикальный зазор приведен в табл. 2. При отклонении зазора от нормы подшипник подлежит ремонту.

Восстановление посадочного места вала производится путем электродуговой наплавки. Проверяют целостность вводной коробки.

После сборки машины и проведения необходимых испытаний ее сушат способом потерь в активной стали ротора, постоянным током, внешним нагревом или методом трехфазного короткого замыкания.

§ 29. Испытания электрических машин

Отремонтированные машины в зависимости от мощности и назначения подвергаются приемо-сдаточным испытаниям согласно «Нормам испытания электрооборудования». В частности, электрические машины мощностью до 1000 кВт подвергаются следующим электрическим испытаниям:

1) проверке сопротивления изоляции всех обмоток относительно корпуса и между собой. Эту проверку проводят при номинальном напряжении для машин до 1000 В мегаомметром на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции между собой и относительно корпуса должно находиться в пределах 0,5—1 МОм;

2) испытанию изоляции электрической прочности повышенным напряжением переменным током промышленной частоты 50 Гц путем приложения к изоляции обмоток в течение 1 мин повышенного напряжения. Величина этого напряжения для обмоток статора машин переменного тока должна быть равна $0,8(2U_{\text{ном}} + 1)$ В, но не ниже 1200 В, где $U_{\text{ном}}$ — номинальное напряжение машин;

3) измерению величины зазоров между сталью ротора и статора, а также в подшипниках.

Для машин мощностью более 1000 кВт и номинальным напряжением до 3,3 кВ испытательное напряжение статора принимается равным $0,8(2U_{\text{ном}} + 1)$ кВ.

Для испытания обмоток статора машин мощностью от 1000 кВт и более с номинальным напряжением от 3,3 до 6,6 кВ испытательное напряжение принимается равным $0,8 \cdot 2,5 U_{\text{ном}}$ кВ, а с номинальным напряжением свыше 6,6 кВ — $0,8(2U_{\text{ном}} + 3)$ кВ.

Измерение сопротивления изоляции постоянному току обмоток статора и ротора выполняется у электродвигателей на номинальное напряжение 3 кВ и выше и мощность 300 кВт и более.

Испытание электродвигателей на холостом ходу проводится для электродвигателей мощностью 100 кВт и более на номинальное напряжение 3 кВ и выше.

Проверка позволяет установить существенные неполадки, например: повышенный против нормы ток холостого хода указывает на увеличенный зазор между статором и ротором или малое число витков в обмотке статора; повышенные потери мощности при холостом ходе — на межвитковое замыкание, повреждение сердечника или повышенное трение в подшипниках.

Результаты испытаний заносят в протокол. Объем и норму испытаний уточняют в каждом отдельном случае согласно нормам или ведомственным инструкциям.

Подумайте и ответьте

1. Каковы основные неисправности электрических машин?
2. Как подготовить электрическую машину к ремонту?
3. Каковы основные особенности ремонта обмоток электрических машин?
4. В каких случаях нужно ремонтировать обмотку, а в каких ее надо изготовить вновь?
5. Какое значение имеет пропитка обмотки и как она выполняется?
6. Для чего нужна сушка обмотки?
7. Какие виды измерений и контроля машин вы знаете?
8. Каковы особенности ремонта мощных двигателей?

ГЛАВА VI

РЕМОНТ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

§ 30. Типы осветительных приборов и их ремонт

Осветительный прибор — это устройство, содержащее одну или несколько ламп и светотехническую арматуру, перераспределяющее свет лампы и преобразующее его структуру и предназначенное для освещения или сигнализации.

Под *светотехнической арматурой* понимают часть осветительного прибора, предназначенную для крепления лампы и подключения ее к системе питания, для защиты лампы от механических повреждений и изоляции ее от окружающей среды. Светотехническая арматура может включать устройства для зажигания и стабилизации работы газоразрядных ламп.

К осветительным приборам, применяемым для освещения производственных помещений и их территории, относятся светильники общего освещения с лампами накаливания, люминесцентными и лампами высокого давления ДРЛ*, светильники для наружного освещения, светильники местного освещения и прожекторы.

Основными частями каждого светильника являются:

*ДРЛ — дуговая ртутная лампа.

корпус, отражатель, рассеиватель, узел крепления, контактное соединение и патрон для крепления лампы (рис. 58).

Светильники с лампами ДРЛ и люминесцентными получили широкое распространение, так как имеют более высокий кпд, большую световую отдачу и значительный срок службы по сравнению со светильниками и лампами накаливания.

Для зажигания и устойчивого горения газоразрядные лампы включаются с помощью специальной пускорегулирующей аппаратуры (ПРА), starters, конденсаторов, разрядников и выпрямителей.

При техническом обслуживании осветительных приборов необходима очистка в плановые сроки отражателей, рассеивателей, защитных стекол и корпусов светотехнической арматуры, замена перегоревших ламп (источников света).

Важнейшим мероприятием для поддержания нормируемой освещенности рабочих мест является проверка состояния источников света, которые по истечении определенного срока, не перегорев, снижают освещенность в два

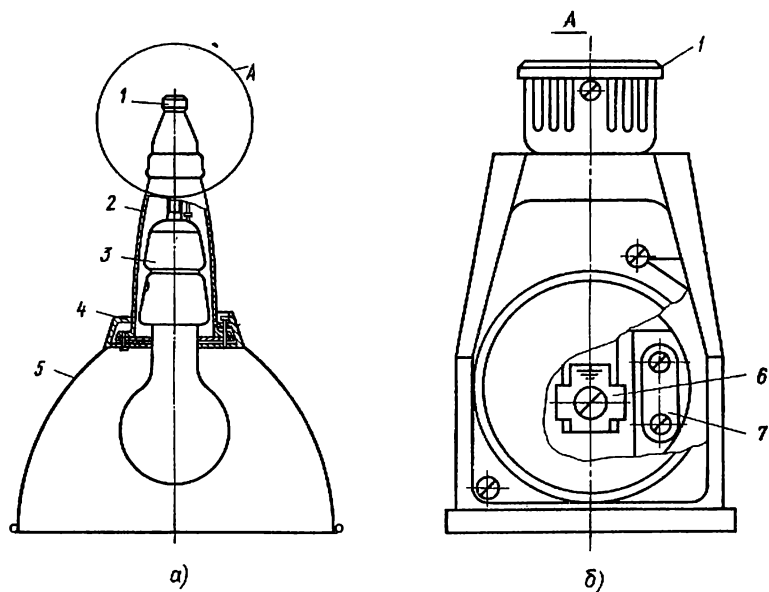


Рис. 58. Светильник УПД:

а — общий вид, *б* — вводный узел; 1 — накидная гайка, 2 — корпус, 3 — фарфоровый патрон, 4 — замок, 5 — отражатель, 6 — контакт заземления, 7 — колодка зажимов

и более раза (особенно люминесцентные лампы). В зависимости от организации ремонта на предприятии возможны два варианта смены ламп и контроля светильников: поштучно, по мере перегорания; группами по истечении срока службы на 80—90%. В каждом случае светильник тщательно осматривают, очищают и проверяют.

Контроль освещенности на рабочем месте производят люксметром Ю-16. Он состоит из гальванометра, имеющего три шкалы, отградуированных с пределами до 25, 100 и 500 лк (лк — «люкс» — единица измерения освещенности), размещенного в пластмассовом корпусе, и выносного светоприемника (селеновый фотоэлемент), присоединенного к зажимам аппарата гибким проводом. Световой поток, падающий на селен (химический элемент), вызывает фототок, пропорциональный световому потоку. По отклонению стрелки гальванометра судят о величине освещенности. При измерении освещенности более 500 лк светоприемник закрывают поглотителем, выполненным в виде пластинки из молочно-нейтрального оргстекла. При измерении освещенности от ламп ЛД к показаниям люксметра вводят поправочный коэффициент 0,9; от ламп ЛБ — 1,1; от ламп ДРЛ — 1,2; при измерении естественной освещенности — 0,8.

Светильники с лампами накаливания легко разбираются, что позволяет очистить (промыть) стекло, восстановить окраску отражателей, сменить или устранить дефекты патрона, колодки зажимов или штепсельного соединения, устранить незначительные вмятины корпуса (металлического) и сменить прокладки. Незначительные следы подгара, копоти на контактных поверхностях устраняют мелкой шкуркой. При оплавлениях, значительном обгорании патрон и контактные детали заменяют новыми. При значительных разрушениях изоляции внутренних проводов (сделанных из провода марки ПРКС) — заменяют.

Светильник с люминесцентными лампами ПВЛП (рис. 59) — подвесной, состоит из корпуса 1, стальной планки 2, на которой монтируется электрическая схема, стального отражателя 3, рассеивателя 4 и узла крепления 5. Для разборки светильника раскрывают замки 6 и освобождают рассеиватель. Светильник имеет сальниковый ввод 7 и защищает контактное соединение и лампы от пыли и влаги. С помощью скоб 9 светильник устанавливают на потолке или подвешивают на штангах 8.

Следует обращать внимание на места, наиболее часто подвергающиеся повреждениям: контактное соединение

в патронах, штепсельных или зажимных соединениях, нарушение изоляции и целостности внутренних проводов, стартеров, пускорегулирующих аппаратов (ПРА) конденсаторов, уплотнений и прокладок вводов проводов, креплений и др.

Возможные повреждения: люминесцентная лампа не зажигается вообще; не зажигается и на одном или обоих ее электродах наблюдается свечение; при включении светильника перегорают нити лампы, лампа не зажигается и «мигает». Причинами таких дефектов могут быть неисправность электропроводки, патронов, стартеров, дросселя, неисправность самой лампы, ошибки в схеме соединения проводов светильника. На предприятиях, где большое количество люминесцентных светильников, рекомендуется иметь в лаборатории ЭРЦ специальный стенд (рис. 60), который позволит проверить лампу светильника и его элементы.

Проверка электродов лампы. Лампу *ЕЛ* (рис. 60) устанавливают в патрон, пакетным выключателем *Q* включают стенд в сеть, автотрансформатором *T* устанавливают необходимое напряжение. Переключатель *SA* устанавливают в положение, соответствующее мощности лампы 45, 65 или 80 Вт и соответствующего дросселя (*L1*, *L2*, *L3*). Если лампа исправна, она зажигается при включении кнопки *SB2*. По вольтметру *V2* и амперметру *A1* проверяют потребляемый ток и напряжение, сравнивая их с заводскими данными. Допускается отклонение $\pm 10-12\%$. Если при нажатии кнопки *SB2* лампа не зажигается и контрольная лампа *HL1* не горит, это значит, что электроды (один или оба) лампы оборваны и последняя бракуется. Бывает, что после долгого хранения исправная лампа не зажигается. Тогда прибегают к форсированному зажиганию, кнопкой *SB3* вводят конденсатор *C1* емкостью 5—6 мкФ для ламп 40 Вт или 9—10 мкФ для ламп 80 Вт, который увеличивает ток в цепи лампы. Не отпуская кнопку *SB3* до прогрева нити лампы, включают кнопку *SB4* и только после этого отпускают кнопку *SB3*, а после этого кнопку *SB4*. Исправная лампа загорается.

Если поврежден один электрод и ток проходит в одном направлении, то лампа мерцает — так называемый «выпрямляющий эффект», который определяется амперметром *A2* постоянного тока. Нажимают кнопку *SB1* и сравнивают показания *A2* и *A1*. Если показания *A2* достигают 25—30 % показаний *A1*, лампу бракуют.

Проверка стартеров. Стартер устанавливают в патрон

х, а контрольную лампу *HL2* мощностью 15—20 Вт переключателем устанавливают на контакт, соединенный с лампой. У исправного стартера *K* лампа *HL3* загорается и начинает мигать, так как электроды замыкаются. Если лампа *HL2* не горит и не мигает, стартер бракуют. По вольтметру *VI* определяют напряжение, при котором контакты стартера замыкаются, оно должно быть более 70 В при напряжении сети 127 В и более 130 В при 220 В.

Проверка ПРА. Используются зажимы *ХТ*, переключатель *SA* устанавливается в положение контакта, соединенного с лампой *HL3*. Если замкнуть зажимы *ХТ*, лампа *HL3* будет гореть полным накалом. Если присоединить зажимы 1 и 2 исправного ПРА к контактам *ХТ*, то лампа будет гореть неполным накалом. Если же лампа будет гореть полным накалом, это значит, что пробит конденсатор *C2* у ПРА. Присоединив зажимы 1 и 3, снова проверяют накал контрольной лампы *HL3*. Полный накал свидетельствует о наличии пробоя в одной из обмоток ПРА. Присоединив зажимы 2 и 4, проверяют накал лампы. Полный накал свидетельствует о коротком замыкании в другой обмотке ПРА. При присоединении зажимов 3 и 4 к *ХТ* лампа *HL3* горит почти полным накалом, так как суммарное сопротивление обмоток ПРА, конденсатора и резистора *R* мало. При испытаниях применяют предохранитель *FU*₁ — 6 А, *FU*₂ — 1,5 А, вольтметр *VI* — 250 В, *V2* — 160 В, амперметр *A1* — 1 А, *A2* — 0,5 А.

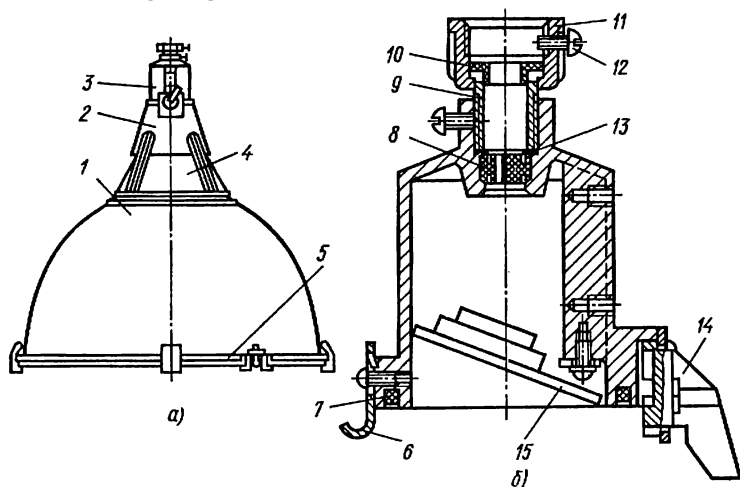


Рис. 61. Светильник РСП-12 с лампой ДРЛ:
а — общий вид, б — вводный узел

Светильник РСП-12 с лампой ДРЛ (рис. 61) состоит из отражателя 1, корпуса 2, узла подвеса 3 и рассеивателя 4. Низ светильника закрыт защитным стеклом 5.

Узел 3 крепится к корпусу 2 с помощью скобы 6, оси 7 и зажима 14, обеспечивающего легкий съем корпуса при монтаже и эксплуатации. Контактные соединения, расположенные на термоизоляционной прокладке 15, позволяют присоединять медные или алюминиевые провода сечением до 4 мм². Крепление патрона исключает возможность проворота лампы при ее замене. При периодических осмотрах необходимо проверять надежность уплотнений, креплений и контактов лампы. Осмотры производить только при отключении напряжения!

Для зарядки светильника надо отсоединить отражатель 1 от корпуса 2, для чего рукоятку зажима 14 повернуть против часовой стрелки и снять его с оси 7. Протянуть провода через уплотнитель 8, шайбу 13, втулку 9 и прокладку 10. После протяжки проводов эти детали вкладывают в обратном порядке. Светильник устанавливают на трубе и затягивают гайкой 11 с винтом 12.

На рис. 62 показана схема включения лампы ДРЛ от сети с напряжением U_c . Лампа 4 включается через дроссель 5 и ПРУ 3, состоящего из резистора 2, выпрямительного устройства 7, разрядника 6 и конденсатора подавления помех 1.

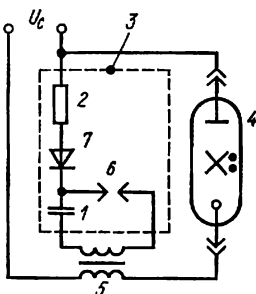


Рис. 62. Схемы включения лампы ДРЛ

§ 31. Ремонт светильников местного освещения и прожекторов

К этим светильникам местного освещения относятся переносные светильники с лампами на номинальное напряжение 12—36 В, защищенными проволоочными сетками. При пользовании светильниками в особо опасных, связанных с поражением тока местах необходимо постоянно проверять исправность патрона, вилки и шлангового провода. В светильниках местного освещения на станках необходимо следить и не допускать перетиранья и повреждения изоляции в местах перегиба (шарнирных соединений) и включающих аппаратов.

Особенностью эксплуатации прожекторов является то,

что они, как правило, установлены снаружи и поэтому находятся в резко меняющихся атмосферных условиях, что приводит к загрязнению, проникновению влаги и коррозии отражателя и контактов.

Ремонт прожекторов заключается в осмотре, очистке оптической системы, защитного рассеивающего стекла и отражателя, смене ламп, устранении дефектов вводов проводов, контактной системы и проверке крепления.

§ 32. Особенности ремонта взрывозащищенных светильников

При осмотре светильников обращают особое внимание на отсутствие трещин на стеклянном защитном колпаке, литом корпусе, сальниковых гайках вводного устройства.

Разбирать светильники необходимо с особой осторожностью, не допуская повреждений, особенно взрывозащищаемых поверхностей (отмеченных пометкой «взрыв»). Не допускается нанесение резких ударов и больших усилий при демонтаже. Трудно отвинчивающиеся крепежные детали необходимо предварительно смочить керосином. Крепежные изделия после разборки следует вернуть на свои места во избежание потери.

При разборке светильников для ремонта или смены ламп следует осмотреть и установить исправность патрона, контактов присоединения проводов и заземления, отсутствие раковин или коррозии на сопрягаемых плоскостях, проверить состояние резиновых уплотнений, изоляции ввода. Поврежденные элементы заменяют или восстанавливают.

Разборку светильников следует проводить при отключенной электрической сети, если ремонт связан с заменой ламп, или в ремонтном цехе, если они подлежат капитальному ремонту. Для разборки пользуются специальным инструментом и выполняют ее в такой последовательности: ключом отвинчивают болты, крепящие нажимную муфту, и снимают ее. Из гнезда ввода вынимают резиновое кольцо. Ключом вывертывают крышку вводного устройства светильника. Проверяют состояние контактных зажимов и заземления. Отвертывают винты, крепящие отражатель, защитную сетку и стекло. Проверяют лампу.

При сборке, если есть необходимость, заменяют провод внутренних соединений проводом ПРКС. Сборку выполняют в обратной последовательности.

§ 33. Выполнение и обслуживание специальных установок с искусственным освещением

К специальным с искусственным освещением следует отнести иллюминационные, агитационно-художественные, рекламные, наглядного и информационного назначения установки.

В праздничные дни предприятия оформляют средствами искусственного освещения фасады зданий и цехов в виде лозунгов, призывов, эмблем. В рабочие дни средствами искусственного освещения большинство предприятий обозначают наименование фирмы, название предприятия с помощью светящихся букв, расположенных, как правило, на карнизах крыш главных зданий. Освещаются скульптуры, доски почета, панно с призывами, являющиеся составной частью наглядной агитации, средством пропаганды нашего социалистического общества.

Праздничное освещение, хотя и временное, должно выполняться с большой степенью ответственности как по содержанию и качеству, так и по надежности и безопасности. Любая установка агитационно-художественного, рекламного или информационного назначения должна выполняться по заранее разработанному проекту, согласованному с местными органами энергонадзора, госпожнадзора и утвержденному главными инженером предприятия.

К установкам с искусственным освещением следует отнести устройства, использующие в качестве источников света: газосветные, люминесцентные и лампы накаливания, прожекторные установки и др. Устройства могут быть статическими или выполненными по типу «бегущий огонь», вращающимися, мигающими и т. д.

Устройства с газосветными лампами обычно используют для освещения букв, эмблем и реклам. Основным элементом освещения — газосветные лампы, представляющие собой круглую цилиндрическую трубку диаметром 18 мм с впаянными металлическими электродами и заполненную инертным газом с добавлением паров ртути.

Монтаж газосветных устройств выполняется, как правило, специализированными организациями или работниками ЭРЦ предприятия, имеющими определенные знания, опыт и навык.

При эксплуатации и осмотрах необходимо обращать внимание, чтобы газосветный трансформатор (ГСТ) не был включен без нагрузки, так как при холостом ходе вторичное напряжение возрастает в 1,5—2 раза и может

вывести ГСТ из строя. Необходимо проверить контактные соединения, изоляцию установки, жесткость металлоконструкции и в случае необходимости укрепить, чтобы от ветра не возникала вибрация. Если наблюдается повышенное гудение ГСТ, что может быть следствием междувиткового замыкания обмотки, ГСТ надо заменить или, если это возможно, устранить дефект. Лампы с повышенным напряжением горения или нарушенной герметичностью заменяют. Если заметно потрескивание в установке — это следствие большого тока утечки на стороне ВН и неплотности контактов, что следует устранить. Проверяют исправность трубодержателей и перемычек.

Пржекторное освещение используется для подсвета скульптур, крупных панно, стендов, фасадов зданий. При смене ламп прожектора нарушается фокусировка светового луча, который следует привести в проектное положение. Остальные требования изложены в § 31.

Для высвечивания букв размером 0,5—0,8 м по высоте, символов и Досок почета применяют лампы накаливания. Для освещения небольших стендов с показателями, фотографиями передовиков производства, наглядной агитацией в помещениях цехов удобно использовать люминесцентные лампы, прикрыв экраном трубку лампы.

Для примера рассмотрим, как выполняют светящийся символ «звезда» лампами накаливания (рис. 63). Монтажные провода для присоединения патронов прокладывают

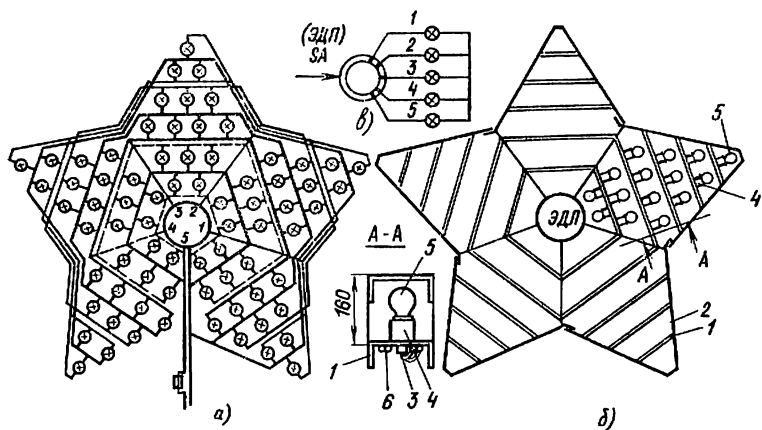


Рис. 63. Световая эмблема «звезда»:

а — принципиальная схема соединений, б — общий вид металлоконструкции, в — схема электродвигательного переключателя (ЭДП); 1 — П-образные желоба, 2 — луч, 3 — ниппель патрона, 4 — патрон, 5 — лампа, 6 — провода

и желобах и соединяют патроны «шлейфом». Каждая группа соединенных патронов через специально предусмотренные в желобах отверстия выводится к внутренней поверхности луча, где присоединяется к магистральным группам помощью пайки. Все провода, проложенные по поверхности луча, закрепляют скобками. Все магистральные группы заводят в центральную коробку, где соединяют между собой или присоединяют к определенным зажимам ЭДП. Используют лампы мощностью 15, 25 и 40 Вт с цветным стеклом колбы, освоённые промышленностью, либо их окрашивают одним из способов: цветным лаком или типографской краской (нужного цвета), разведенной цапонлаком, либо раствором: 1 г красителя, 1 г шеллака в 0,5 л денатурированного спирта. Изготовленные и смонтированные конструкции проверяют на электрическую прочность изоляции, механическую прочность металлоконструкции и по заключению определенной комиссии допускают к эксплуатации.

Подумайте и ответьте

1. Какие осветительные приборы применяют для освещения производственных помещений и территорий?
2. Как проверяют люминесцентные лампы?
3. Какие основные работы проводят при ремонте светильников и прожекторов?
4. Как выполняют специальные установки с искусственным освещением?

Глава VII

РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

§ 34. Основные виды устройств ЭС и причины их повреждения

Электрической сетью (ЭС) называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, воздушных (ВЛ) и кабельных линий электропередачи, токопроводов, работающих на определенной территории. Ремонт оборудования подстанций и распределительных устройств рассматривается в гл. VIII и IX.

К наиболее распространенным электрическим сетям промышленных предприятий следует отнести:

воздушные линии (ВЛ) электропередачи напряжением до 1 кВ с алюминиевыми, сталеалюминиевыми, биметаллическими и стальными проводами — устройства, расположенные на открытом воздухе с проводами, прикрепленными с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.);

кабельные линии до 10 кВ, состоящие из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделки) и крепежными деталями, прокладываемые в специальных сооружениях (кабельные туннели, каналы, короба, блоки, эстакады и др.) или непосредственно в земле, в траншее. В последнем случае применяются преимущественно бронированные кабели со свинцовой, алюминиевой или пластмассовой оболочкой, защищенной стальной лентой, которая, в свою очередь, должна иметь внешний покров, устойчивый от химических воздействий; токопроводы (шинопроводы) жесткие напряжением до 1 кВ заводского изготовления, подразделяющиеся на магистральные, распределительные, троллейные и осветительные;

электропроводки, представляющие собой совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями.

Устройства ЭС являются надежными и имеют при нормальной эксплуатации длительный срок службы. Плановые сроки ремонта составляют 10—20 лет.

Наиболее тяжелыми внешними причинами, вызывающими повреждения или разрушения участков ВЛ, являются: наводнения, половодья, ледоходы в районе прохождения ВЛ; ураганные ветры; гололед; низкие температуры воздуха; местные очаги пожара (возгорания) вблизи линий.

Для кабельных линий и электропроводок, выполненных изолированными проводами, в цехах предприятий основными причинами нарушения работы являются:

значительные и длительно действующие перегрузки проводов и кабелей, приводящие к «старению» изоляции и нарушению контактных соединений вследствие перегрева;

сырость, влага, наличие агрессивных паров, снижающих прочность изоляции и создающих коррозию металлических конструкций и труб, контактных соединений, концевых и соединительных разделок;

грязь, пыль, копоть, нарушающие контактные соединения;

нарушение прочности крепления проводов и кабелей на металлоконструкциях и изоляционных опорах.

§ 35. Ремонт устройств ЭС

Особенность ремонта устройств ЭС заключается в том, что последний производится непосредственно на месте повреждения. Это обстоятельство требует организации и подготовки рабочего места с доставкой к месту работ инструмента, механизмов, приспособлений и материалов, необходимых для ремонта, выполнение ограждения рабочего места и обеспечение безопасности труда ремонтного персонала.

Важнейшим профилактическим мероприятием, обеспечивающим нормальную эксплуатацию и долговечность устройств ЭС, является техническое обслуживание, выполняемое без отключения напряжения.

Воздушные линии. При осмотрах ВЛ осматривают опоры, траверсы и изоляторы. Деревянные опоры и их элементы проверяют на степень (глубину) загнивания древесины прибором ПД-1. Иглу прибора погружают в древесину и по резкому изменению усилия прокалывания определяют границу здоровой древесины. Измерение производят в трех точках по окружности детали.

У железобетонных опор проверяют наличие сколов, трещин и раковин. Осматривают состояние и сохранность антикоррозийного покрытия металлических траверс, бандажей, хомутов и оттяжек.

Отклонение опор от вертикальной оси не должно превышать 1:100 (отношение величины отклонения опоры к ее высоте) для деревянных и 1:150 для железобетонных опор.

Проверяют наличие обрывов или оплавления отдельных проводов, бой, сколы и трещины изоляторов; состояние проводов другого назначения (радио, сигнализация) и состояние светильников наружного освещения.

При осмотре проводов верхней части опор пользуются биноклем, величину отклонения опор определяют теодолитом, размеры раковин, отколов, ширину раскрытия трещин у железобетонных опор — металлической линейкой и щупом.

Нарушенное антикоррозийное покрытие бандажа и хомутов опор может быть восстановлено антикоррозийными смазками АМС-3, ЗЭС, ПВК, ПП-95 или глифталевым

лаком после очистки металлической поверхности бандажа или хомута от коррозии, остатков старой краски и грязи; незначительные сколы, поперечные трещины шириной раскрытия до 0,6 мм или продольные до 0,3 мм, раковины размером 20 × 20 × 2 мм в железобетонных опорах устраняют краской, шпаклевкой или заделкой полимерцементной краской или раствором (табл. 3).

Для нанесения краски или раствора ремонтируемые поверхности очищают от пыли и грязи ветошью, смоченной в бензине, выравнивают стальной щеткой или скребком; удаляют отслоения и зачищают оголенную арматуру. Нанесение краски лучше производить краскопультом.

Кабельные линии. Осмотр кабельных линий проводится в сроки, предусмотренные местными инструкциями и ПТЭ. При осмотрах трасс особое внимание уделяют траншеям. При обнаружении провалов последние должны быть устранены путем вскрытия в этих местах траншеи и уплотнения грунта под кабелем засыпкой и утрамбовкой его.

При текущем ремонте выполняют работы по очистке каналов, туннелей, коллекторов, удалению ржавчины и восстановлению окраски конструкций, рихтовке кабелей на лотках и в коробах. Укрепляют ослабленные элементы конструкций. Не реже одного раза в год кабельные линии подвергают профилактическим испытаниям.

Замер нагрузки воздушных и кабельных линий осуществляют электроизмерительными клещами.

Электропроводки. Проверяют состояние контактных соединений, фактические нагрузки и степень нагрева шин, окраску, прочность крепления короба и состояние фарфо-

Т а б л и ц а 3. Полимерцементные растворы и краски

Составная часть	Раствор, %		Краска
	для заделки крупных сколов и раковин	для шпаклевки крупных трещин, мелких раковин и шершавых поверхностей	
Быстротвердеющий цемент или портландцемент марки 500—600	22	28	60
Поливинилацетатная эмульсия или латекс	14	16	25
Песок крупный (до 3 мм)	56	—	—
Песок мелкий (до 0,3 мм)	—	46	—
Вода	7,5	10	15

ровых изоляторов (трещины, сколы). При сварных шинах проверяют наличие трещин в местах сварки.

Если электропроводка проложена в трубах, проверяют качество окраски труб, их оконцевание, качество соединения с протяжными и ответвительными коробками, фактические нагрузки, состояние мест присоединения, состояние наконечников и контактных соединений.

У тросовых и струнных проводок проверяют надежность крепления тросов, состояние изоляционных деталей натяжных устройств, качество крепления проводов и присоединения светильников.

§ 36. Капитальный ремонт устройств ЭС

Воздушные линии. При обнаружении значительных загниваний древесины (более 20 % сечения) или аварийных повреждениях опоры и их элементы заменяют.

Железобетонные опоры с трещинами с шириной раскрытия более 0,6 мм и при наличии нескольких в одном сечении или расслоении бетонной поверхности и оголении арматуры заменяют новыми.

Выправка опор. Опоры, имеющие отклонение вертикальной оси более, чем допускают нормы, выправляют с помощью лебедок или других механизмов, места строповки троса на опоре во избежание повреждения тела опоры защищают деревянными прокладками (между тросом и телом опоры). Если применяют гидравлические приспособления, на упоры механизма устанавливают резиновые прокладки. Выправку надо довести до такого состояния, чтобы вершина опоры прошла за вертикаль на 8—10 см. После выправки у основания опоры грунт плотно утрамбовывают, а ослабленные бандажи подтягивают.

Устройство проволочного бандажа. Проволочный бандаж делают из мягкой стальной оцинкованной ($\varnothing$ 4 мм) или неоцинкованной ($\varnothing$ 5—6 мм) проволоки с антикоррозийным покрытием лаком. Число проволоки при $\varnothing$ 4 мм — 12, при $\varnothing$ 5 мм — 10 и при $\varnothing$ 6 мм — 8. Каждый бандаж должен охватывать только две детали. Все витки бандажа должны быть ровно натянуты и плотно прилегать друг к другу. Концы проволоки забивают в древесину. Бандаж или хомут покрывают защищающей от коррозии смазкой по предарительно очищенной металлической поверхности бандажа или хомута.

Ремонт проводов. Если обрыв проволоки достигает менее 20 % общего количества, можно ограничиться

наложением на поврежденный участок бандаж, выполненного из того же материала. При большем повреждении устанавливают соединительную муфту, которую изготавливают из овального соединителя той же марки, что и провод, и выбирают на один размер меньше, чем сечение провода. Муфту разрезают по оси, надевают на провод, предварительно зачистив до блеска так, чтобы поврежденный участок с разорванными проволоками приходился на середину муфты. Муфту обжимают по проводу, концы бандажуют (рис. 64), прессуют клещами МП-19А или ручным гидрокпрессом РГП-7м или МГП-12.

Соединение голых проводов может быть выполнено скруткой или наложением бандаж (рис. 65) с последующей пропайкой для однопроволочных медных и алюминиевых проводов $\varnothing$ 4—6 мм и различными зажимами. При соединении алюминиевых многопроволочных проводов зажимом вне зависимости от типа соединяемые провода необходимо отрезать под прямым углом, концы проводов и контактную поверхность зажима (соединителя) очистить бензином и зачистить до металлического блеска стальной щеткой и ершом под слоем вазелина. После зачистки грязную смазку удалить и сразу же нанести чистый слой вазелина во избежание коррозии. При использовании зажима последний после зачистки надвигает на один из концов соединяемого провода. Конец второго провода вводят в зажим внахлестку. На выступающие концы проводов 20—40 мм накладывают бандаж. Закрепление зажима выполняют обжатием или скручиванием.

Для проводов А16-35 пользуются зажимами ПАБ-1-1, для А50-70 — ПАБ-2-1.

Соединение проводов из разных металлов при разных сечениях допускается выполнять только на опорах с помощью переходных зажимов.

При выпучивании в пролете верхнего повива провода на длине более 100—150 мм на поврежденное место должна быть наложена ремонтная муфта длиной 200 мм и две меньшей длины, установленные на расстоянии 20 мм друг от друга.

Перетяжку и регулировку проводов производят в тех случаях, когда под действием нагрузки на провод происходит проскальзывание его в вязках штыревых изоляторов, а также при нарушении величины стрелы провеса.

Ремонт металлических траверс, как правило, сводится к восстановлению антикоррозийной

Рис. 64. Устройство ремонтного соединителя:
 овальный соединитель (зажим),
 многожильный провод, 3 — прово-
 лочный бандаж, 4 — вмятины опрес-
 совки

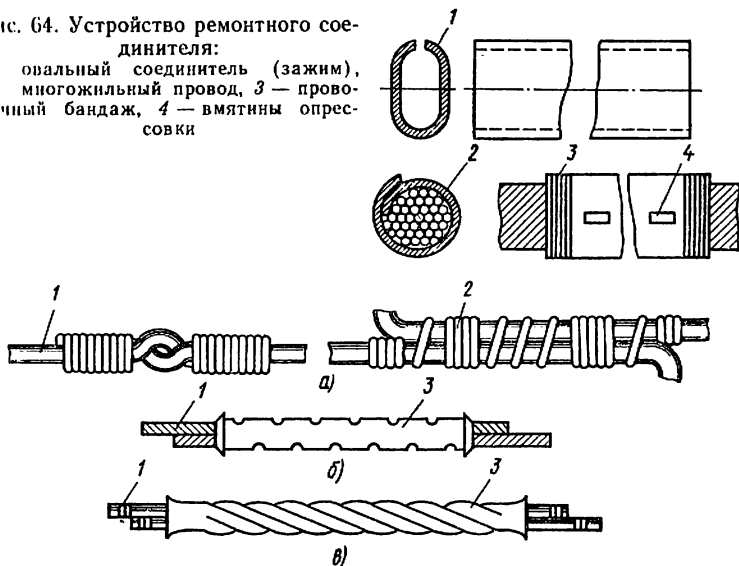
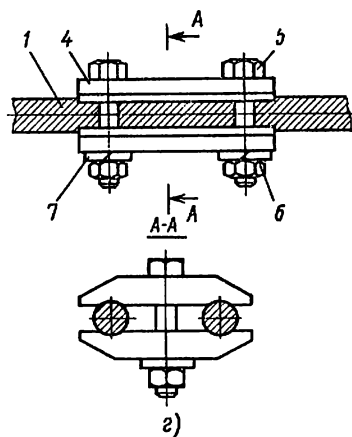


Рис. 65. Соединение голых про-
 водов БЛ:

а — однопроволочных способом
 скрутки и бандажом с пропайкой,
 б — многопроволочных методом об-
 жатия, в — методом скрутки, 2 —
 плащечным зажимом; 1 — провод,
 2 — бандаж, 3 — соединитель, 4 —
 плашка, 5 — болт, 6 — гайка, 7 —
 пружинящая шайба



окраски, к замене разбитых изоляторов и проверке зазем-
 ления.

Подъем на железобетонную опору допускается с приме-
 нением универсальных когтей-лазов системы «Тулэнерго»
 или с телескопической автовышки.

Кабельные линии. В кабельных сетях наиболее распро-
 страненными повреждениями являются: обгорание нако-
 нечников, повреждения концевых и соединительных муфт,
 возникающие чаще всего после аварий в результате нека-

чественного монтажа, дефектов изоляции кабеля или проникновения влаги.

Место повреждения кабеля определяют наиболее эффективным индукционным методом. При этом методе прослушиваются звуковые (рис. 66) сигналы от генератора звуковой частоты до места повреждения, которое должно иметь малое переходное сопротивление. В случае необходимости кабель «прожигают» высоким напряжением. В качестве генератора звуковой частоты может быть использован генератор ГЗ4-Т2 мощностью 4,5 кВт·А и диапазоном регулирования частот 900—1200 Гц.

Оконцевание алюминиевых жил кабеля или провода. Поврежденный наконечник удаляют с помощью ножовки. Оконцевание жилы кабеля новым наконечником может быть выполнено одним из следующих способов: электродуговой, газовой, термитной сваркой, способом пайки и опрессованием.

При любом способе оконцевания с жилы кабеля надо удалить изоляцию на длину 45—70 мм в зависимости от сечения жилы 16—150 мм², тщательно очистить оголенный участок жилы от пропиточного кабельного состава и промыть наконечник изнутри ветошью, смоченной бензином.

При электродуговой сварке (рис. 67) наконечник надевают на жилу так, чтобы торец жилы выступал на 2—3 мм. Устанавливают охладитель. Торец жилы и наконечник с внутренней стороны смазывают флюсом ВАМИ. К выступающему концу жилы подводят угольный электрод, который должен плотно прижиматься к жиле. Производят нагрев и расплавление жилы до образования монокристаллического стержня. При расплавлении происходит некото-

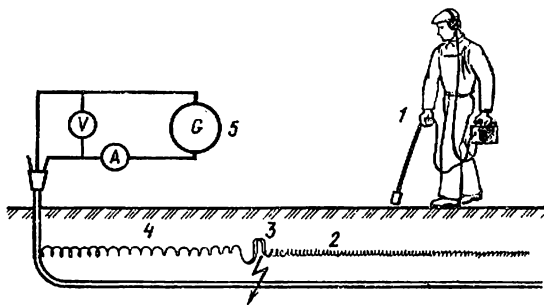
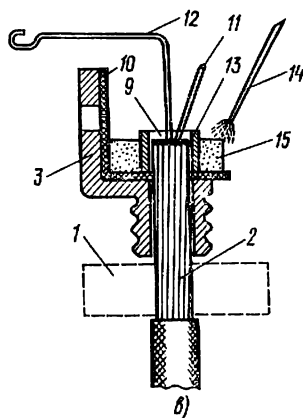
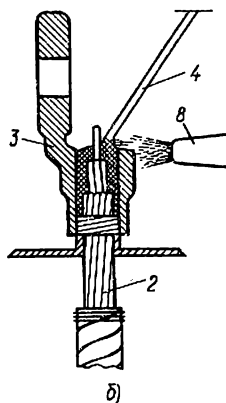
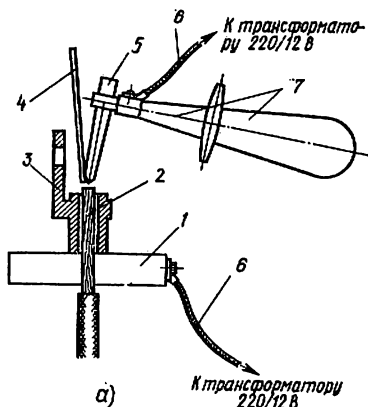


Рис. 66. Определение места повреждения кабеля: 1 — оператор с измерительной аппаратурой, 2 — слышимый участок кабеля, 3 — место повреждения, 4 — слышимый участок, 5 — генератор высокой (звуковой) частоты

рая усадка расплавленной массы, для чего в расплавленный металл вводится присадка — алюминиевый стержень, обмазанный флюсом. Одновременно им непрерывно помещивают расплавленную массу.

После заполнения наконечника расплавленной массой до краев производят расплавление верхней части наконечника — венчика. Расплавление производят до образования жидкой ванны, после чего вновь присаживают алюминиевый пруток. Еще раз присаживают алюминиевый пруток до образования наплыва сферической формы. При этом расплавленную массу перемешивают медленными круговыми движениями. На этом сварку прекращают. После охлаждения оконцованной жилы охладитель снимают, место сварки очищают от шлака и остатков флюса стальной щеткой и промывают бензином. Место сварки покрыва-

Рис. 67. Оконцевание алюминиевых жил кабеля или провода: а — электродуговой сваркой, б — пайкой, в — термитной сваркой; 1 — охладитель, 2 — жилы кабеля (провода), 3 — наконечник, 4 — присадочный пруток, 5 — угольный электрод, 6 — провода от трансформатора, 7 — электрододержатель, 8 — пламя паяльной лампы, 9 — расплавленный припой, 10 — асбестовая подкладка (экран), 11 — флюс, 12 — проволоочная мешалка, 13 — кокиль, 14 — термитная спичка, 15 — термитный патрон



ют изолирующим лаком, слоем изоляционной ленты и снова лаком. Сварку производят с помощью сварочного трансформатора при напряжении 12—36 В.

Газовую сварку производят с использованием пропан-бутановой установки, где пропан-бутан является горючей смесью. Эта установка компактна и удобна в эксплуатации, но при работе необходимо соблюдать меры предосторожности, предписываемые инструкциями.

Перед сваркой направленным пламенем нагревают среднюю часть наконечника, после чего в пламя вводят прутки припоя. Наконечники типа ЛА выбирают на одну ступень больше сечения жилы, чтобы обеспечить необходимый зазор между жилой и стенками наконечника, заполняемого расплавленным припоем.

При термитной сварке до начала сварки с концов жил удаляют изоляцию, скругляют секторные по сечению жилы пассатижами или насадкой на них до упора специальных алюминиевых колпачков. Надевают термитный патрон и асбестовым шнуром уплотняют пространство между патроном и жилой, устанавливают охладители и экраны из асбестового листа. При сварке используют флюс ВАМИ. Для предотвращения прикипания алюминия к стальному кокилю его внутреннюю поверхность перед сваркой покрывают мелом, разведенным в воде.

Ремонт концевых кабельных заделок (воронок). В кабельных сетях 1—10 кВ наибольшее распространение получили концевые эпоксидные заделки.

Герметичность в эпоксидных заделках достигается следующим образом:

при нарушении герметичности в месте окончания корпуса заделки необходимо обезжирить ветошью, смоченной бензином, нижнюю часть заделки на 40—50 мм, затем нижний участок заделки и прилегающий участок оболочки кабеля на расстоянии 10 мм обмотать двумя слоями киперной ленты, смазанной эпоксидным компаундом;

на обезжиренный участок устанавливают смазанную трансформаторным маслом стальную ремонтную форму, которую заливают компаундом, после затвердения последнего форму удаляют;

при нарушении герметичности в месте выхода жил из конуса заделки обезжиривают верхнюю плоскость, торцовую часть конуса и участки жил, примыкающие к конусу на расстоянии 20—30 мм. Устанавливают ремонтную форму, смазанную трансформаторным маслом, заливают компаундом и после его затвердения форму удаляют.

Термитную сварку и замену концевых заделок выполняют способом и правилами, предусмотренными монтажной практикой.

Ремонт соединительных муфт. Повреждения в соединительных муфтах чаще всего возникают в результате электрического пробоя между жилами кабеля или в случае проникновения влаги под оболочку, повреждения поясной и жилой изоляции. В перечисленных случаях соединительная муфта подлежит, как правило, замене.

Дефектную муфту вырезают и вместо нее устанавливают новую за счет спрямления проложенного кабеля, который по своей длине должен иметь запас. Иногда, если муфта находится вблизи концевой заделки и нет запаса кабеля, заменяют этот участок кабеля новым.

Ремонт шин и проводов. *Шинопроводом* называется устройство, предназначенное для передачи и распределения электроэнергии, состоящее из неизолированных (преимущественно шин прямоугольного сечения) или изолированных проводников (осветительный шинопровод) и относящихся к ним изоляторов, защитных оболочек, ответвительных устройств, поддерживающих и опорных конструкций.

Современные шинопроводы являются достаточно надежным устройством. Но в процессе эксплуатации необходимо периодически очищать их от пыли, которая может привести к снижению уровня изоляции и аварии. Пыль можно удалить пылесосом или продуванием воздуха при открытых торцовых крышках.

Необходимо следить за нагревом контактных соединений шинопроводов с помощью термоиндикаторов. В качестве термоиндикатора применяется специальная термопленка, которую приклеивают на контролируемое место клеем БФ-2. Первоначальный цвет — красный, при 80—85 °С — темно-вишневый, при 95—100 °С — темно-коричневый, при температуре более 110 °С — светло-желтый. Пленка должна быть видима на расстоянии 4—5 м. Допустимая температура разборного (болтового) контактного соединения не должна превышать 95 °С при напряжении до 1000 В и 80 °С — свыше 1000 В. При прохождении токов короткого замыкания температура нагрева в местах соединения не должна превышать 200 °С для алюминиевых шин и 300 °С — для медных. Необходимо периодически проверять болтовые соединения, не допуская чрезмерную затяжку, которая может привести к выпучиванию алюминия и ухудшению контакта. Следует обращать особое внима-

ние на врубные контакты ответвительных коробок штепсельных соединений, которые при необходимости очищают тонким плоским напильником или наждачным полотном средней зернистости.

Повреждение изоляции обнаруживают с помощью мегаомметра.

Дефектный участок шинопровода ремонтируют либо на месте, либо всю секцию демонтируют и ремонт выполняют в ремонтном цехе.

Ремонт проводов, проложенных в трубах. При прокладке проводов в стальных трубах наиболее частыми повреждениями изоляции проводов являются места выхода провода из труб. Изоляция проводов может быть повреждена, если трубы не оконцованы защитной изоляционной втулкой или плохо закреплен выводной металлорукав. В обоих случаях за счет трения изоляции об острые части трубы и металлорукава изоляция может быть нарушена. Надо постоянно следить за сохранностью электрического контакта трубопровода, который создается наличием «царапающих» (заземляющих) гаек в местах ввода труб в коробки и «перемычками», которые привариваются к концам труб при их соединении, или вывода к оборудованию.

Изоляционные (винипластовые) трубы подвержены поломкам. Поврежденные трубы должны быть либо заменены, либо защищены муфтами, если участки повреждения незначительны.

Соединения и оконцевания проводов. Наиболее распространенный и простой способ оконцевания и соединения жил — опрессовка. Применяется также сварка и пайка.

С целью создания хорошего контакта перед опрессованием жилы, провода, а также соединительную гильзу или трубчатую часть наконечника очищают от оксидной пленки и грязи с помощью стальной щетки или ерша, смазанного кварцевазелиновой пастой, которая разрушает пленку (твердые части кварца). После промывки бензином и зачистки контактную поверхность смазывают чистой пастой или вазелином.

Наконечники для оконцевания и трубчатые соединительные гильзы выбирают в зависимости от сечения и конструкции жил.

Оконцевание и соединение жил проводов и кабелей сечением от 10 мм² и выше производят наконечниками ТА и ТАМ и гильзами ГА. Соединение же алюминиевых

жил сечением до 10 мм^2 включительно производят в гильзах ГАО.

Для оконцевания и соединения медных жил применяют пресс-клещи ПК-1М (для сечений $16\text{—}50 \text{ мм}^2$) и ПК-2М (для сечений $4\text{—}6 \text{ мм}^2$). Для алюминиевых жил сечением до 35 мм^2 применяют гидравлические монтажные клещи ГKM. Для оконцевания и соединения медных и алюминиевых жил сечением от 16 до 240 мм^2 применяют различные ручные механические (РМП-7м) и гидравлические (РГП-7м и ПГР-20) прессы.

Гильзы, пуансон и матрицы прессующего инструмента выбирают в строгом соответствии с суммарным сечением и материалом соединяемых проводов.

Соединение одножильных алюминиевых проводов в последнее время выполняют для сечений $2,5\text{—}10 \text{ мм}^2$ сваркой с помощью расплавления угольными электродами (рис. 68).

Соединяемые провода или ответвляемая третья жила провода охватываются стальной обоймой, предварительно покрытой слоем мела (во избежание прикипания алюминия в обойме) в местах обжатия проводов. Обойма удерживается плоскогубцами. К угольным электродам сварочных клещей подается напряжение от пачечного (или сва-

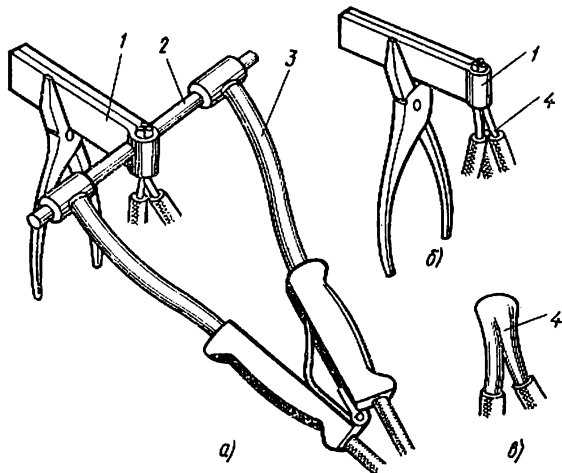


Рис. 68. Электросварка однопроволочных алюминиевых проводов в обойме:

а — соединение, *б* — ответвление (клещи не показаны), *в* — готовое соединение; 1 — обойма, 2 — угольный электрод, 3 — сварочные клещи, 4 — концы жил со снятой изоляцией

рочного) трансформатора 220/12 В. Контактным разогревом в обойме происходит расплавление алюминиевой жилы и прочный электрический неразъемный контакт. Сила сварочного тока определяется опытным порядком в зависимости от сечения и количества свариваемых проводов.

Ремонт тросовых и струнных проводов (рис. 69). *Тросовой* проводкой называется проводка, в которой стальная проволока или трос является несущим элементом, натянутым в воздухе и предназначенным для подвески к ним проводов, кабелей или их пучков. В тросовой проводке применяются специальные провода марки АВТ с наличием стальной проволоки как несущего элемента.

Струнная проводка представляет собой разновидность тросовой и отличается тем, что провода, кабели или их пучки подвешены на натянутой стальной проволоке (струне), закрепленной на всем протяжении вплотную к строительным основаниям (потолок, стена) или их выступам с помощью концевых и промежуточных крепежных конструкций.

В качестве троса используется стальная оцинкованная или имеющая лакокрасочное покрытие горячекатаная проволока $\varnothing$ 5—8 мм или тросы (канаты) из стальных оцинкованных проволок $\varnothing$ 3—6,5 мм. Стрелы провеса колеблются от 100 до 250 мм и выбираются по справочнику.

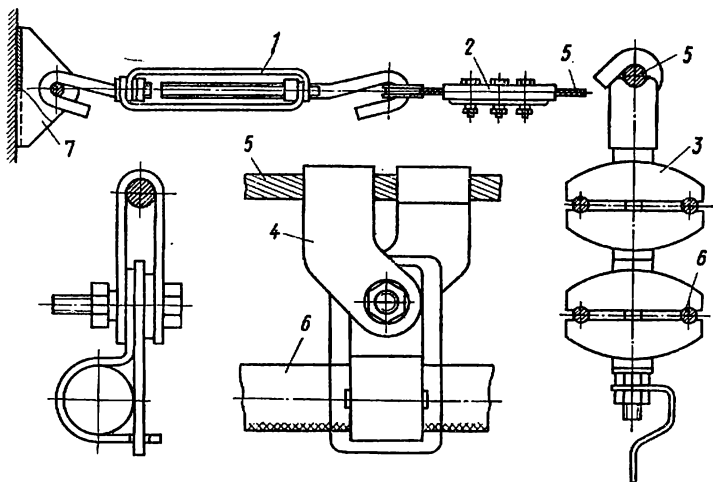


Рис. 69. Детали тросовой проводки:

1 — натяжная муфта, 2 — зажим, 3 — пластмассовые подвески, 4 — стальные подвески, 5 — трос, 6 — провод (кабель), 7 — анкер

При осмотрах и ремонте необходимо обращать внимание и проверять крепление анкеров и натяжных устройств (рис. 69). Последние при ослаблении натяжения троса подтягивают, но не более, чем допускает установленная для данного пролета стрела провеса. Следует проверить и в случае необходимости заменить изоляционные детали, имеющие большие сколы и трещины. В случаях появления коррозии у натяжных устройств тросов восстанавливают антикоррозийное покрытие и смазку натяжных устройств; устраняют повреждения самих проводок, проверяют ответвления и вводы в светильники. Работы по ремонту тросовых проводок проводят одновременно с осмотром и ремонтом светильников.

Ремонт струнных проводок (рис. 70) аналогичен ремонту тросовых проводок.

Ремонт заземляющих устройств. Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя и заземляющих проводок. Защитное заземление, приме-

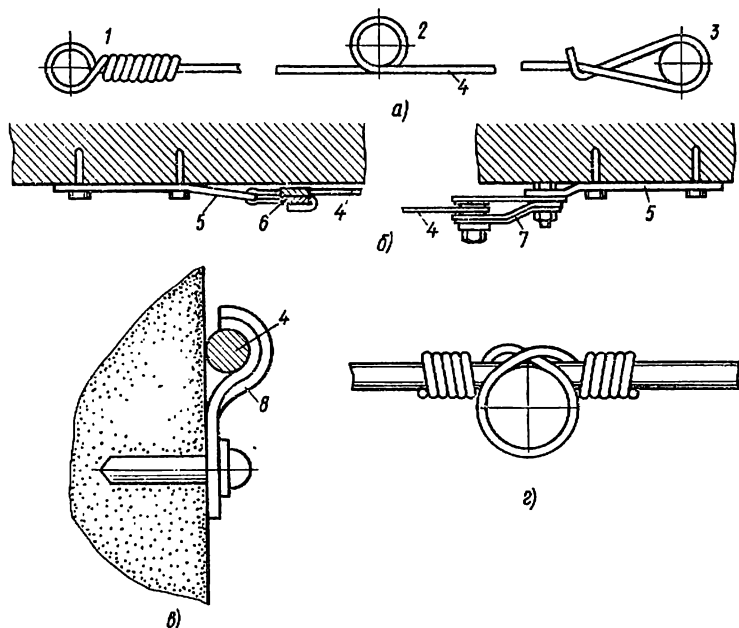


Рис. 70. Детали струнной проводки:

а — крепление струны без натяжного устройства, б — то же, с натяжным устройством, в — промежуточное крепление струны скобами, г — то же, привязкой; 1, 3 — концевые крепления струны, 2 — промежуточное крепление, 4 — струна, 5 — анкерная пластина, 6 — концевая петля, 7 — натяжное устройство, 8 — скоба

няемое в установках, работающих с изолированной нейтралью (6 и 10 кВ), предполагает, что все нетокопроводящие части (корпус) оборудования должны быть надежно заземлены. В этом случае при повреждении изоляции одной из фаз через корпус будет проходить ток заземления I_3 , который при малом сопротивлении заземляющего устройства R_3 создаст напряжение, безопасное для человека при его прикосновении к корпусу: $U_3 = I_3 R_3$.

В установках до 1000 В с глухим заземлением нейтрали генератора или трансформатора защитное заземление может быть выполнено путем присоединения нетокопроводящих (металлические конструкции корпуса электрооборудования, нормально не находящиеся под напряжением) частей электрооборудования к заземленному нулевому проводу (шине). Такая система называется *занулением*. При замыкании одной из фаз на корпус при повреждении изоляции возникает однофазное короткое замыкание, в результате которого поврежденный участок электрической цепи отключается токовой защитой и обеспечивает безопасность прикосновения.

Ремонт сводится к следующим работам:

- восстановлению нарушенных сварных швов заземляющей проводки;

- восстановлению нарушенной проводки;

- восстановлению необходимого сопротивления заземлителя путем дополнительной забивки электродов или искусственной обработки земли солью;

- замеру сопротивления заземляющего устройства;

- проверке и восстановлению контактов присоединения заземляющей проводки к металлическим оболочкам (корпусам, кожухам) оборудования;

- восстановлению окраски проводки в черный цвет;

- проверке и испытанию устройств.

Ремонт системы зануления сводится, по существу, к тем же операциям, что и в заземленных установках.

§ 37. Особенности ремонта ЭС во взрывоопасных зонах

Электрические проводки рекомендуется выносить из взрывоопасных зон в соседние, менее опасные, оставляя только самое необходимое (подводки к светильникам и коммутационным аппаратам силовых установок). Наиболее распространенной проводкой в опасных зонах следует считать кабельную, выполненную преимущественно мед-

ным бронированным кабелем ВБВ и в отдельных зонах — алюминиевым АВБВ, и проводку в стальных водогазопроводных трубах.

Контактные соединения должны быть выполнены во вводах аппаратов или в специальных литых, обладающих высокой прочностью металлических коробках, которые называют фитингами. Присоединение проводников винтом (болтом) должно быть сделано так, чтобы предупредить самоотвинчивание. Следует применять контрагайки. Не разрешается использовать для соединения жил проводов и кабелей винтовые и болтовые сжимы с нажатием на жилу проводника торцом винта без прокладок или башмаков, для пайки проводов — легкоплавкие припои.

При осмотрах и ремонте проводов следует проверить уплотнения мест прохождения кабелей сквозь стены из безопасных в опасную зону. Особое внимание обращают на разделительные уплотнения, предназначенные для предотвращения перехода взрывоопасной смеси из опасного помещения в безопасное, из труб с проложенными проводами в аппарат, коробку, электродвигатель.

При осмотрах и испытаниях проверяют изоляцию проводов, электрическую цепь заземления, герметичность трубопровода и проводят другие проверки и испытания согласно действующим нормам для электропроводок, проложенных во взрывоопасных зонах.

§ 38. Проверка и испытание ЭС в период эксплуатации и после ремонта

В период между ремонтами и после капитального ремонта согласно ПТЭ и ПТБ проводятся следующие испытания и проверки.

Замер сопротивления заземлителя, как правило, выполняют в период наименьшей проводимости грунта (зимой при наибольшем промерзании или летом при наибольшем просыхании). Измерение выполняют методом амперметра — вольтметра или прибором М416 по схеме, изображенной на рис. 71. В качестве электродов *В* и *З* могут быть использованы и стальные стержни, забиваемые в грунт. На рисунке показан один из вариантов расположения электродов. Расстояние их от испытуемого должно быть по возможности большим. Расчетное сопротивление заземлителя в омах определяется из выражения $R = R_{изм}K$, где *K* — поправочный коэффициент, зависящий от типа и размеров заземлителя и расстояния от поверхности земли до верхней

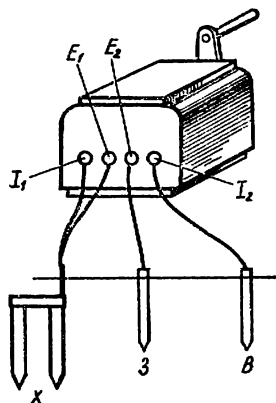


Рис. 71. Схема замера сопротивлений заземляющих устройств прибором М416:

X — испытуемое заземляющее устройство, 3 — зондирующий электрод, B — вспомогательный электрод

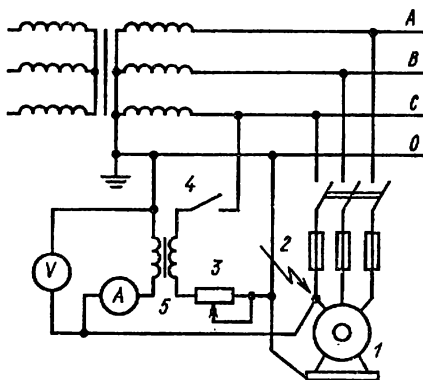


Рис. 72. Схема замера сопротивления фаза-нуль:

1 — электродвигатель, 2 — точка искусственного заземления, 3 — ЛАТР, 4 — рубильник, 5 — трансформатор

точки заземлителя; выбирается по таблицам справочников и колеблется в среднем 3—8.

Измерение сопротивления фаза — нуль (рис. 72) выполняется на переменном токе от понижающего трансформатора. Испытуемое электрооборудование отключают от сети. Для измерения делают искусственное замыкание одного фазного провода на корпус электроприемника. Подают напряжение V и устанавливают ток I не менее 10—20 А. Сопротивление петли $Z_n^1 = V/I$ должно быть арифметически сложено с расчетным значением полного сопротивления одной фазы питающего трансформатора $Z_{тр}/3$ (определяется по таблицам справочников). Полное сопротивление петли «фазный провод — нулевой провод — фаза трансформатора» определяется из выражения $Z_n = Z_n^1 + 1/3Z_{тр}$, возможный ток однофазного замыкания $I_k = V_{\phi}/Z_n$.

Проверяют состояние присоединения устройств к сетям заземления во всех видах ЭС. По всем видам проводок проверяют наличие маркировки, предупредительных и других необходимых надписей.

К числу ремонтных работ в действующем цехе относятся:

работы по устройству новых участков к новым токоприемникам, по замене устаревших проводок на отдельных

участках, которые выполняются ремонтным персоналом предприятия;

проверка сопротивления изоляции проводок цеховых сетей мегаомметром на напряжение 1000 В и для кабелей 2500 В;

проверка прочности изоляции кабельных линий до 10 кВ шестикратным выпрямленным напряжением в течение 10 мин;

проверка сопротивления петли «фаза — нуль» для наиболее удаленного участка;

проверка температуры нагрева жил проводов, кабелей и шин в местах контактов.

Подумайте и ответьте

1. Каковы причины и условия, вызывающие повреждения в электрических сетях?
2. Каковы характерные повреждения в кабельных, воздушных и внутрицеховых сетях?
3. Каковы способы соединения и оконцевания алюминиевых проводов?
4. Какое значение имеет заземление?
5. Какое преимущество имеет термитная сварка перед электродуговой?
6. Как ремонтируют тросовую и струнную проводку?
7. Каковы особенности ремонта электрических сетей во взрывоопасных помещениях?

Глава VIII

РЕМОНТ АППАРАТОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В

§ 39. Ремонт выключателей ВН

Техническое обслуживание. Во время эксплуатации и после аварии или длительного пребывания в отключенном состоянии проводятся внеплановые осмотры в соответствии с ПТЭ, «Правилами технической безопасности» (ПТБ) и заводскими инструкциями.

При осмотре обращают особое внимание на уровень масла в полюсах выключателя, отсутствие выброса масла в зоне масляного буфера, течи масла из цилиндров полюсов, чрезмерный перегрев и состояние наружных контактных соединений, изоляции и заземления, запыленность,

загрязненность, наличие трещин на изоляторах и конструкциях выключателя.

Текущий ремонт. Масляный выключатель независимо от типа очищают от пыли, фарфоровые изоляторы и изоляционные детали протирают ветошью, слегка смоченной в спирте, восстанавливают смазку трущихся поверхностей, проверяют наличие масла в масляных буферах и цилиндрах (полюсах) и в случае необходимости доливают или заменяют на свежее. В случае течи масла подтягивают болтовые соединения. Проверяют сопротивления изоляции полюсов и заземления.

Капитальный ремонт. Капитальный ремонт включает следующие основные работы: отсоединение выключателя от шин и привода, слив масла, разборку выключателя, осмотр и ремонт приводного механизма, фарфоровых опорных, проходных изоляторов внутрибаковой изоляции, дугогасительной камеры, неподвижного розеточного и подвижного контактов, изоляционных цилиндров, маслоуказателей, прокладок и других деталей.

Для примера опишем разборку выключателя ВМГ-10.

Его выполняют в такой последовательности: вынимают стержень (ось) 1 (рис. 73), сочленяющий наконечник 4 подвижного контакта с тягой, при этом контакт отделяется от тяги. Затем отвертывают упорные болты и цилиндры 1 (рис. 74) снимают с опорных изоляторов, которые остаются на раме. Отвертывают болты и отсоединяют гибкую связь 3 (см. рис. 73), вынимают подвижный контакт вместе с контактной колодкой 2 и гибкой связью. Отвертывают болты фланца проходного изолятора, который снимают вместе с кронштейном. Далее производят разборку внутренних изоляционных деталей цилиндра (рис. 75). Выключатель имеет двуплечий изоляционный рычаг 3, соединенный с подвижным контактом с помощью серьги 2 (см. рис. 74).

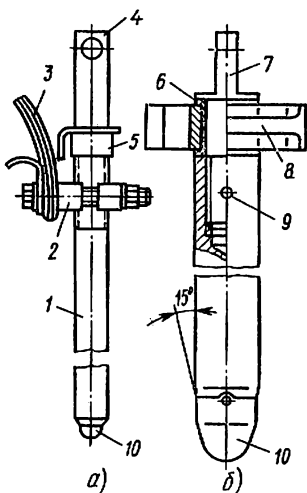


Рис. 73. Подвижный контакт: а — выключателя ВМГ-10, б — то же, ВМПП-10; 1 — стержень, 2 — контактная колодка, 3 — гибкая связь, 4 — наконечник с проушинами, 5 — контргайка, 6 — втулка, 7 — головка, 8 — направляющая колодка, 9 — штифт, 10 — наконечник

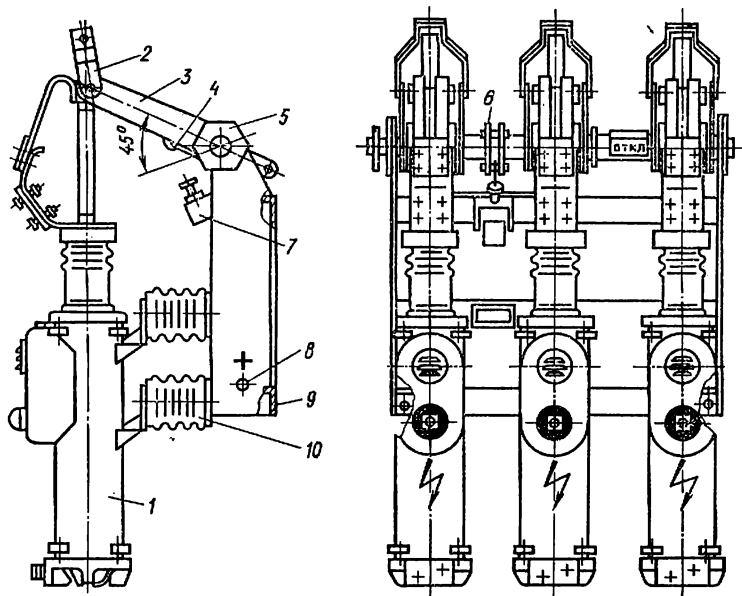


Рис. 74. Масляный выключатель ВМГ-10:

1 — цилиндр, 2 — серьга, 3 — изоляционный рычаг, 5 — подшипник, 6 — то же, для среднего соединения с приводом, 4, 7 — болты-упоры (фиксатор «вкл» положения), 8 — болт заземления, 9 — рама, 10 — опорный изолятор

Крайние положения выключателя ограничиваются роликами двуплечего рычага 3 (рис. 76), приваренного к валу 2 между крайним и средним основными рычагами. Один из роликов подходит к болту 7 («включено»), другой — к штоку масляного буфера 4 («отключено»).

Цилиндр имеет верхнюю и нижнюю крышки, позволяющие осмотр розеточного контакта, не производя полной разборки основного цилиндра.

Наиболее уязвимые узлы выключателя — неподвижный розеточный контакт и дугогасительную камеру — извлекают из цилиндра снизу, не разбирая проходной изолятор. При сборке дугогасительную камеру вводят в цилиндр выключателя снизу. Для облегчения установки выступающие части картонной манжеты предварительно смазывают тонким слоем солидола. Зазор между нижней поверхностью дугогасительной камеры и верхней частью розеточного контакта должен быть в пределах 2—5 мм, что легко определяется прямым замером.

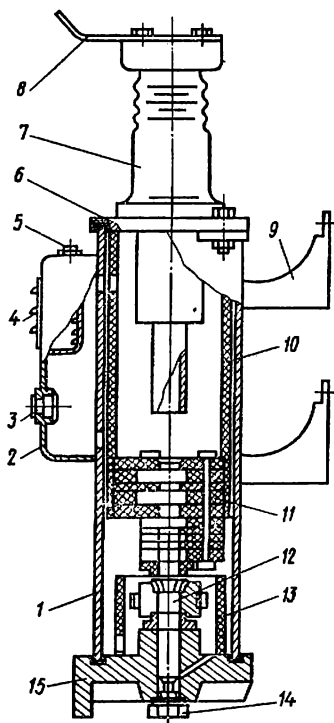


Рис. 75. Цилиндр (полюс) ВМГ-10: 1 — основной цилиндр, 2 — дополнительный резервуар, 3 — маслоуказатель, 4 — жалюзи, 5 — маслосливная пробка, 6 — верхняя крышка, 7 — проходной изолятор, 8 — кронштейны, 9 — скоба, 10 — верхний бакелитовый цилиндр, 11 — дугогасительная камера, 12 — розеточный (неподвижный) контакт, 13 — нижний бакелитовый цилиндр, 14 — маслоспускная пробка, 15 — нижняя крышка

Отличительные особенности устройства и ремонта выключателей ВМП-10 и ВМПП-10.

Выключатель ВМП-10 (рис. 77) конструктивно отличается от ВМГ-10. Механизмы «включено» и «отключено» находятся в полюсе выключателя, отсутствуют гибкие связи, подвижный контакт за пределы полюса не выходит, отсутствует выводной изолятор с изоляционными деталями и пружинами.

Выключатель ВМПП-10 и привод к нему совмещены и встроены в общую раму.

Внутри рамы расположены: вал, отключающие при-

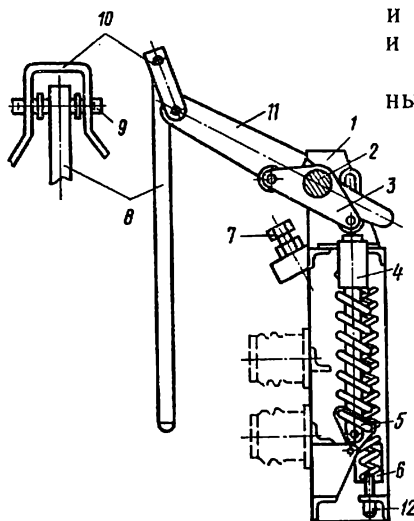


Рис. 76. Приводной механизм ВМГ-10:

1 — рама, 2 — вал, 3 — двуплечный рычаг, 4 — масляный буфер, 5 — отключающая пружина, 6 — буферная пружина, 7 — болт-упор, 8 — подвижный контакт, 9 — ось, 10 — серьга, 11 — изоляционный рычаг, 12 — натяжная гайка

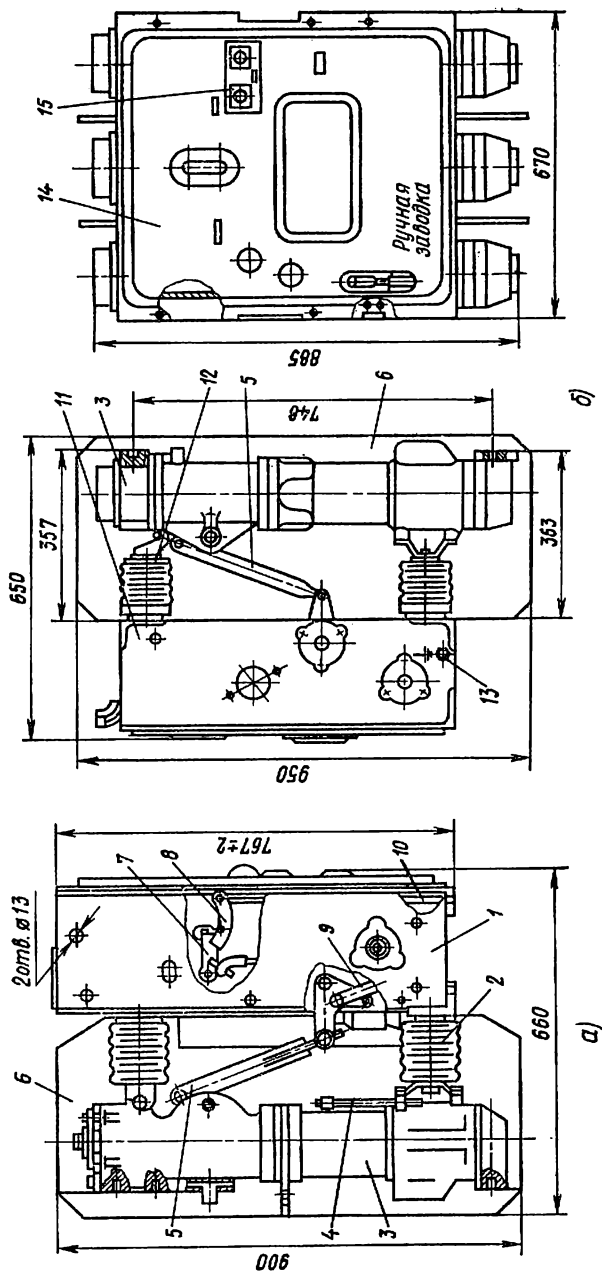


Рис. 77. Масляные выключатели ВМП-10 (а) и ВМП-10 (б):
 1 — рама, 2 — опорный изолятор, 3 — полюс, 4 — маслоуказатель, 5 — изоляционная тяга, 6 — изоляционная перегородка, 7, 8 — собачки, 9, 10 — тяги, 11 — рама с встроенным пружинным приводом и блоком релейной защиты, 12 — опорный изолятор, 13 — болт заземления, 14 — крышка, 15 — кнопка «откл» и «вкл»

жины, масляный и пружинный буферы. Контактные выводы выключателя имеют гальваническое антикоррозийное покрытие.

Полюс (рис. 78) состоит из изоляционного цилиндра 3, на концах которого заармированы металлические фланцы 2 и 4. На верхнем фланце укреплен корпус 5, к которому крепится головка 6 полюса. Механизм перемещения подвижного контакта расположен внутри корпуса и состоит из внутреннего 12 и наружных 15 и 16 рычагов, жестко закрепленных на общем валу 14. Наружный рычаг посредством изоляционной тяги связан с валом привода, а внутренним двумя серьгами 25 шарнирно связан с подвижным контактом, на верхнем конце которого закреплены направляющая колодка и головка 6 для присоединения контакта к серьгам механизма.

Нижний конец подвижного контакта связан с планкой, в которую установлена втулка 19 для направления движения подвижного контакта. Для смягчения ударов при отключении на стержне установлены буферы. Ролики, скользящие между двух направляющих 17, центрируют включение подвижного контакта 24 в розеточный (неподвижный) и являются токосъемными устройствами для передачи тока с подвижного контакта на направляющие стержни и далее к верхнему внешнему контакту. В головке предусмотрена пробка 8 для заливки масла и для прохода измерительной штанги.

Для ремонта поврежденных элементов выключателя необходима частичная или полная разборка, которая производится следующим образом. Снимают междуполюсные перегородки, сливают масло из полюсов, отсоединяют нижние шины, снимают нижние крышки с неподвижными розеточными контактами, вынимают дугогасительную камеру 21 и распорные цилиндры 23. Вынутые детали промывают маслом и осматривают. Переводят выключатель в положение «включено» и осматривают наконечник подвижного контакта.

Для замены или ремонта подвижного контакта необходимо произвести дальнейшую разборку полюса, для чего следует отсоединить верхние шины, снять корпус с механизмом, предварительно отсоединив его от изоляционного цилиндра и изоляционной тяги, снять планку 20 и вынуть роликовые токоотводы. Перевести механизм в положение «отключено» и отсоединить стопорную планку и подвижный контакт 24. Сборку цилиндра выполняют в обратной последовательности.

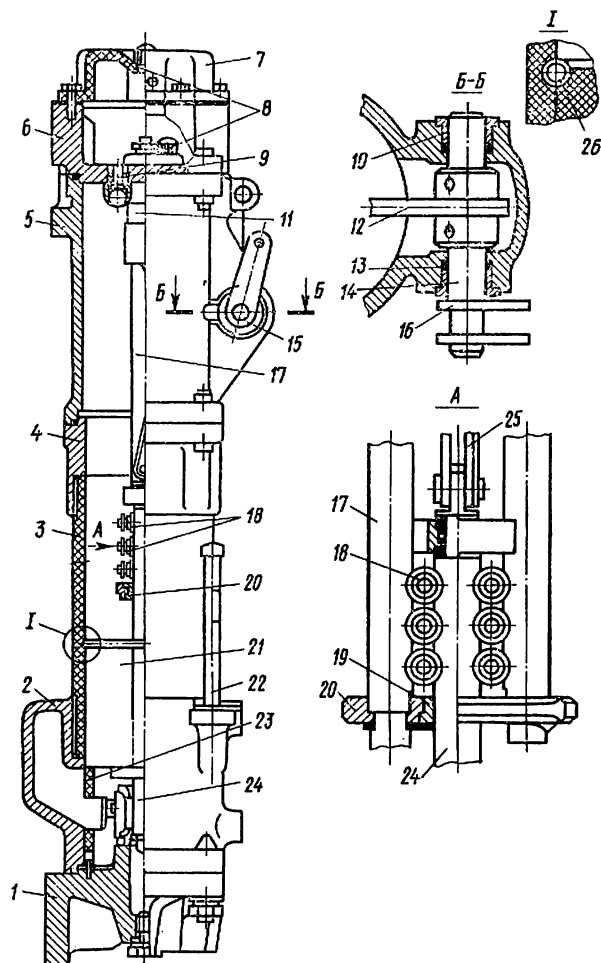


Рис. 78. Полюс выключателя ВМПП-10:

1 — нижняя крышка, 2 — нижний фланец, 3 — цилиндр, 4 — верхний фланец, 5 — корпус, 6 — головка, 7 — верхняя крышка, 8 — пробка маслонаполненного отверстия, 9 — клапан, 10 — подшипник, 11 — буфер, 12 — внутренний рычаг механизма, 13 — уплотнение, 14 — вал механизма, 15 — механизм, 16 — наружный рычаг механизма, 17 — направляющий стержень, 18 — токоотводы (четыре токоотвода на 20 кА и шесть на 31,5 кА на выключатель с номинальным током 630 А, шесть на 1000 А и десять на 1600 А), 19 — втулка, 20 — планка, 21 — дугогасительная камера, 22 — маслоуказатель, 23 — распорный цилиндр, 24 — подвижный стержень, 25 — серьга, 26 — пружина

Отличительные особенности устройства и ремонта электромагнитного выключателя ВЭМ-10. В отличие от предыдущих этот выключатель не содержит масла, что обеспечивает взрыво- и пожарную безопасность его работы. Он отличается большой износоустойчивостью контактов и дугогасительной камеры. Общий вид основных элементов контактной системы и дугогасительной камеры показан на рис. 79.

При осмотре проверяют состояние фарфоровых изоляторов, изоляционных тяг, катушек магнитного дутья. Проверяют и устраняют излишние усилия, возникающие при трении в механизме.

Пластины магнитного дутья очищают от продуктов горения дуги стеклянной шкуркой. Применение наждачной шкурки запрещается. При отключении токов короткого замыкания со временем керамические пластины дугогасительной камеры нарушают ширину верхушек вырезов, а в ряде случаев прогорают. В обоих случаях пластины заменяют новыми.

При ремонте системы воздушного дутья необходимо поршень извлечь из цилиндра 6, внутреннюю полость которого и детали тщательно промыть бензином и насухо протереть. При сборке, если уплотнение нарушено незначительно, его устраняют подтягиванием винтов. Стенки цилиндра должны быть обильно смазаны дугостойкой смазкой ЦИАТИМ-203.

Осматривают дугогасительные контакты и в случае обнаружения капель или наплывов металла их осторожно защищают напильником и наждачной шкуркой. Дугогасительные контакты пригодны для работы, если расстояние между главными контактами в момент размыкания дугогасительных равно 10—12 мм и не менее 5 мм.

При осмотрах выполняются также и другие работы по регулировке зазоров, износа деталей строго по заводским инструкциям.

Ремонт основных узлов и деталей выключателей ВМГ-10. Ремонт приводного механизма. Осматривают, чистят вал и подшипники. Проверяют, нет ли трещин в подшипниках. Прочищают отверстие для смазки. Вал не должен иметь продольного люфта более 0,5—1 мм, в противном случае его снимают для ремонта. Щупом проверяют величину зазора между заплечиком вала и торцом подшипника, который должен быть в пределах 0,5—1 мм на каждый подшипник.

Далее осматривают места приварки рычагов к валу.

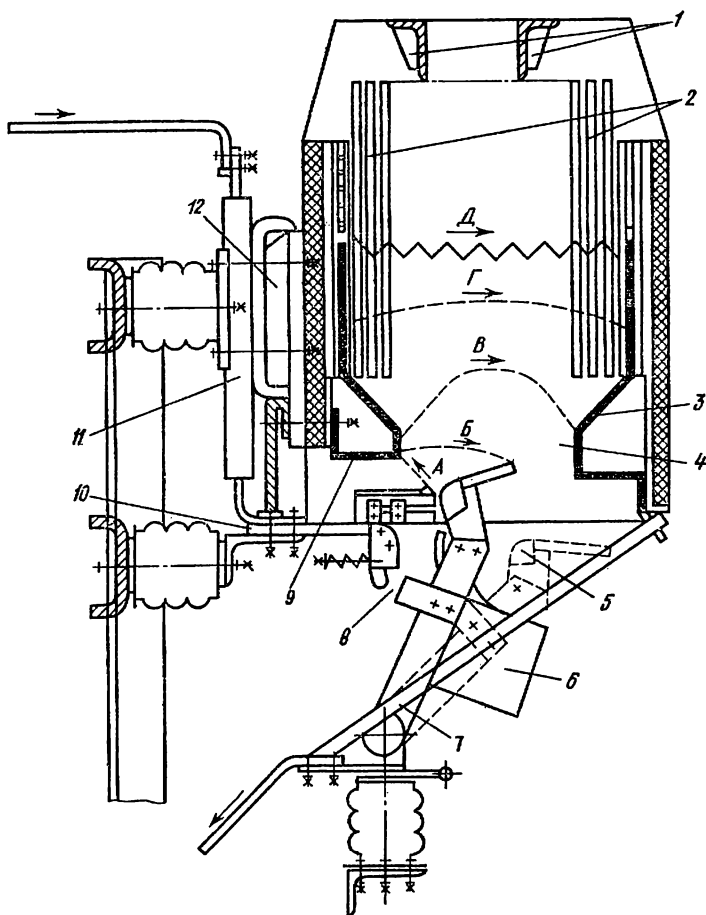


Рис. 79. Контактная система и дугогасительная камера выключателя ВЭМ-10:

1 — козырьки, 2, 4 — керамические пластины, 5 — дугогасительные контакты, 6 — цилиндр воздушного дутья, 7 — шина, 8 — главные контакты, 3, 9 — задний и передний рога, 10 — корпус контакта, 11 — токоотвод, 12 — магнитопровод, А, Б, В, Г и Д — положение дуги при ее гашении

Трещин не должно быть. Ролик упора в буфер на среднем рычаге должен свободно поворачиваться.

Необходимо внимательно осмотреть и проверить состояние буферной и отключающих пружин выключателя (см. рис. 77). Пружины не должны иметь трещин в местах приварки к ушкам, на поверхности витков; хвостовик не должен иметь срывов ниток резьбы. Натяжение пружины

регулируют гайкой. Поврежденную пружину заменяют. Трущиеся части механизма смазывают смазкой ЦИАТИМ-201.

Ремонт масляного буфера. Проверяют ход поршня буфера, воздействуя рукой на шток, отжимая поршень в крайнее нижнее положение до упора в дно корпуса. Поршень под действием пружины должен подняться в исходное положение. В случае заедания или других ненормальностей в работе буфера его разбирают. Отвинчивают специальную гайку, вынимают шток, поршень и пружину, выливают масло из корпуса.

Все детали осматривают и очищают. Ржавчину и заусенцы зачищают шкуркой.

Ремонт проходного изолятора (рис. 80). Для проверки и замены деталей изолятор разбирают. От-

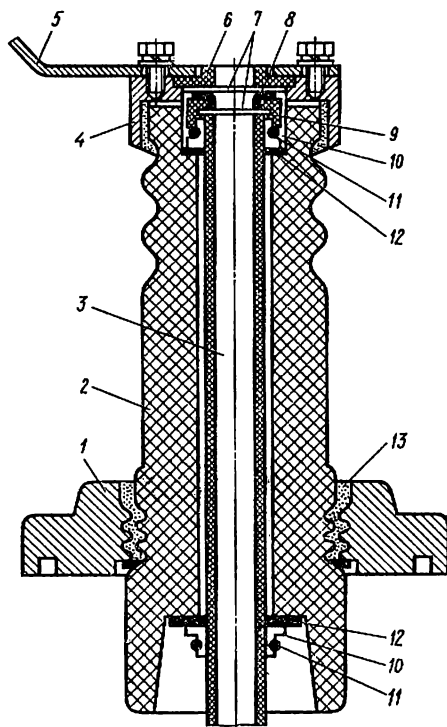


Рис. 80. Проходной изолятор выключателя ВМГ-10:

1 — фланец, 2 — фарфоровый изолятор, 3 — бакелитовая трубка, 4 — колпачок, 5 — токопроводящая скоба, 6 — кольцо (фасонная шайба), 7 — шайба, 8 — кожаная манжета, 9 — втулка, 10 — полукольцо, 11 — пружинное кольцо, 12 — прокладка, 13 — армировочная замазка

вертывают болты, крепящие кронштейн к колпачку 4, и кронштейн снимают. Вынимают кольцо (шайбу) 6 и манжету 8. Выталкиванием вверх вынимают трубку 3 и отделяют манжету 8 с шайбой. Манжета должна быть достаточно упругой и эластичной.

Изолятор освобождают из болтовых соединений, снимают скобу 5, вынимают промежуточные изоляционные детали — шайбу 7. Снимают пружинное кольцо 11 и полукольцо 10. Заменяют изношенные детали. После этого изолятор собирают в обратной последовательности.

Ремонт дугогасительной камеры (рис. 81). При загрязнении копотью, при наличии небольших наплывов металла на рабочих поверхностях, поверхностного обугливания перегородок, которое не увеличивает сечения дутьевых каналов, достаточно произвести зачистку этих поверхностей мелкой наждачной шкуркой, промыть трансформаторным маслом и протереть тряпкой. Подтягивают нажимные гайки стяжных шпилек и проверя-

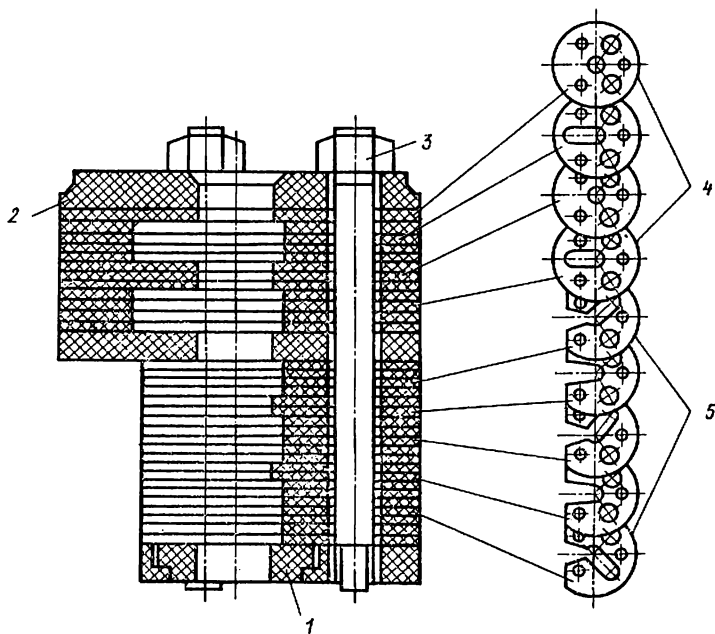


Рис. 81. Дугогасительная камера выключателя ВМГ-10:
1, 2 — фибровые кольца, 3 — текстолитовые стяжные шпильки с гайками, 4 — карманы, 5 — поперечные дутьевые каналы

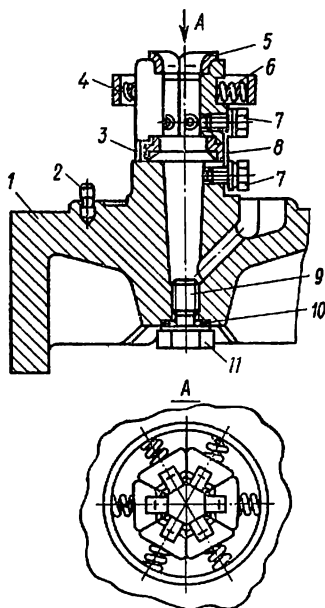


Рис. 82. Неподвижный розеточный (вставной) контакт выключателей ВМГ-10 и ВМПП-10: 1 — крышка, 2 — фиксатор, 3 — опорное кольцо, 4 — кольцо, 5 — ламели, 6 — пружина, 7 — винт (болт), 8 — гибкая связь, 9 — маслоспускная пробка, 10 — прокладка, 11 — маслоспускной болт

ют отсутствие просветов между отдельными пластинами. Перекошенные и покоробленные пластины заменяют.

Проверяют нижнюю фибровую пластину — кольцо 1. Увеличение внутреннего диаметра фибрового вкладыша до величины 28—30 мм, увеличение отверстия в перегородках между первой и второй щелями до 3 мм

в сторону выхлопных каналов недопустимо. Испорченные детали заменяют новыми.

После подтяжки болтов проверяют высоту щелей камеры, которые должны соответствовать заводским инструкциям.

При переборке камеры с заменой пластин необходимо: отвернуть нажимные гайки, снять со стяжных шпилек необходимое количество пластин, установить новую пластину и положить снятые пластины в том порядке, в каком они были установлены до разборки, после чего зажимные гайки подтянуть. После переборки камеры проверяют, нет ли выступающих краев и заусенцев в центральной отверстии для прохода подвижного контакта. Заусенцы и выступающие края должны быть подрезаны и зачищены.

Ремонт розеточного неподвижного контакта (рис. 82). Если ламели розеточного контакта имеют оплавления или небольшие наплывы металла, достаточно их зачистить. Размеры ламелей не должны отличаться от заводских более чем на 0,5 мм. После зачистки ламелей не должно оставаться раковин глубиной более 0,5 мм. Сильно поврежденные ламели рекомендуется поменять местами с менее поврежденными. При наличии глубо-

ких раковин и при сквозных прожогах специальной тугоплавкой облицовки ламели заменяют.

Бакелитовое кольцо 4 не должно иметь расслоения и трещин, иначе его заменяют. Замена на металлическое кольцо не допускается, так как оно создаст короткозамкнутый виток и при больших токах приведет к перегреву. На пружинах 6 не должно быть трещин и раковин.

Разборку розеточного контакта выполняют в такой последовательности: вывертывают винты из кольца 4, ударивая розетку, снимают кольцо 4, при этом пружины 6 выпадают, вывертывают болты 7, чем отсоединяют ламели от гибких связей 8, а гибкие связи от основания розетки, вынимают опорное кольцо 3.

При сборке розеточного контакта следует обратить внимание на то, чтобы в собранном контакте ламели были установлены без перекосов и находились в наклонном положении к оси розетки с касанием между собой в верхней части.

Проверяют нажатие пружин на ламели и измеряют усилие, необходимое для стягивания розетки с медного стержня $\varnothing$ 22 мм, введенного в розетку. К стержню крепится диск массой 0,5 кг, и при подъеме розетки она должна удерживать этот груз за счет сжатия пружин на ламелях.

Ремонт подвижного контакта (см. рис. 73). При замене наконечника 10 подвижного контакта новый наконечник должен быть ввинчен до отказа так, чтобы зазора между наконечниками и стержнем не было. Стык в четырех местах следует надежно закернить. Поверхность стыка откатать гладким роликом, наконечник проточить. При значительных повреждениях медной части стержня последний заменяют новым.

Ремонт контактной части. При наличии оплавлений, раковин, грязи и коррозии контактную поверхность очищают бензином и зашлифовывают напильником, не искажая профиля контактной детали.

Луженые гальванические или посеребренные контактные детали только протирают.

Ремонт внутренней баковой изоляции (см. рис. 75). Нижний и верхний изоляционные цилиндры, имеющие трещины, заменяют. Бакелитовая трубка не должна иметь ожогов, расслоений и трещин. Копоть отмывают трансформаторным маслом. При царапинах или ожогах поврежденные места протирают тампоном, смоченным в чистом авиационном бензине, зачищают шкуркой и по-

крывают лаком воздушной сушки (бакелитовым, глифта-левым).

После ремонта и замсны дефектных деталей выключатель собирают в обратной последовательности.

Для выключателей ВМГ-10 зазор между верхом розеточного контакта и низом дугогасительной камеры должен быть равен 2—5 мм и определяется прямым замером. При установке верхнего изоляционного цилиндра проверяют совпадение отверстий в изоляционном и основном цилиндрах. Регулируют ход подвижного контакта, который должен при положении «включено» войти в розеточный контакт для выключателей ВМГ-10 на 40 мм под действием собственной массы. В случае необходимости устраняют заедания хода подвижного контакта. Регулируют полный ход подвижного контакта, который должен быть равен (210 ± 5) мм.

После регулировки контактной системы выключатель заливают маслом (до 1,5—1,6 кг в каждый цилиндр).

§ 40. Ремонт приводов выключателей

Привод ПП-67 (рис. 83, 84) — пружинный, косвенного действия. Основные узлы привода смонтированы на металлическом сварном корпусе на наружной стенке:

автоматическое двигательное заводящее устройство, состоящее из электродвигателя, червячного одноступенчатого редуктора, системы зубчатых колес, системы рычагов, связи редуктора с включающими пружинами, контакта в переключателе;

силовой орган привода, состоящий из трех включающих пружин, узла предварительного натяжения включающих пружин с регулировочным болтом;

сигнально-вспомогательные контакты (КСА) положения вала, привода, состояния включающих пружин, встроенных в переключатель, и аварийные.

При техническом обслуживании привод не разбирают. В случае необходимости капитального ремонта и регулировки привод разбирают с соблюдением следующих требований: включающие пружины должны быть не заведены и до минимума ослаблено предварительное натяжение, выключатель отключен, оперативное напряжение с привода снято.

Не нарушая регулировки, проверяют целостность всех деталей, подтягивают ослабшие крепления. Особое внимание обращают на поверхность защелок 1 и 5 (рис. 85), несущих

Рис. 83. Привод ПП-67:

1 — рычаг, 2 — электродвигатель, 3 — редуктор, 4 — рукоятка, 5 — рычаг, 6 — зубчатая передача, 7 — упор, 8 — планка, 9 — включающие пружины, 10 — регулировочный болт, 11 — траверса, 12 — груз, 13 — зуб траверсы, 14 — рычаг, 15 — отражатель, 16 — корпус, 17, 18 — рычаги, 19 — конечный выключатель

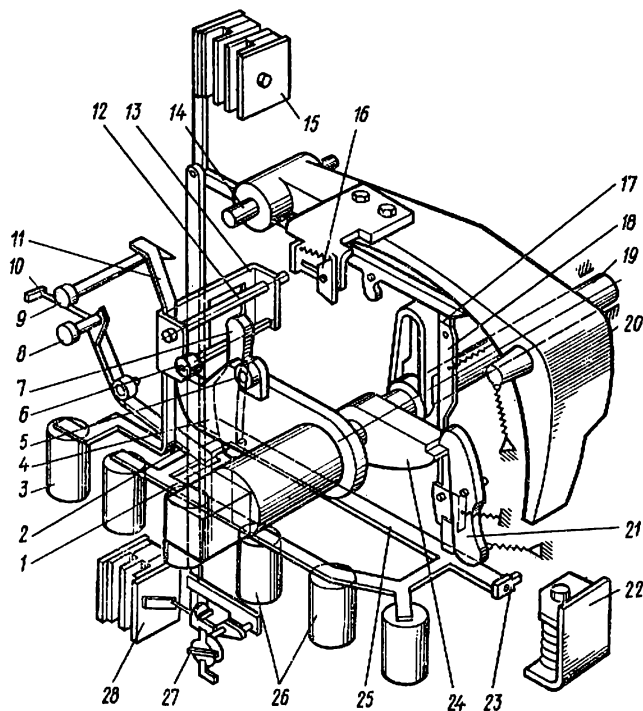
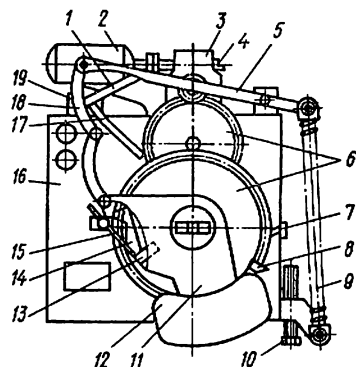


Рис. 84. Кинематическая схема привода ПП-67:

1 и 3 — электромагниты, 2, 4, 10, 11 и 24 — рычаги, 5, 6 — ролики, 7 и 21 — защелки, 8, 9 — кнопки отключения и включения, 12, 14 и 25 — оси, 13 — запорно-пусковой механизм, 15 и 28 — блок-контакты, 16 и 18 — стойки, 17 — планка, 19 — вал привода, 20 — ударник расцепления, 22 — буфер, 23 — опора релейной оси, 26 — электромагнит, 27 — устройство АПВ

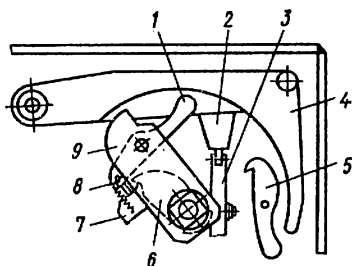


Рис. 85. Регулировка включающего и удерживающего механизма привода ПП-67:

1 и 5 — защелки, 2 и 7 — планки, 3 — стойка, 4 — ударник расцепления, 6 и 9 — рычаги, 8 — регулировочный винт

ударную нагрузку с рычагами. Трещины и сколы недопустимы. При сильном износе эти детали заменяют. Механизм привода очищают, смазывают и регулируют.

Проверяют качество зацепления защелки 1 с рычагом 6 вала, которое должно быть надежным. Величина зацепления, регулируемая винтом 8, упирающимся в планку 7 рычага 9, должна составлять 4—5 мм. В другом крайнем положении рычаг вала защелкивается удержи-

вающей защелкой 5. Между защелками не должно быть трения, пружины возврата защелок не должны быть слабыми.

Регулируют пружинный буфер, назначение которого смягчить удар заводящего рычага при включении выключателя. Высоту буфера регулируют прокладками или спиливанием торца штока буфера. Величина сжатия буфера должна быть 0,5—1 мм.

Включение выключателя зависит также от состояния пружин 9 (см. рис. 83). Регулировку их производят регулировочным болтом 10. Отключающий механизм регулируют винтом на релейной планке так, чтобы величина зацепления планки ударника расцепления с роликом была порядка 1 мм.

Регулировку подъема ударника (см. рис. 85) осуществляют винтом стойки 3. Расстояние между планкой 2 и роликом стойки должно быть 2—4 мм. При максимальном подъеме ударника последний не должен ударять по корпусу привода. Возможные неисправности привода приведены в табл. 4.

Таблица 4. Возможные неисправности привода ПП-67 и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Привод не включает выключатель	Недостаточно зацепление заводящей защелки с рычагом вала	Отрегулировать зацепление в пределах 4—5 мм

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Привод не отключает выключатель при срабатывании защиты	Недостаточно зацепление планки ударника расцепления с роликом удерживающей стойки Слишком высоко поднимается ударник расцепления, в результате при падении он срывается с удерживающего ролика Недостаточно натяжение включающих пружин Слабо ударяет по релейной планке боек электромагнита из-за недостаточного расстояния между бойком и планкой	Отрегулировать с помощью винта на релейной планке зацепление. Оптимальная величина 1 мм Отрегулировать высоту подъема ударника, довести расстояние между планкой ударника и роликом удерживающей стойки до 2—4 мм Увеличить их натяжение Отрегулировать расстояние между бойком электромагнита и планкой релейной оси
Включающие пружины при заводе срываются — не удерживаются в заведенном состоянии Электродвигатель заводящего устройства не отключается при заводе пружин	Недостаточно зацепление заводящего рычага за ролик запорно-пускового механизма Погнуты рычаги конечного выключателя	Отрегулировать запорно-пусковой механизм Выправить рычаги
Выключатель включается с недостаточной скоростью Выключатель отключается при заводе пружин	Слабое натяжение включающих пружин Не защелкивается удерживающей защелкой рычаг вала Не расходится ролик заводящего рычага с планкой ударника расцепления	Отрегулировать их натяжение Отрегулировать пружинный буфер. Увеличить натяжение включающих пружин Увеличить высоту подъема ударника расцепления
Механизм свободного расцепления не действует	Слишком глубокое зацепление заводящей защелки с рычагом вала Потеряла свое первоначальное напряжение пружина ударника расцепления	Отрегулировать зацепление заводящей защелки с рычагом вала до 4—5 мм Заменить пружину ударника расцепления

Привод выключателя ВМП-10 (рис. 86). Привод выключателя состоит из следующих основных узлов: рамы 1, вала привода, вала выключателя 3, заводного устройства 2, рабочих пружин, двух одинаковых запорных устройств, удерживающих вал в отключенном или включенном положении выключателя, вспомогательных контактов положения привода (БКП), аварийной сигнализации (БКА) и положения выключателя (БКВ), электромагнитов дистанционного отключения и включения, релейного вала пульта ручного управления выключателем, монтажных проводов и контактной колодки.

Вал привода (рис. 87) состоит из следующих основных узлов: вала 4 барабана 18, в котором размещены три плоские спиральные пружины 11, являющиеся энергоносителем привода диска, навинченного на резьбовую часть вала и соединенного с барабаном через крышку 12 посредством шпилек с обгонной муфтой, сварного рычага 15, состоящего из эксцентрика 16, ступиц, четырех рычагов. На эксцентрик надевается поводок 14, соединяющий вал привода с валом выключателя. Сварной рычаг 15 крепится к валу штифтом.

С другой стороны вала к барабану крепится внутренняя обойма 7 обгонной муфты. На внутреннюю обойму надеты

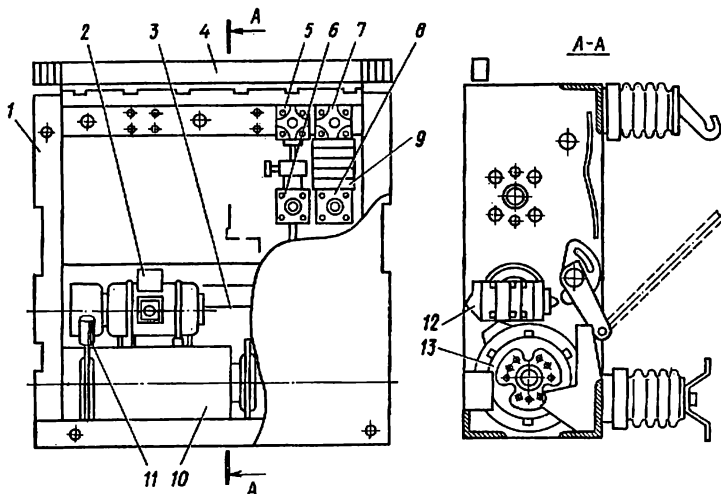


Рис. 86. Привод, встроенный в выключатель ВМП-10:
1 — рама, 2 — заводное устройство, 3 — вал выключателя, 4 — релейный вал, 5 и 7 — электромагниты, 6 — кнопка «откл», 8 — кнопка «вкл», 9 — вспомогательные контакты БКП, 10 — барабан и вал привода, 11 — рычаг ручного завода пружин, 12 — вспомогательные контакты БКВ, 13 — диск

две наружные: обойма 8 для автоматической и 1 для ручной заводки. Заводное устройство состоит из электродвигателя и редуктора, на выходном валу которого установлен эксцентрик с рычагом, рычаг соединен с обоймой 8 обгонной муфты вала привода.

Операция осмотра при техническом обслуживании аналогична описанной для привода ПП-67. При капитальном ремонте обращается особое внимание на состояние поверхностей защепок и собачек, на состояние тяг, рабочих заводных пружин, запорных устройств и других деталей, подвергающихся во время работы привода большим нагрузкам. Зазоры должны быть отрегулированы в соответствии с заводской инструкцией.

Электромагнитный привод ПЭ-11 (рис. 88) — прямого действия. Тяговые усилия для включения масляного выключателя создаются сердечником и электромагнитной катушкой, потребляющей электрическую энергию постоянного тока 110 и 220 В. Сердечник, связанный с системой рычагов, производит включение выключателя.

Привод состоит из электромагнитной катушки 2, сердечника 1, системы рычагов 7, 8, 11, 12, вала привода 9, регулировочного винта 3, удерживающей защелки 4, сигнально-блокировочных контактов 5, осей 6 и 15, блокировочных контактов 10, собачки 13 и рукоятки (кнопки) 14 для ручного отключения и отключающего электромагнита 16. Механизм привода закрыт съемной крышкой 12. При подаче напряжения на катушку сердечник со штоком перемещается вверх, упирается в ролик, поднимает ось 6 и поворачива-

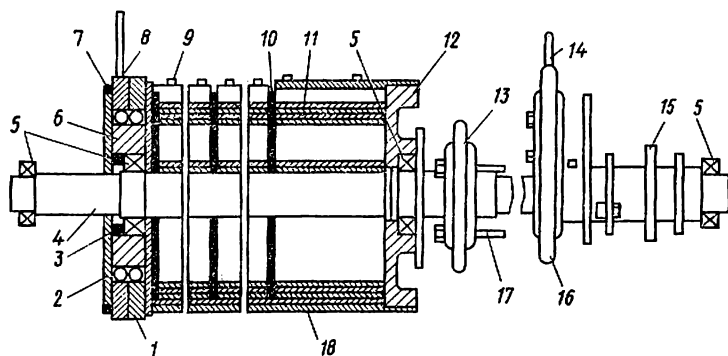


Рис. 87. Вал привода:

1, 7 и 8 — обоймы, 2 — щека, 3 и 10 — шайбы, 4 — вал, 5 — подшипник, 6 — кольцо, 9 — планка, 11 — пружины, 12 — крышка, 13 — диск, 14 — пороздок, 15 — рычаг, 16 — эксцентрик, 17 — шпилька, 18 — барабан

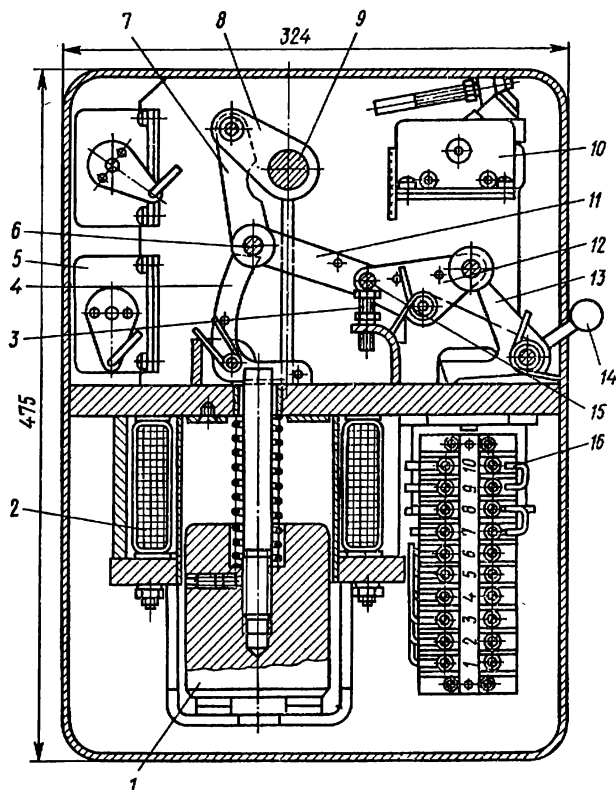


Рис. 88. Электромагнитный привод ПЭ-11

ет вал привода 9. Собачка 13 запирает привод во включенном положении, а блок-контакт КБВ совместно с контактором, который поставляется с приводом, разрывает цепь питания. Объем технического осмотра привода не отличается от описанного для привода ПП-67.

При капитальном ремонте все детали очищают, тщательно осматривают, контактные поверхности зачищают, обращая особое внимание на поверхности защелки 4, отключающей собачки 13, ролика рычага 12. Проверяют состояние пружин, осей и шплинтов. Подтягивают гайки, болты и винты. Трущиеся части смазывают, очистив их предварительно от следов старой смазки.

При регулировке привода:

зазор между отключающей собачкой 13 и роликом ры-

чага 12 регулируют винтом 3 в отключенном положении, и он должен составлять 1 мм;

во включенном положении зазор между винтом 3 и осью 15 должен быть около 1 мм. Винт 3 фиксируется гайкой. При полностью поднятом штоке отключающего электромагнита зазор между осью 6 и поверхностью защелки 4 должен быть 1—1,5 мм. Этот зазор регулируют штоком сердечника. Ход сердечника у отключающего электромагнита должен быть равен 18—20 мм. По условиям безопасности при регулировке отключающую собачку следует застопорить стальной планкой размером $6 \times 20 \times 60$ мм. После регулировки планку удаляют.

Для нормальной работы привода должны быть отрегулированы зазоры вспомогательных контактов и отключения КБВ и КВО между собачками и храповиками. Зазоры должны соответствовать заводским данным.

Привод ПЭГ-7. Проверяют состояние пружин, отключающий механизм, электромагнит включения, катушку и детали привода. Работы выполняют в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации завода-изготовителя.

Проверяют величину зазора между отключающей защелкой и ударником электромагнита отключения (2—4 мм) и между роликом удерживающей защелки и выступом кулача. Регулируют привод.

§ 41. Ремонт выключателей нагрузки, разъединителей, предохранителей и разрядников

Выключатель нагрузки ВНП-16. При ремонте выключателя (рис. 89) проверяют состояние изоляторов, пластмассовых деталей дугогасительной камеры. Осматривают подвижные (дугогасительный) и неподвижные контакты на отсутствие механических повреждений. Разбирают дугогасительную камеру, очищают от копоти ветошью, смоченной в бензине. Трещины на поверхностях камеры недопустимы, в этом случае ее заменяют. Осматривают вкладыш из оргстекла. Если толщина стенок вкладыша меньше 1 мм, его заменяют. При незначительных обгораниях подвижного и неподвижного контактов их аккуратно опиливают напильником и зачищают мелкой шкуркой, после чего протирают ветошью.

Проверяют, свободно ли входит подвижный дугогасительный контакт (нож) в горловину дугогасительной камеры. При повороте вала на $70—75^\circ$ ножи должны переме-

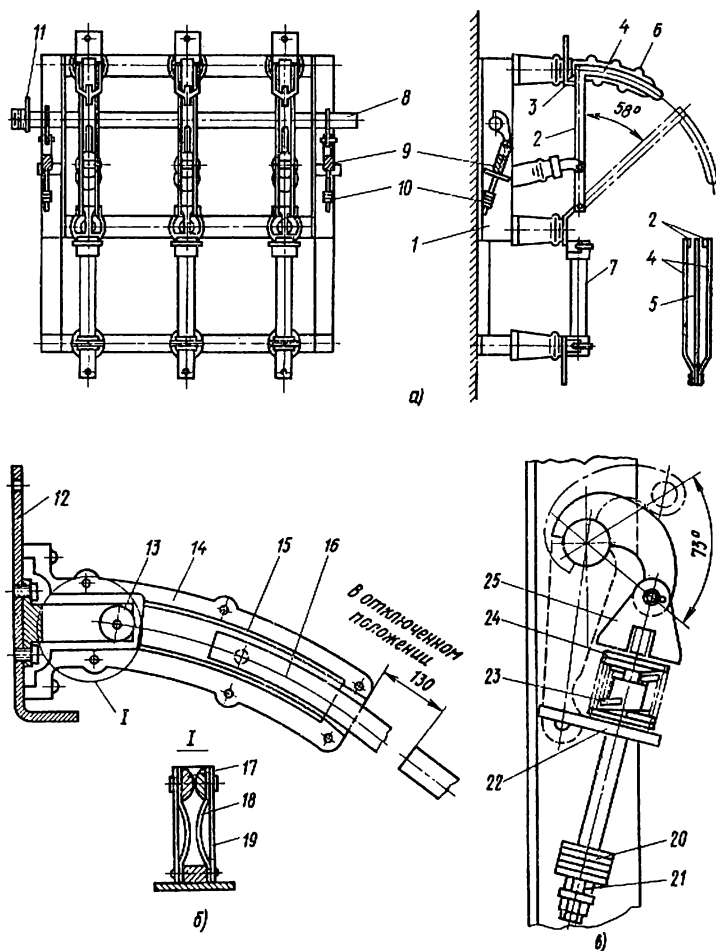


Рис. 89. Выключатель нагрузки ВМП-16:

а — общий вид, *б* — дугогасительная камера, *в* — отключающие пружины (во взведенном состоянии); 1 — рама, 2 и 3 — рабочие контакты, 4 — стальные пластины, 5 — дугогасительный контакт, 6 — дугогасительная камера, 7 — предохранитель, 8 — вал, 9 — отключающая пружина, 10 — резиновый буфер, 11 — приводной рычаг, 12 — стойка неподвижного контакта, 13 — неподвижный контакт, 14 — щека, 15 — вкладыш, 16 — положение подвижного контакта в момент отключения выключателя, 17 — основной неподвижный контакт выключателя, 18 — гибкая связь, 19 — пружинящая пластина, 20 — резиновая шайба, 21 — стальная шайба, 22 — упорная планка, 23 и 24 — пружины, 25 — вилка

щаться на 58° ; а дугогасительный подвижный контакт — входить в камеру на 160 мм. Если при включении выключателя ножи ударяются о неподвижный контакт, необходимо это устранить путем изменения длины тяги, соединяющей вал с приводом. Проверяют отключающие пружины, и если они ослабли или имеют дефект, их заменяют. Проверяют буферные шайбы; в случае необходимости их делают вновь из листовой резины толщиной 4—6 мм.

Поверхность соприкосновения контактов должна составлять не менее 75 % площади их рабочей поверхности. Во включенном положении подвижные и неподвижные контакты должны быть плотно прижаты друг к другу. Погнутость контактов должна быть устранена. Место присоединения заземляющего провода должно быть зачищено до металлического блеска и смазано тонким слоем технического вазелина.

Проверяют и добиваются безотказной работы привода, отсутствия в нем осевых люфтов, перекосов контактов при включении. Осматривают изоляторы; при небольших повреждениях поверхности глазури эти места покрывают влагостойким лаком (асфальтовым, глифталевым), который наносят в два слоя и сушат в течение 2—3 ч при температуре 110°C . Незначительные сколы поверхности (до 1 см²) могут быть приклеены карбоновальным клеем при условии очистки склеиваемой поверхности бензином. Проверяют прочность колпачков и фланцев. Вываленную армировочную массу восстанавливают, предварительно очистив поверхность от грязи, пыли и масла следующей замазкой: 1 ч. (по массе) портландцемента, 1,5 ч. песка, 100 ч. смеси, размешанные в 40 ч. воды.

Возможные неисправности привода ПРА-17 выключателя нагрузки и способы их устранения приведены в табл. 5.

Все работы по разборке узлов, регулировке, подтяжке контактов производят при снятом напряжении!

Разъединители. Ремонт разъединителей (рис. 90) сводится к ремонту изоляторов, контактной системы, приводного механизма и каркаса (цоколя).

Перед ремонтом разъединителей производят их внешний осмотр, чтобы выявить имеющиеся дефекты и объем ремонтных работ. Особенно тщательно осматривают контакты, так как трещины, выбоины и раковины в них вследствие перегрева могут вызвать аварию. Для устранения раковин и выбоин опиливают поврежденные части контактов, если глубина их не превышает 0,1—0,2 мм.

Т а б л и ц а 5. Неправности привода ПРА-17 и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Привод не удерживает выключатель во включенном положении	Фиксатор не зацепляется за стопорный палец из-за следующих причин: коротка тяга, соединяющая рычаг выключателя нагрузки с секторным рычагом привода не поворачивается на оси фиксатор из-за повышенного трения сточился зуб фиксатора соскочила пружина фиксатора	Увеличить длину тяги, вывернув шпильки Снять фиксатор, очистить ось и отверстие фиксатора, снять заусенцы и нанести новую смазку Заменить фиксатор Поставить пружину на место
Выключатель не отключается после расцепления защелки с отключающей собачкой — привод не отключает выключатель	Заклинилась отключающая собачка и секторный рычаг из-за неправильной установки привода и увеличились люфты деталей Деформировались отключающая собачка и секторный рычаг в месте соприкосновения Плохо обработаны секторный рычаг и отключающая собачка	Установить правильно привод, уменьшить люфты деталей привода на осях с помощью дополнительных шайб Заменить привод Тщательно зачистить места соприкосновения и слегка смазать
Привод отключается при заводе пружины выключателя нагрузки	Сработался зуб защелки Сработался выступ отключающей собачки, за который зацепляется зуб защелки Соскочила возвратная пружина с защелки Отогнулся палец на рычаге ручного отключения	Заменить защелку или целиком привод Заменить отключающую собачку или целиком привод Установить пружину на место Выправить палец на рычаге ручного отключения
Защелка не расцепляется с отключающей собачкой при нажатии на рычажок ручного питания	Сработался зуб защелки Соскочила возвратная пружина с защелки Отогнулся палец на рычаге ручного отключения	Заменить защелку или целиком привод Установить пружину на место Выправить палец на рычаге ручного отключения
Защелка не расцепляется с отключающей собачкой при подаче импульса за катушку отключения	Слабо ударяет боек по хвосту защелки — высоко установлен корпус соленоида	Опустить корпус соленоида

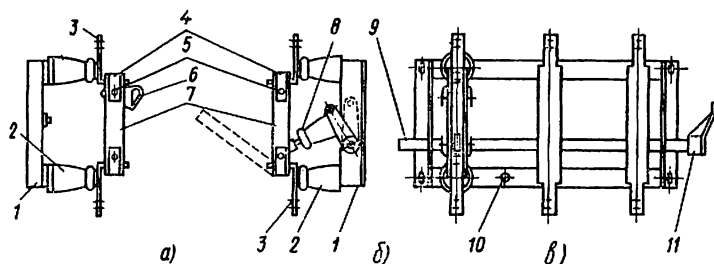


Рис. 90. Разъединитель:

а — однополюсный, *б* — трехполюсный (вид сбоку), *в* — то же (вид спереди);
1 — рама (цоколь), *2* — изолятор, *3* — контакт, *4* — стальные пластины, *5* — пружина, *6* — замок, *7* — нож, *8* — фарфоровая тяга, *9* — вал, *10* — болт заземления, *11* — рычаг

Появление пленки оксида на поверхности контактов разъединителей увеличивает их переходное сопротивление, что ведет к чрезмерному нагреву, который легко установить по появлению на них цветов побежалости. Дефект устраняется зачисткой контактов мелкозернистой стеклянной шкуркой. Очищенную поверхность контакта для предохранения от окисления (коррозии) покрывают тонким слоем технического вазелина, особенно в неотапливаемых помещениях.

Искривление ножей подвижных контактов можно устранить взаимным перемещением подвижных и неподвижных контактов относительно друг друга или устранением кривизны. При ударах ножа о головку опорного изолятора неподвижного контакта неисправность устраняют регулированием тяги привода.

Если вал имеет продольное перемещение, то устранить его возможно установкой плоских шайб или кольцами из согнутой проволоки диаметром 4—5 мм. Шайбы и кольца устраняют с двух сторон и приваривают в нескольких точках к валу. Кроме того, продольное перемещение можно ликвидировать, если просверлить на валу отверстия с одной стороны стенки рамы и установить шпильки.

Плотное соприкосновение подвижных и неподвижных контактов обеспечивается специальными пружинами, создающими требуемое нажатие. Уход за состоянием пружин сводится к внешнему осмотру. Плотность прилегания контактов проверяют щупом толщиной 0,05 мм и шириной 10 мм. Просовывая щуп в промежуток между подвижным и неподвижным контактами, устанавливают величину, на которую он углубляется в зазор. Если эта глубина превосходит 4—5 мм, ножи подвижного контакта регулируют.

Допускается неодновременность включения не более 3 мм. Регулировку следует производить подгонкой тяг. Нож разъединителя в положении «включено» должен находиться от основания неподвижного контакта на расстоянии не более 5 мм.

Необходимо тщательно проверить работу системы привода. Вспомогательные контакты КСА должны замыкаться при приближении ножа разъединителя к губкам, а размыкаться при прохождении ножом 75 % его полного хода. Регулировка достигается изменением длины тяги привода. Все болтовые соединения подтягивают, а поверхность очищают от грязи. Трущиеся поверхности привода разъединителей смазывают летом солидолом или техническим вазелином, зимой — холодостойкой смазкой. Холостой ход привода не должен превосходить 5°. При большем ходе уменьшают зазоры в сочленениях.

Отремонтированный разъединитель проверяют неоднократным включением и отключением с помощью привода. Если при этом не обнаружится каких-либо признаков разрегулирования или других дефектов, разъединитель принимают в эксплуатацию.

Предохранитель ПК (рис. 91). При ремонте следует осмотреть фарфор и армировку на торцах патрона и латунных колпачков. Поврежденную армировку восстановить. Проверить плотность соприкосновения контактных поверхностей латунных колпачков или ножей с пружинным неподвижным контактом. Плотность соприкосновения достигается подгибанием контактных зажимов. Если контакт от перегрева потерял упругость, его заменяют.

Указатель срабатывания состоит из металлической крышки с втулкой, внутри которой помещена спиральная пружина. Один конец закреплен к дну втулки, второй — к головке указателя и снабжен небольшим крючком, который зацепляют на находящуюся внутри указателя проволоку, которая, перегорая, выбрасывает головку.

Проверяют контактные соединения с ошиновкой. В конструкции предохранителя с кварцевым заполнением предусмотрена многократная перезарядка, которая выполняется квалифицированным персоналом в ремонтных мастерских согласно заводским инструкциям. Целостность плавкой вставки проверяют контрольной лампой. Полноту засыпки кварцевого песка проверяют легким встряхиванием. Старый песок оставляют в исключительных случаях, если он не спекся и не отсырел (влажность меньше 0,05 %). Размер песчинок должен быть 0,5—

1 мм. Колпачки крепят на цементном растворе (марки 400—500), чтобы не допустить проникновения влаги в патрон.

Распределительные шины. При осмотре шин их очищают от пыли, проверяют крепления. Болты следует затягивать с нормальным усилием 150—200 Н (15—20 кг). Чтобы не превзойти предел текучести материала для затягивания болтов, применяют ключи с регулировкой момента затяжки. Качество контактов проверяют щупом $0,05 \times 10$ мм, который не должен входить на глубину, большую

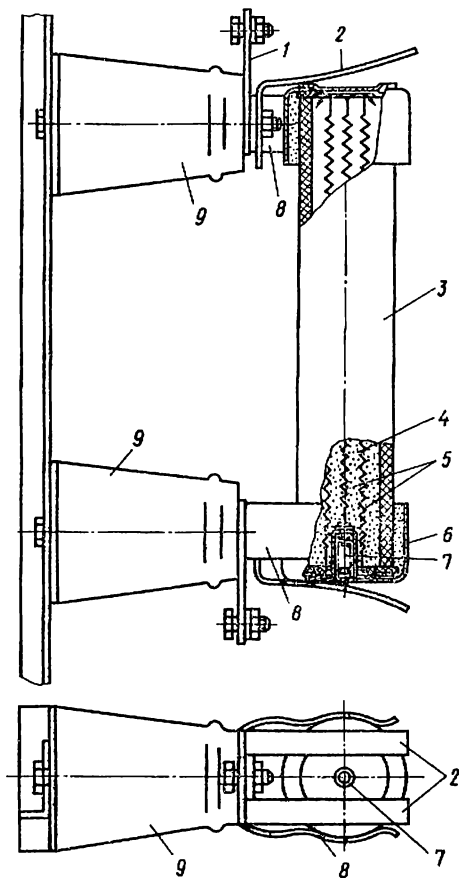


Рис. 91. Кварцевый предохранитель ПК:

1 — контактные выводы, 2 — ограничители, 3 — фарфоровый патрон, 4 — кварцевый песок, 5 — плавкие вставки, 6 — латунные колпачки, 7 — указательное устройство, 8 — контактный держатель, 9 — изолятор

5 мм. В процессе эксплуатации проверяют нагрев контактов с помощью термоиндикатора (специальной пленки).

При нарушении контактной поверхности ее надо зачистить стальной щеткой или напильником под слоем вазелина. Зачистку разъемных контактов алюминиевых шин благодаря быстрому образованию оксидных пленок на контактирующих поверхностях производят под слоем нейтральных смазок (вазелин, ЦИАТИМ-221, кварцевазелиновая паста). После зачистки грязную смазку удаляют и наносят тонкий слой чистой.

Если шины соединены сваркой, при осмотре обращают внимание на отсутствие наплывов, трещин, прожогов, непроваров, что устанавливается постукиванием молотка.

Разрядник РВП-10. Он состоит (рис. 92) из многократных искровых промежутков и последовательных нелинейных резисторов (сопротивлений), помещенных в фарфоровый корпус. Единичный искровой промежуток состоит из двух фасонных латунных электродов 14, приклеенных к изоляционной миканитовой или картонной прокладке 15. Искровые промежутки в определенном количестве помещены в бакелитово-бумажный цилиндр, который не позволяет им смещаться друг относительно друга.

Резисторы набирают из вилитовых * дисков, плоскости которых металлизуют алюминием, а боковые поверхности покрывают изолирующей обмазкой.

Наиболее характерные повреждения разрядников: сколы и трещины фарфорового корпуса, нарушения герметичности и крепления внутренних деталей разрядника, увеличенный ток утечки (более 10 мА) и низкое пробивное напряжение промышленной частоты (менее 26—30,5 кВ).

Разрядник, как правило, находится все время во включенном положении. При осмотрах, особенно после грозы, и автоматических отключениях обращают внимание на целостность фарфоровых корпусов: они должны быть очищены от грязи и пыли и осмотрены. При наличии трещин на корпусе разрядник заменяют. Незначительные трещины эмалевого покрытия допускают дальнейшую эксплуатацию разрядника. Головки болтов и гайки должны быть окрашены, чтобы не было ржавых подтеков.

Полная ревизия разрядника производится одновременно с проведением текущего или капитального ремонта всего оборудования подстанции. Разрядник отсоединяют от

* Вилит — запеченная смесь карборунда и жидкого стекла.

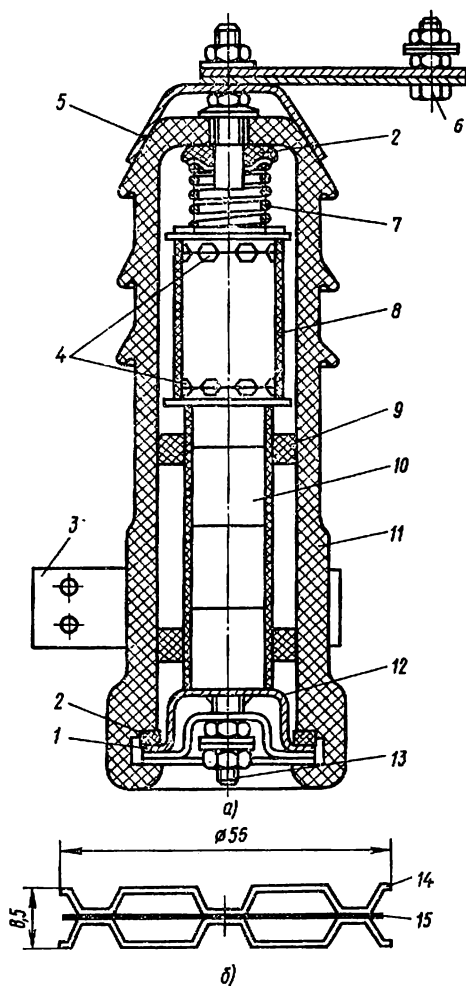


Рис. 92. Вентильный разрядник РВП-10:
 а — общий вид, б — единственный искровой промежуток; 1 — металлический сегмент, 2 — озоностойкая резина, 3 — хомут, 4 — искровые промежутки, 5 — металлический колпак, 6 — болт для присоединения шин, 7 — спиральная пружина, 8 — изоляционный цилиндр, 9 — прокладка из фетра или войлока, 10 — резисторы, 11 — фарфоровый корпус, 12 — нижняя диафрагма, 13 — болт для заземления, 14 — латунный электрод, 15 — изоляционная прокладка из mica или картона

шин и осторожно в вертикальном положении переносят к месту проверки и профилактических испытаний. Легким покачиванием проверяют на слух плотность укладки внутренних деталей.

Измеряют ток утечки и величину пробивного напряжения. При обнаружении неисправностей или отступления от норм электрических показателей разрядник заменяют новым, проверенным. Вскрытие разрядника с целью ремонта его деталей является сложной операцией, требует специального оборудования и опыта ремонтного персонала. Вскрытие разрядника возможно в чистом, сухом, теплом, светлом помещении. Замену отдельных деталей или изменение их взаимного расположения, а также ремонт их проводят в строгом соответствии с заводскими инструкциями.

При ремонте трубчатых разрядников проверяют искровой промежуток, целостность деталей и в случае повреждений разрядник заменяют новым.

§ 42. Испытания, проверка, регулировка

После выполнения капитального ремонта параметры масляного выключателя с приводом должны быть доведены до значений, предусмотренных заводом-изготовителем.

Проводят следующие испытания:

измерение сопротивления изоляции подвижных и направляющих частей выключателя мегаомметром 2500 В. Сопротивление изоляции для выключателей на номинальное напряжение 6—10 кВ должно быть не ниже 1000 МОм;

испытание изоляции выключателя повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц, приложенным в течение 1 мин. Испытательное напряжение для выключателей на номинальное напряжение 10 кВ выбирается в зависимости от типа изоляции (керамическая, из органических материалов и др.) в пределах 32—42 кВ. При испытании не должно быть пробоя изоляции, скользящего разряда или поверхностного перекрытия;

измерения сопротивления постоянному току:

а) микроомметром М-246 (или двойным мостом, или методом вольтметр — амперметр) контактов выключателя для главной цепи полюсов. Сопротивление должно соответствовать заводским данным, в частности для выключателя ВМГ-10 630 А — 75 мкОм, ВМПП-10 — 55 мкОм, ВМПЭ-10 — 50 мкОм;

б) одинарным мостом сопротивления обмоток включающих (вкл.) и отключающих (откл.) катушек привода. Сопротивление должно соответствовать заводским данным;

измерения собственного времени включения и отключения выключателя, которое выполняется по схемам, изображенным на рис. 93.

Собственное время включения (отключения) есть интервал времени с момента подачи команды рубильником S на включения (отключения) выключателя Q до замыкания его контактов.

Измерение производится при нормальном напряжении оперативного тока электрическим секундомером PT

Для выключателей, не имеющих дистанционного включения, определяется только собственное время отключения выключателя.

Измеренные величины времени не должны отличаться более чем на $\pm 10\%$ от следующих заводских значений:

	Время отключения, с	Время включения, с
Для выключателя ВМГ-10 с приводом ПЭ-11	0,12	0,30
Для выключателя ВМП-10 с пружинным приводом	0,10	0,20
Для выключателя ВМПЭ-10 встроенным приводом	0,09	0,30

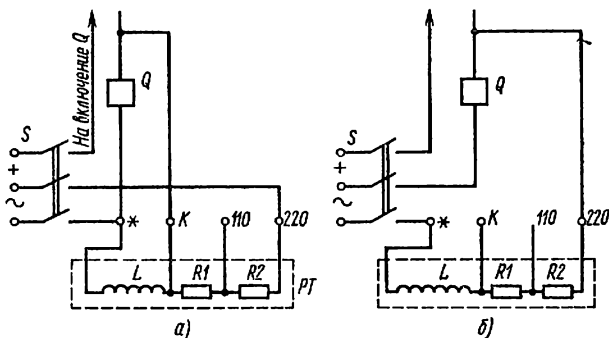


Рис. 93. Схемы проверки работы выключателя:
 а — время включения, б — время отключения; Q — масляный выключатель, PT — электросекундомер, L — обмотка, $R1$ и $R2$ — резисторы, S — выключатель

Измерение скорости движения подвижных контактов при включении и отключении выключателя производится с помощью вибрографа с частотой колебаний 100 Гц. При снятии виброграммы включается питание катушки вибрографа и одновременно подается команда на включение (отключение) выключателя.

В случае отклонений от заводских данных замеряемых величин сопротивления, времени и скорости движения контактов выключателя необходимо произвести ревизию и регулировку соответствующих элементов выключателей. Например, для выключателя ВМГ-10:

полный ход подвижного контакта должен быть равен (210 ± 5) мм и определяется как расстояние между двумя рисками, нанесенными на стержне подвижного контакта в положениях выключателя «отключено» и «включено». Отключенное положение выключателя регулируется опусканием или подъемом масляного буфера с помощью дистанционных шайб под крепящей пластиной буфера;

ход в розеточных контактах (45 ± 5) мм определяется как расстояние между двумя рисками, нанесенными на стержне подвижного контакта в момент его касания с розеточным контактом и в положении выключателя «включено»; это достигается регулировкой длины контактного стержня. Верхний резьбовой конец стержня должен входить в наконечник на глубину не менее 20 мм;

неравномерность касания контактов допускается не более 5 мм (определяется с помощью сигнальных ламп, соединенных по схеме рис. 94) и определяется как расстояние между двумя рисками, нанесенными на одном из подвижных контактов в момент касания первого и последнего подвижного контактов с розеточным контактом. Регулируется длина подвижного контакта;

ход штока масляного буфера (20 ± 1) мм определяется

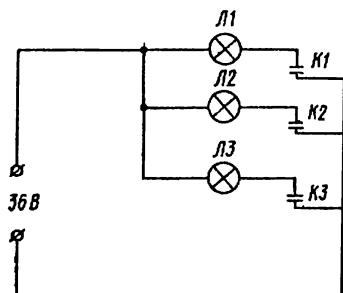


Рис. 94. Схема проверки одновременного включения контактов: Л1, Л2, Л3 — сигнальные лампы, К1, К2, К3 — контакты выключателя

как расстояние между двумя рисками, нанесенными на штоке при крайних положениях поршня буфера;

необходимо отрегулировать упорный болт так, чтобы зазор между болтом и роликом при полностью включенном выключателе был в пределах 0,5—1,5 мм;

усилие, необходимое для вытягивания контактного стержня из розеточного контакта во включенном положении выключателя, не должно превышать 200 Н; оно определяется с помощью пружинного динамометра.

Для выключателя ВМПП-10 замер хода подвижного контакта в розеточных контактах, скоростей отключения выключателя, момента касания контактов определяется с помощью штанги 1 (рис. 95) и контрольных ламп.

Порядок установки штанги на цилиндре выключателя следующий. Отвинтить болты и снять крышку полюса (см. рис. 78). Отвинтить пробку 8 в головке 6; отсоединить рычаги механизмов полюсов от тяг.

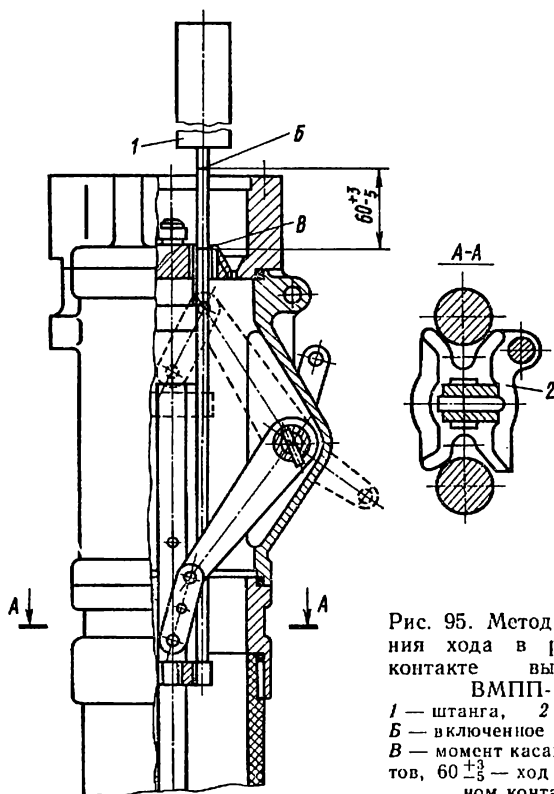


Рис. 95. Метод определения хода в розеточном контакте выключателя ВМПП-10:
1 — штанга, 2 — колодка;
Б — включенное положение,
В — момент касания контактов, $60 \pm \frac{+3}{-5}$ — ход в розеточном контакте

Поворачивая наружный рычаг механизма полюса вниз, подвести направляющую колодку подвижного стержня до упора в буфер и завернуть штангу 1 в резьбовое отверстие колодки 2 (рис. 95).

Проверку нажатия пружин контактов и усилие вытягивания ножей разъединителя производят динамометром. Если вытягивающее усилие меньше предусмотренного заводской инструкцией, необходимо отрегулировать пружины.

Зазор между витками пружин при включенном состоянии должен быть не меньше 0,5 мм. Если путем регулировки не удается добиться нужных результатов, пружину заменяют.

§ 43. Ремонт реакторов

Для ограничения токов короткого замыкания в цепях, отходящих от источников электроснабжения (электростанций или распределительных устройств), устанавливают реакторы, имеющие большое индуктивное сопротивление. В настоящее время распространены сухие реакторы. Катушки реакторов выполняют из алюминиевых, реже медных проводов больших сечений, изолированных слоем кабельной бумаги и хлопчатобумажной оплеткой.

На рис. 96 показана одна фаза (элемент) реактора, состоящая из бетонных колонок 1, на которых закреплена обмотка 2. Провода обмотки заливают бетоном в колонках. Виток, на котором обнаружено повреждение изоляции, с помощью клина отгибают, изолируют и покрывают электроизоляционной эмалью. Ослабление обмотки устраняют подпрессовкой. Начало и конец обмотки имеют выводные контакты 5. Трехфазный реактор собирается из трех однофазных, устанавливаемых, как правило, вертикально, причем направление витков средней фазы должно быть противоположным направлению витков первой и третьей фаз. Каждая фаза укреплена на опорных изоляторах 4 анкерными болтами 3.

Противоположное направление витков средней фазы в случае короткого замыкания между двумя любыми соседними фазами создает усилие притягивания, а не отталкивания обмоток реактора.

Реакторы при работе выделяют много теплоты, и поэтому надо следить за каналами охлаждения (между витками и колонками) и очищать их от пыли и грязи, за вентиляцией камеры, в которой установлен реактор. В ряде слу-

чаев при неаккуратном обслуживании витки обмотки могут быть деформированы. Поврежденные витки осторожно выправляют, применяя деревянный клин.

Так как реактор устанавливают в неотапливаемых помещениях, изоляция обмоток и особенно бетонная поверхность колонок должны иметь прочный лаковый покров, который при повреждениях должен быть восстановлен. Используют лак БТ987. Сколы бетонных колонок восстанавливают следующим образом: на поврежденном месте колонки делают опалубку из досок, смазанных с внутренней стороны техническим вазелином, поврежденный участок заливают бетонной массой, состоящей из равных по массе частей — цемента марки 500—600, кварцевого песка и гравия с размером зерен 3—5 мм. Эта смесь замешивается водой в количестве 40—60 % от массы цемента. Схватывание смеси обычно длится до 2 сут, после чего опалубку аккуратно снимают. Незначительные сколы бетонных колонок достаточно покрыть олифой и лаком. Реактор с обмоткой 10 кВ после ремонта или в порядке профилактических испытаний должен выдерживать испытательное напряжение 42 кВ в течение 1 мин. Сопротивление изоляции обмоток относительно болтов крепления должно быть не ниже 0,1 МОм.

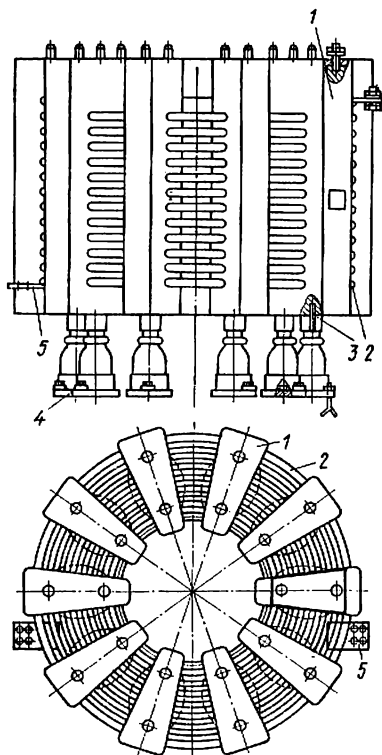


Рис. 96. Реактор РБА

Подумайте и ответьте

1. Каково назначение основного оборудования высоковольтных распределительных устройств?
2. Каковы основные повреждения выключателей?

3. Как ремонтируют выключатели нагрузки, разъединители и предохранители?
4. Каковы основные повреждения приводов?
5. Как проводят испытания и проверку выключателей?
6. Как отремонтировать реактор?

Глава IX

РЕМОНТ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Силовым называется трансформатор, предназначенный для преобразования приема и использования электрической энергии.

Основными деталями силового трансформатора являются:

а) магнитная система — магнитопровод, состоящий из стержней, верхнего и нижнего ярма. Различают плоские и пространственные магнитопроводы, последние имеют ряд преимуществ перед обычными плоскими, а именно: уменьшаются трудозатраты на изготовление и сборку; повышается надежность стержня, так как прессующие шпильки отсутствуют; уменьшаются потери холостого хода, так как сечение стержня увеличивается за счет отсутствия отверстий под шпильки, а в результате при равных мощностях трансформаторов для пространственных магнитопроводов требуется меньше стали;

б) обмотки ВН и НН, выполненные из круглых или прямоугольного сечения проводов, одна из которых называется первичной, а вторая вторичной. Магнитопровод с обмотками называется *активной частью* трансформатора;

в) бак и расширитель (только у масляных трансформаторов);

г) вводы, предназначенные для присоединения концов обмотки трансформатора к внешней электрической сети;

д) переключатель для переключения числа витков обмотки ВН;

е) контрольно-защитные устройства, приборы и арматура.

Различают трансформаторы маслонеполненные (масляные) и сухие, однофазные и трехфазные. На рис. 97 показаны маслонеполненные трансформаторы с плоской (а) и пространственной (б) магнитными системами.

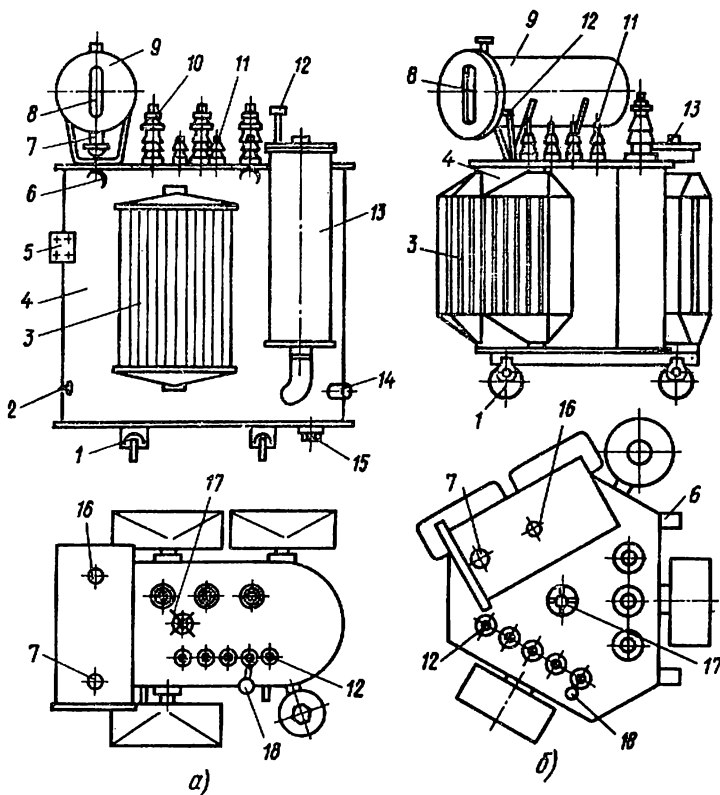


Рис. 97. Трансформаторы мощностью 400 кВ·А с плоским (а) и пространственным (б) магнитопроводами:

1 — транспортный ролик, 2 — болт заземления, 3 — радиатор, 4 — бак, 5 — щиток, 6 — крюк для подъема, 7 — воздухоосушитель, 8 — маслоуказатель, 9 — расширитель, 10 — ввод ВН, 11 — ввод НН, 12 — термометр, 13 — термосифонный фильтр, 14 — пробка для отбора пробы масла, 15 — пробка для слива, 16 — пробка для долива масла, 17 — переключатель, 18 — пробивной предохранитель

§ 44. Основные виды повреждений и текущий ремонт трансформаторов

Наибольшее количество повреждений наблюдается в устройствах обмоток, главной и продольной изоляции, вводов и переключателей.

Поступивший в ремонт трансформатор осматривают. Знакомятся с эксплуатационно-технической документацией, обращая особое внимание на сведения о работе и дефектах трансформатора в эксплуатации, результаты

предыдущего ремонта и особые требования, предъявляемые заказчиком.

При внешнем осмотре могут быть установлены некоторые неисправности трансформатора: поверхностное перекрытие; пробой или разрушение изоляторов, ввод, вздутие бака, образовавшееся вследствие механических усилий внутри трансформатора при его аварии; нарушение прочности швов бака или уплотнений, наличие и течи масла; неисправности работы маслоуказателя, сливного крана и другие дефекты.

Определение основных физико-химических свойств трансформаторного масла. В случае отсутствия паспортных данных поступившего в ремонт трансформатора необходимо провести испытание трансформаторного масла на основные физико-химические свойства (табл. 6).

Масло для испытания отбирают из специально предусмотренного крана в чистую сухую стеклянную посуду, предварительно слив 2—3 л масла и ополоснув им посуду. Масло испытывают на пробой на специальной установке. Для трансформаторов с номинальным напряжением до 15 кВ пробивное напряжение должно быть не менее 25 кВ при условии выполнения шести проб. Проводят сокращенный химический анализ для проверки соответствия их приведенным в таблице.

Измерение сопротивления изоляции обмоток. Измерения выполняют мегаомметром 1000 В. Для двухобмоточных трансформаторов измеряют сопротивление изоляции

Т а б л и ц а 6. Основные физико-химические свойства трансформаторного масла

Показатели качества масла	Норма
Содержание механических примесей	Отсутствуют
Кислотное число*, мг КОН на 1 кг масла, не более	0,05
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют
Температура вспышки, °С, не ниже	135
Кинематическая вязкость, сСт, не более:	
при 20 °С	30
при 50 °С	9,6
Зольность, %, не более	0,005
Температура застывания, °С, не выше	—45

Кислотное число определяется количеством миллиграммов едкого кали, которое необходимо для нейтрализации всех свободных кислых соединений, входящих в состав 1 г масла.

между обмоткой ВН и баком при заземленной обмотке НН (рис. 98, а); между обмоткой НН и баком при заземленной обмотке ВН; между соединенными между собой обмотками ВН и НН и баком. Сопротивление изоляции при 10 °С должно быть в пределах 800—600 МОм.

Определение коэффициента трансформации. Коэффициент трансформации определяют методом двух вольтметров (рис. 98, б). На вводы НН подают напряжение порядка 100—400 В. С помощью вольтметров $V1$ и $V2$ измеряют поочередно напряжения на всех ступенях напряжения обмоток ВН и НН. Вольтметр $V2$ присоединяется через трансформатор напряжения. Определяют коэффициент трансформации для всех фаз и ступеней. Допустимое отклонение коэффициента от расчетного должно быть $\pm 0,5 \%$, отклонение по фазам 1—2 %.

Определение группы соединения обмоток. Определение группы выполняют методом двух вольтметров (рис. 98, в) $V1$ и $V2$. Вводы A и a испытуемого трансформатора соединяют. К одной из обмоток подводят напряжение 220 В и измеряют поочередно напряжения между вводами $в—B$, $в—C$ и $с—B$. По измеренным напряжениям и полученным коэффициентам трансформации по справочным таблицам находят группу соединения обмоток.

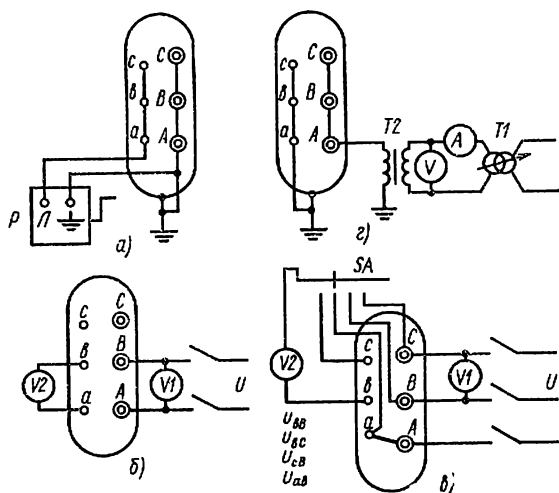


Рис. 98. Схемы измерения:
а — сопротивления изоляции, б — коэффициента трансформации, в — группы соединения обмоток, г — прочности изоляции

Испытание прочности изоляции между обмотками ВН и НН и каждой из них относительно бака (рис. 98, з). С помощью автотрансформатора *T1* (рис. 98, з), подключенного к сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц, плавно поднимают напряжение трансформатора *T2* до 35 кВ для масляных трансформаторов и 23 кВ для сухих с номинальным напряжением 10 кВ. Если в течение 1 м не наблюдается потрескивания или перекрытия, стрелки вольтметра и амперметра не изменяют своих показаний, плавно снижают напряжение до нуля и считают, что трансформатор выдержал испытания.

Если в результате осмотра и приведенных выше испытаний повреждения активной части трансформатора установлены, приступают к ее осмотру.

Трансформатор устанавливают под крюк подъемного механизма так, чтобы крюк находился над центром тяжести трансформатора (пересечения осей крышки трансформатора), демонтируют термометр и пробивной предохранитель, чтобы не повредить их при подъеме выемной части, отвинчивают болты, крепящие крышку, ослабляют крепления изоляторов и вводов, установленных на крышке.

Активную часть трансформатора поднимают после частичного слива масла до уровня ниже уплотняющей прокладки крышки в трансформаторах с расширителем. Чтобы избежать появления влаги (росы) на остовах и обмотках трансформатора, активную часть разрешается поднимать только при условии, когда температура ее равна или выше температуры окружающего воздуха.

Чтобы не повредить обмотки, подъем рекомендуется проводить вдвоем, удерживая стропы и крышку трансформатора, чтобы магнитная система и обмотки не задевали за края бака. Подняв активную часть на 15—20 см, определяют уровень масла в трансформаторе и проверяют, полностью ли были покрыты маслом обмотки и отводы. Только после этого допускается полный спуск масла.

Подняв активную часть трансформатора, осматривают ее. Проверяют чистоту обмоток, обращая особое внимание на каналы между обмотками и магнитопроводом. Твердые парафиновые отложения очищают протирочной ветошью или кистью, смоченными в бензине.

Почерневшие или подгоревшие места катушек свидетельствуют о межвитковом замыкании обмоток или пробое на корпус. Выявляют на ощупь места ослабления витков. В этих местах, как правило, поврежденной оказывается

изоляция обмотки, обуглившаяся в результате межвитковых замыканий, не видимых с внешней стороны. Проверяют внешним осмотром состояние изоляции, отсутствие деформаций и смещений обмоток или ее витков, наличие изоляционных прокладок, клиньев, распорок.

Ослабление витков обмотки устраняют подпрессовкой обмоток. Между уравнильной и ярмовой изоляциями забивают дополнительные изоляционные клинья, изготовленные из сухого дерева, электрокартона или гетинакса. Расклинивают ряд за рядом равномерно по всей окружности. При этом применяют вспомогательный брусок. Чтобы не размочалить торцы забиваемых клиньев, ударяют по деревянному бруску. Для небольших трансформаторов подпрессовка выполняется ярмовыми балками.

Мегаомметром 1000 В проверяют отсутствие обрывов и сопротивление изоляции обмоток НН и ВН на корпус и между обмотками ВН и НН.

Проверяют также надежность контактов концов обмотки с вводами, места паек, изоляцию шпилек (рис. 99) и бандажей бесшпилечных трансформаторов, стягивающих сталь магнитопровода.

При внешнем осмотре обращают внимание на состояние переключателей. Одновременно осматривают бак, расширитель, соединительные трубопроводы и уплотнения.

Если оказываются поврежденными магнитная система или обмотки, трансформатор подлежит капитальному ремонту с разборкой активной части. При повреждениях других частей ремонт последних производят без полной разборки трансформатора.

Ремонт вводов. Основные неисправности вводов (рис. 100) следующие: трещины и сколы изоляторов, разрушение изоляторов, некачественная армировка и уплотнение, срыв резьбы контактного зажима при неправильном навинчивании и затягивании гайки. При значительных сколах и трещинах ввод заменяется.

Армирование фарфоровых изоляторов начинают с изготовления зажима из медных или латунных прутков соответствующего диаметра и длины; на концах зажима нарезается резьба по размерам заменяемого. На зажим навинчивают стальной или бронзовый колпак и закрепляют его контргайкой. С внутренней стороны колпак с зажимом скрепляют газосваркой. Сварку производят латунью с применением в качестве флюса буры, предварительно прокаленной в течение 3 ч при 700 °С. Качество сварки должно быть проверено. После сварки зажим

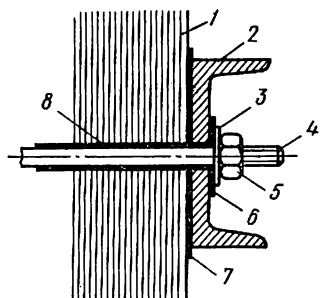


Рис. 99. Изоляция стяжной шпильки ярма:
1 — ярмо, 2 — ярмовая балка, 3 — стальная шайба, 4 — шпилька, 5 — гайка, 6 — изоляционная шайба, 7 — изоляционная прокладка, 8 — изоляционная трубка

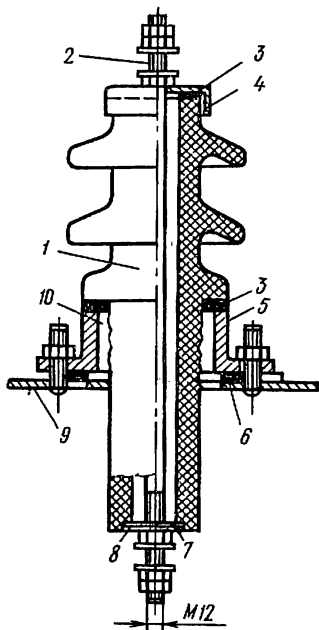


Рис. 100. Армированный ввод 6—10 кВ наружной установки:
1 — фарфоровый изолятор, 2 — токоведущий стержень, 3 — резиновая шайба, 4 — колпак, 5 — фланец, 6 — прокладка, 7 — картонная шайба, 8 — стальная шайба, 9 — крышка трансформатора, 10 — армировочная масса

лудят гальваническим способом и подвергают вторичному испытанию.

Зажим с приваренным к нему колпаком закрепляют в тисках. Для предохранения резьбу обертывают лентой из мягкого металла. Внутри колпака вкладывают резиновую прокладку.

Фарфоровый изолятор верхней частью вставляют в колпак и сверху на зажим надевают электрокартонную и металлическую шайбы, которые до отказа затягивают контргайкой. Колпак заливают замазкой, которую после застывания покрывают нитроэмалью 624С.

В качестве армировочных цементирующих замазок для изоляторов напряжением до 10 кВ рекомендуется глицериновая или портландцементная замазка. В случае переармировки изоляторов необходимо старую затвердевшую замазку удалить равномерным нагреванием фарфоровой части ввода, а затем фланца до 100—120 °С паяльной лампой или автогенной горелкой. Вследствие температурного расширения фланец отойдет от замазки и при легком ударе молотка по фланцу он отделится от фарфора.

Начало обмоток ВН трехфазного трансформатора маркируется буквами *A, B* и *C*, а концы этих обмоток — *X, Y* и *Z*. Нейтраль — 0. Начало и конец обмоток НН маркируются соответственно *a, b, c* и *x, y, z*.

Ремонт поврежденных контактных зажимов. Поврежденную резьбу зажимов отрезают ножовкой заподлицо с плоскостью колпачка. Зажим высверливают на толщину тела колпачка (3—4 мм), после чего его можно свободно вынуть и заменить новым. Новый зажим приваривают от верхней плоскости колпачка.

Ремонт переключателей. Переключатель служит для переключения числа витков обмотки ВН и имеет три ступени регулировки напряжения: + 5 %, номинальное напряжение, — 5 %. Наиболее распространены следующие типы переключателей:

ТПСУ-9-120/6, устанавливаемый в трансформаторах мощностью до 100 кВ·А, напряжением до 6 кВ без расширителя; переключатель размещается под крышкой, в которой есть отверстие для рукоятки, и закрепляется на верхних ярмовых балках выемной части трансформатора; отверстие закрывается чугунным колпаком;

ТПСУ-9-120/11, ТПСУ-9-120/12, применяемые в трансформаторах напряжением до 10 кВ и мощностью до 1000 кВ·А включительно; переключатель устанавливается над крышкой трансформатора.

В последних конструкциях трансформаторов напряжением 10 кВ применяется переключатель реечного типа ПТО-10/63-65, предназначенный для переключения ответвления обмоток в пределах $\pm 2 \times 2,5$ % на трансформаторах I—III габаритов на напряжение до 10 кВ.

Наиболее частыми повреждениями переключателей являются оплавления и подгорания контактных поверхностей. При значительных оплавлениях и полном выгорании контактов переключатель заменяют новым.

В целях устранения повреждений пружины переключатель проверяют путем переключения его по всем ступеням. Исправная пружина для переключателя ТПСУ, ПТО обеспечивает нажатие контактов в рабочем положении 50—60 Н. Каждое положение переключателя четко фиксируется, что сопровождается щелчком.

При осмотре переключателя его следует очистить, закрепить и подтянуть контакты.

Иногда контактная поверхность переключателей покрывается очень стойкой и твердой пленкой — продуктом старения масла. Ее удаляют, протирая поверхность колец

и стержней контактов тряпкой, смоченной ацетоном. Применение для этой цели наждачной бумаги недопустимо, так как она может повредить никелированную поверхность.

Ремонт пробивного предохранителя. После каждого пробоя предохранителя устанавливают новую слюдяную пластинку толщиной 0,25 мм, а контактные поверхности предохранителя тщательно зачищают от образовавшегося нагара.

Ремонт бака. Сравнительно распространенными случаями повреждения бака, вызывающими его течь, являются нарушения сварных швов и недостаточная плотность прокладки между баком и крышкой. Пустой бак очищают от осадков, грязи, промывают и ополаскивают теплым маслом. Проверяют исправность работы спускного крана. Места течи заваривают, предварительно тщательно очистив место сварки от масла и краски и просушив его постепенным и равномерным нагревом паяльной лампой.

Незначительную течь масла в швах или в местах вварки труб охлаждения можно устранить чеканкой.

По окончании сварки бак в течение 1—2 ч испытывают избыточным давлением столба масла высотой 1,5 м над уровнем масла в расширителе, используя трубку с воронкой диаметром $\frac{3}{4}$ —1". Трубку заворачивают в отверстие для пробки расширителя и заполняют маслом примерно до $\frac{2}{3}$ высоты воронки.

На время испытания все отверстия, связанные с баком и расширителем, должны быть герметически закрыты. По окончании испытания масло из воронки сливают до наивысшего уровня в расширителе, а отверстие для заливки масла заворачивают пробкой. После этого удаляют выполненные для проведения испытаний герметические уплотнения и устанавливают необходимый уровень масла по указателю, сливая избыток масла из расширителя. Одновременно проверяют исправность действия маслоуказателя и пробок.

Ремонт прокладок. Пришедшие в негодность уплотняющие прокладки заменяют новыми, изготовленными из маслостойкой резины.

Разметку отверстий в прокладках для прохода болтов делают по крышке или фланцу бака. Отверстия выполняют просечкой. Во избежание перекоса крышки дополнительно прокладывают проволоочный ограничитель 5 (рис. 101).

Ремонт расширителя. Ремонт расширителя (рис. 102) чаще всего сводится к промывке его маслом. Но иногда необходимо очищать внутреннюю поверхность расширите-

Рис. 101. Установка уплотняющей прокладки:
1 — стенка бака, 2 — фланец бака,
3 — болт, 4 — резиновая прокладка,
5 — проволоочный ограничитель, 6 — крышка

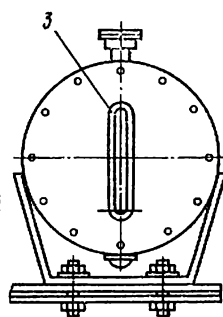
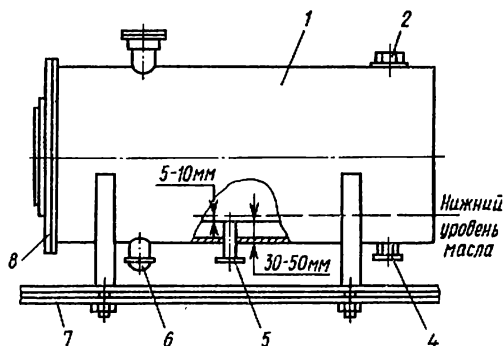
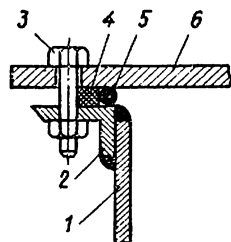


Рис. 102. Расширитель:

1 — корпус, 2 — пробка для доливки масла, 3 — маслоуказатель, 4 — отстойник с пробкой, 5 — патрубок к баку трансформатора, 6 — воздухоочиститель, 7 — крышка трансформатора, 8 — съемное дно

ля от ржавчины, которая может быть обнаружена при разборке трансформатора в виде большого скопления крупинок на плоскости верхнего ярма, под отверстием патрубка расширителя или чаще под отверстием выхлопной трубы.

В некоторых трансформаторах расширитель не имеет съемного дна. При ремонте трансформатора рекомендуется сплошное дно заменить на съемное (рис. 103). Работу выполняют следующим образом: старое сварное дно вырезают газовой горелкой. Далее к цилиндру 7 расширителя приваривают стальной фланец 6, в который ввинчивают и приваривают шпильки 5 для крепления съемного дна 4 гайками 3. Дно уплотняют резиновой прокладкой 2, удерживаемой стальным кольцом 1.

При ремонте расширителя проверяют патрубок трубы, соединяющий расширитель с баком. Если патрубок выступает внутрь расширителя менее чем на 30—50 мм, необходимо его переварить, так как при меньшей высоте через патрубок могут попадать в бак осадки, скапливающиеся

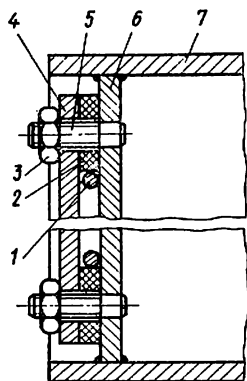


Рис. 103. Съемное дно

в расширителе. При этом масло должно быть на отметке нижнего уровня расширителя, как показано на рис. 102.

При осмотре расширителя ржавчину очищают стальной щеткой и удаляют керосином. После очистки внутреннюю поверхность расширителя следует протереть чистой тряпкой, смоченной бензином, и после полного высыхания покрыть нитроэмалью 624С или ГФ-92-ХК.

При этом надо следить, чтобы эмаль не закупорила отверстия расширителя, особенно отверстия маслоуказателя. После покрытия эмалью расширитель должен быть высушен в печи в течение 6—12 ч при температуре 105—110°С.

Работа с эмалью требует строгого соблюдения правил пожарной безопасности и охраны труда. Хранят ее в герметически закупоренной таре.

Ремонт крышки. Крышки трансформаторов, не имеющих расширителей, с внутренней стороны часто покрываются ржавчиной. После тщательной очистки крышку следует покрыть антиконденсационным составом, состоящим из 100 мас. ч. эмали ГФ-92-ХК и 10 мас. ч. пробковой крошки и хорошо перемешанными. В качестве растворителя может быть применен бензол или толуол.

Полученный состав кистью наносят два раза на горизонтально лежащую крышку. После 20-минутной выдержки на воздухе крышку просушивают в сушильном шкафу в течение 30 мин или на открытом воздухе в течение 4—6 ч.

Ремонт маслоуказателя. Старые типы маслоуказателя, сообщающиеся с расширителем только снизу, а в верхней части имеющие «дыхательное» отверстие, заменяют новыми пластинчатого типа, которые можно изготовить по чертежам завода-изготовителя.

Ремонт гильз для термометров. Частые повреждения гильзы происходят из-за попадания в нее воды, которая, замерзая зимой, расширяется и выдавливает в бак трансформатора дно гильзы. У неработающих трансформаторов в зимнее время рекомендуется гильзу тщательно закрывать.

В современных трансформаторах ртутные термометры заменены на спиртовые.

Ревизия термосифонного фильтра и воздухоосушителя. Термосифонный фильтр — устройство, которое очищает и регенерирует (восстанавливает) масло. Нагреваясь и соприкасаясь с воздухом, масло поглощает влагу и окисляется, стареет. Фильтр заполнен специальным поглощающим веществом (сорбентом) — силикагелем КСК.

Воздухоосушитель предназначен для того, чтобы через «дыхательное» отверстие расширителя не попадал влажный и загрязненный воздух. Осушитель крепят на стенке расширителя или бака трансформатора. Воздух очищается в слое силикагеля, проходя через слой масла фильтра.

В ряде трансформаторов для такой же цели применяют силикагелевые поглотительные патроны, которые устанавливают на крышке трансформатора вблизи расширителя или в самом расширителе. Эти устройства не требуют специального ремонта, и достаточно ограничиться их ревизией.

Силикагель по мере увлажнения теряет свои свойства, поэтому его заменяют сухим. Признаком увлажнения служит изменение его цвета, что легко наблюдать через смотровое стекло воздухоосушителя. Находящийся в сетчатом патроне индикаторный силикагель меняет голубую окраску на розовую.

При ревизии и замене силикагеля каждый из этих устройств демонтируют, разбирают, высыпают отработанный силикагель. Все внутренние полости и детали устройств протирают ветошью, смоченной керосином. Резиновые и асбестовые уплотнения заменяют новыми. Устройство собирают и устанавливают на место. Масса силикагеля, загружаемого в фильтр, равна 0,1—0,2 % массы масла в трансформаторе.

§ 45. Ремонт и изготовление изоляции и обмоток

Главная изоляция обеспечивает изоляцию обмоток друг от друга и от заземленных частей. К ней относятся масляный канал и изоляционный цилиндр 4, изолирующие обмотку НН от стержня 5, цилиндр 3 между обмотками ВН и НН, перегородка 8 между обмотками.

При повреждении главной изоляции (рис. 104) или обмоток трансформатор подлежит капитальному ремонту с разборкой активной части, которая выполняется в такой последовательности.

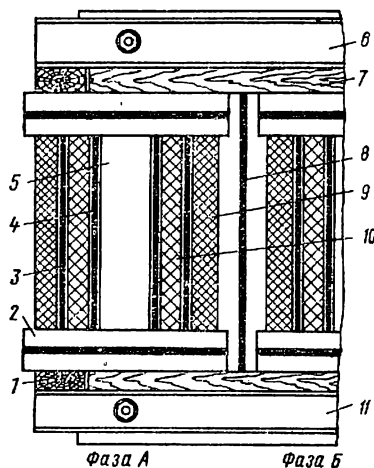


Рис. 104. Схема главной изоляции обмоток:

1 — уравнивательная изоляция, 2 — ярмовая изоляция, 3 — изоляционный цилиндр и масляный канал, 4 — цилиндр между обмотками НН и стержнем, 5 — стержень, 6 — верхняя ярмовая балка, 7 — верхняя уравнивательная изоляция, 8 — междуфазная перегородка, 9 — обмотка ВН, 10 — обмотка НН, 11 — нижняя ярмовая балка

Демонтируют отводы, отвинчивают гайки вертикальной шпильки, ослабляют и отвинчивают гайки прессирующих шпилек, которые вынимают вместе с бумажно-бакелитовыми трубками.

Шпилька и бандаж (в случае металлического) должны иметь надежную изоляцию из листов стали магнитопровода и ярмовых балок (см. рис. 99). Верхние ярмовые балки и изоляционные электрокартонные прокладки снимают. Ярмовые балки со стороны ВН и НН не взаимозаменяемы и поэтому их маркируют. Вынимают заземляющую ленту магнитопровода, снимают верхнюю уравнивательную изоляцию. Демонтируют шпильки. В процессе разборки все детали внимательно осматривают и отбраковывают.

Расшихтовывают верхнее ярмо, начиная с крайних пакетов с обеих сторон (ВН и НН), идя к середине ярма, вынимая одновременно по 2—3 листа. После расшихтовки верхнего ярма выступающие расходящиеся в сторону листы стержней связывают киперной лентой, чтобы облегчить снятие обмоток. Поочередно снимают обмотки ВН, выгибая предварительно вертикально концы обмотки НН.

Обмотки в зависимости от массы снимают вручную или специальным приспособлением. Их осматривают, замеряют, определяют характер и объем ремонта или необходимость изготовления новых. Затем снимают ярмовую и уравнивательную изоляции.

К числу наиболее распространенных повреждений обмотки следует отнести: замыкание между витками и замы-

кание на корпус, межсекционные пробои, электродинамические разрушения, обрыв цепи.

Повреждения изоляции в основном происходят в результате ее естественного износа и уменьшения механической прочности при длительной эксплуатации (15 лет и больше), при длительных перегрузках трансформатора, сопровождаемых перегревом обмоток.

При коротких замыканиях вследствие электродинамических усилий наблюдаются деформация обмоток, сдвиг их в осевом направлении и, как правило, механическое разрушение изоляции.

Обрыв цепи обмоток, замыкание их на корпус или пробои возникают вследствие обгорания вводных концов, небрежного соединения их или в результате воздействия электродинамических усилий.

Ремонт обмоток (рис. 105, а, б) в большинстве случаев сводится к замене поврежденной изоляции проводов или замене клиньев, прокладок и других изолирующих обмотку элементов. Для проводов прямоугольного профиля большого сечения обычно ограничиваются заменой поврежденной витковой изоляции. Переизолировка провода небольших однослойных катушек, как правило, выполняется вручную.

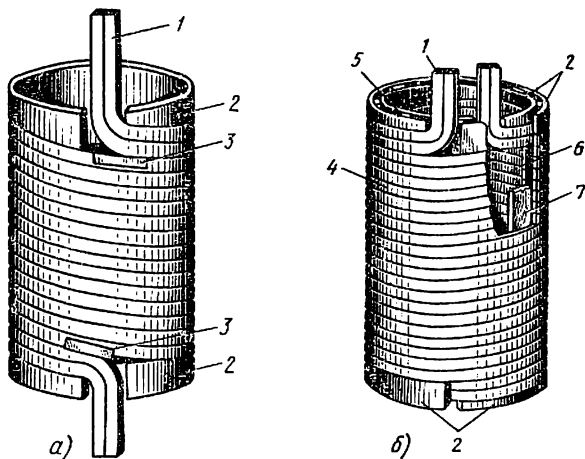


Рис. 105. Цилиндрические обмотки:
а — однослойная, б — двухслойная; 1 — провод, 2 — выравнивающий пояс, 3 — коробочка из электрокартона, 4 — наружный слой обмотки, 5 — вертикальный масляный канал, 6 — внутренний слой обмотки, 7 — планки из бука

Поврежденную изоляцию удаляют обжигом. Чтобы витки обмотки во время обжига не разошлись, на обмотку в осевом направлении накладывают несколько проволоочных бандажей, которые после обжига аккуратно снимают. Медный провод освобождают от остатков обгоревшей изоляции. Витки обмотки (рис. 106) изолируют двумя слоями бумажной или тафтяной ленты в полуперекрышку.

Для усиления изоляции между смежными витками по соприкасающейся поверхности витка под слой ленты укладывают полоску из электрокартона толщиной 0,5 мм и шириной, равной ширине соприкасающейся поверхности витка.

Изолированную катушку выравнивают с торца клиновидным пояском, выполненным из электрокартона, который прикрепляют к витку бандажом из киперной или тафтяной ленты. Катушке придают нужный размер по диаметру и высоте путем обтяжки ее на шаблоне. Чтобы не допустить ослабления и распускания витков, их закрепляют в нескольких местах равномерно по окружности восьмерочными бандажами из киперной ленты, как это показано на рис. 107. Затем обмотку высушивают, пропитывают соответствующими лаками и запекают. Поврежденные многослойные и другие обмотки, выполненные из проводов мелких сечений, в большинстве случаев заменяют новыми.

Изготовление новых обмоток. Для изготовления новых обмоток применяют шаблоны из сухого дерева твердых пород. Цилиндрическое тело шаблона состоит из двух срезанных наискось половин, обеспечивающих легкий разъем шаблона. Диаметр его равен внутреннему диаметру катушки, длина — высоте катушки. Высота катушки фикси-

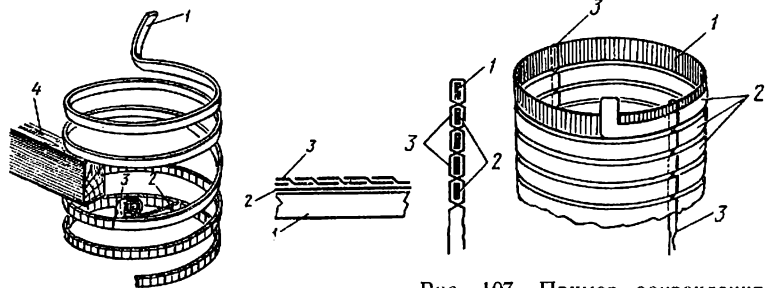


Рис. 106. Ручная изолировка витков:
1 — провод обмотки, 2 — электрокартонная полоска, 3 — тафтяная лента, 4 — деревянный клин

Рис. 107. Пример закрепления витков и уравнивающего клиновидного пояса:

1 — уравнивательный пояс, 2 — витки, 3 — восьмерочный бандаж из киперной ленты

руется обоймами (щеками), надвигаемыми на тело шаблона и закрепленными на нем в определенных местах. Применяются также различные типы универсальных шаблонов, устанавливаемых на обмоточных станках.

Рассмотрим технологию и способ изготовления нескольких типов обмоток.

Для изготовления однослойной цилиндрической обмотки НН из провода прямоугольного сечения (рис. 108, *а—в*) ее начальный конец (отвод) загибают «на ребро» под углом, близким к прямому. Отвод 1 закрепляют в прорези съемной обоймы деревянного шаблона 4. Первый виток выравнивают клиновидным пояском 2 из электрокартона 2, размеры которого соответствуют расчетным данным. Выравнивающий поясok прикрепляют к витку обмотки с помощью банджа 3.

Для закрепления первого витка на него накладывают петлю 5 из киперной или тафтяной ленты. После укладки четырех-пяти витков с помощью этой ленты затягивают первый виток с отводом. Последние витки каждого слоя также выравнивают с помощью клиновидного пояса, прикрепляемого банджом. Перед последними четырьмя-пятью витками обмотки в нескольких местах закладывают затяжные петли, как это было сделано для первого витка в начале намотки. Последний виток слоя обмотки заправляют в затяжные петли, подтягивают и закрепляют.

При намотке многослойных катушек (рис. 109) такое бандажирование витков нижних рядов не требуется, так как верхний слой обмотки обеспечивает прочность всех нижних слоев.

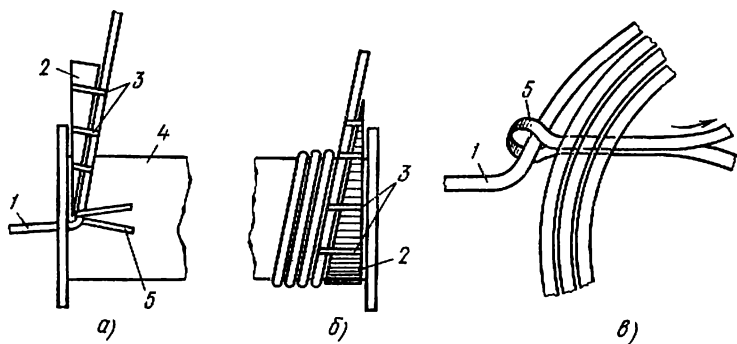


Рис. 108. Изготовление однослойной обмотки:

а — укладка первого витка, *б* — укладка последнего витка, *в* — эскиз заводки затяжной петли; 1 — отвод, 2 — выравнивающий поясok, 3 — бандаж, 4 — шаблон, 5 — затяжная петля

Для предохранения изоляции крайних витков при переходе из одного слоя в другой в местах перехода прокладывают полоску электрокартона, ширина которой должна быть на 4—5 мм больше ширины провода.

Для лучшей изоляции между слоями многослойной обмотки прокладывают электрокартон толщиной 0,5 мм, который перед намоткой очередного слоя сильно стягивают киперной лентой.

Последний виток многослойной катушки крепят так же, как у однослойных катушек.

Технология изготовления многослойной обмотки ВН приведена в технологической карте (табл. 7).

Отводы (рис. 110, а, б) должны быть хорошо изолированы для предупреждения межвиткового замыкания. Для изоляции отводов применяют лакоткань и полоски из электрокартона, прокладываемые с обеих сторон отвода.

Пропитка и сушка обмоток. Пропитка обмоток лаком придает им необходимую механическую прочность, повышает прочность изоляции и увеличивает ее теплопроводность. Обмотку нужно пропитывать лаком непосредствен-

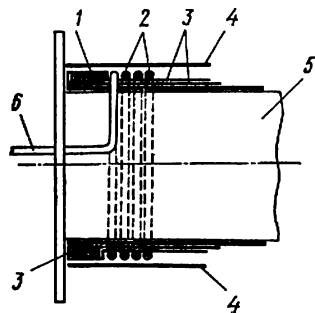


Рис. 109. Изготовление многослойной обмотки:

1 — уравнивательный пояс, 2 — витки обмотки, 3 — телефонная бумага, 4 — межслоевая изоляция, 5 — шаблон, 6 — отвод

Рис. 110. Примеры выполнения отводов:

а — петлей, б — припаянной лентой; 1 — петля провода (отвод), 2 — изоляционная трубка, 3 — цилиндр обмотки, 4 — обмотка, 5 — коробочка из электрокартона, 6 — ленточный отвод, припаяваемый к проводу

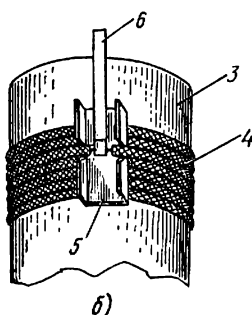
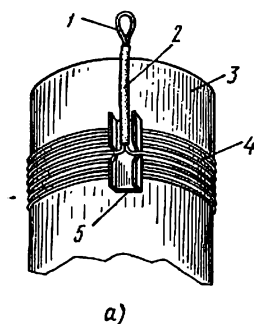


Таблица 7. Технологическая карта на изготовление обмотки ВН (10 кВ) для трансформатора мощностью до 160 кВ·А

№ операции	Содержание операции и указания по ее выполнению	Оборудование, приспособления и инструмент	Материал
1	Проверить состояние бакелитового цилиндра и его размеры по расчетной записке. Укрепить цилиндр на станке. Длина цилиндра по образующей должна быть больше длины обмотки на 32 мм. Цилиндр может быть изготовлен из электрокартона (при отсутствии готового)	Обмоточный станок, измерительная линейка	Электрокартон ЭМЦ толщиной 1,5—2 мм
2	Подготовить необходимый изоляционный материал для межслоевой и концевой изоляции (уравнивающего пояса), изготавливаемой из электрокартона толщиной, равной диаметру провода или толщине витка. Готовую к установке концевую изоляцию обмотать телефонной бумагой	Рычажные ножницы для резки изоляции	Кабельная бумага толщиной 0,1 мм, электрокартон ЭМЦ толщиной 0,5 мм, телефонная бумага толщиной 0,05 мм
3	Установить катушки с проводом на вертушку и отрегулировать натяжение привода, которое должно быть таким, чтобы обеспечить плотное прилегание обмотки к шаблону	Вертушка	Обмоточный провод марки ПБ $\varnothing \frac{1,45}{1,75}$
4	Установить торцовый уравнивательный поясok вплотную к щеке шаблона (рис. 109)	—	—
5	Изогнуть вывод (отвод) под прямым углом, изолировать его лакотканью и тафтяной или киперной лентой и закрепить	Приспособление для изгибаания провода	Тафтяная или киперная лента, лакоткань
6	Продеть отвод через вырез в обойме шаблона и закрепить шаблон на планшайбе станка	—	—
7	Намотать первый слой катушки при медленном вращении планшайбы станка. Свободные концы бумажного хомутка прижимаются первыми витками нама-	Молоток-киянка, фибровый клин	Кабельная бумага толщиной 0,1 мм, тафтяная лента

№ операции	Содержание операции и указания по ее выполнению	Оборудование, приспособления и инструмент	Материал
8	тываемого слоя. При намотке витки катушки необходимо уплотнять в осевом направлении фибровым клином		
9	Обернуть первый слой обмотки 2—3 слоями кабельной бумаги		
10	Намотать второй слой обмотки. Переход обмотки из слоя в слой должен отставать один от другого приблизительно на $\frac{1}{3}$ окружности. В конце намотки второго слоя, не доходя на 2—3 витка до конца катушки, устанавливается уравнивательный пояс, как в первом случае	Молоток-киянка, фибровый клин	
11	Намотать следующие слои, как указано в п. 7, 8 и 9. Между слоями согласно расчетной записке устанавливаются буковые планки. При необходимости выполнения отводов для них наметить места согласно расчетной записке	Ручные ножницы для резки металла	Ленточная медь, буковые планки с коробочками из электрокартона
12	Отводы выполнить, как показано на рис. 110. Сечение отводов должно быть на 15—25 % больше сечения обмоточного провода, если диаметр последнего более 1 мм, и в 1,5—2 раза больше, если диаметр провода меньше 1 мм	—	
13	Изолировать конец катушки тафтяной или киперной лентой вполуперекрышку, продеть его в ленточную петлю, затянуть ее и оборвать конец петли		
13	Наложить бандаж из кабельной бумаги вполуперекрышку на верхний слой обмотки. Зачистить изоляцию на концах обмотки	Переплетный нож	

№ операции	Содержание операции и указания по ее выполнению	Оборудование, приспособления и инструмент	Материал
14	Снять обмотку со станка. Снимать обмотку следует осторожно, чтобы не повредить изоляцию	Молоток	
15	Связать обмотку в осевом направлении в 3—4 местах киперной или тафтяной лентой и закрепить в этих местах прокладками из электрокартона		
16	Пропитать и запечь обмотку, предварительно просушив ее в течение 4—6 ч при температуре 100 °С. Пропитку проводить в лаке ГФ-95. Обмотку выдержать в лаке до полного выхода пузырьков воздуха, но не менее 15 мин, после этого следует поддержать ее 15—20 мин на воздухе для стекания излишков лака. Запекание лака производить при температуре 85—90 °С в течение 18 ч с продувкой горячим воздухом	Установка для пропитки, сушильная печь	Глифталевый лак ГФ-95

Примечания: 1. Оборудование и приспособления являются нестандартными. 2. Нормы расхода материалов определяются по ремонтной документации предприятия.

но после сушки, когда она еще не остыла. Сушка считается законченной, когда лак образует твердую блестящую и эластичную пленку.

Ремонт главной изоляции. Как правило, при ремонте трансформаторов главную изоляцию заменяют новой.

Ярмовая изоляция (рис. 111) представляет собой кольцеобразную шайбу, сделанную из электрокартона толщиной 2—3 мм с прикрепленными по обеим сторонам деревянными подкладками, которые образуют масляные каналы между ярмом и обмоткой.

Уравнительная изоляция выравнивает плоскость ярмовых балок с горизонтальной плоскостью ярма. Ее изготавливают в виде настила из буковых планок. Для вывода концов от внутренних обмоток НН и циркуляции масла в планках делают вырезы. У трансформаторов I и II габ-

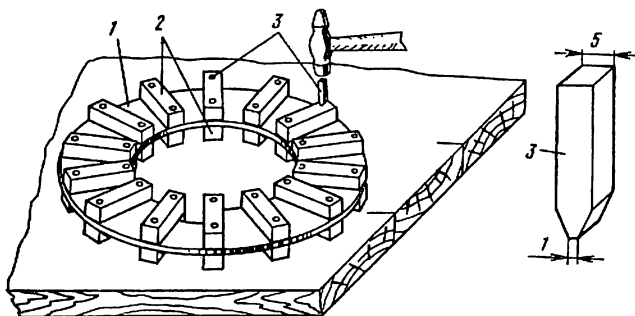


Рис. 111. Изготовление и установка ярмовой изоляции:
1 — ярмовая изоляция, 2 — деревянная планка, 3 — заклепка из электрокартона

ритов деревянный настил служит одновременно ярмовой и уравнильной изоляцией.

§ 46. Сборка трансформаторов

После того как отремонтированы все детали, приступают к сборке трансформатора. На стержни магнитопровода насаживают отремонтированные обмотки: сначала НН, затем ВН (рис. 112). Обмотки расклинивают на стержнях и между собой. После насадки обмоток приступают к шихтовке верхнего ярма.

Ответственной операцией является прессовка всей выемной части. Вертикальными стяжными шпильками сжимают ярмовые балки и тем самым осаживают обмотку. Ударами молотка через фибровую прокладку осаживают листы стали верхнего ярма. Стальной конусной оправкой выправляют отверстия верхнего ярма для стяжных шпилек. Вставляют бакелитовые трубки и стяжными шпильками прессуют верхнее ярмо.

После сборки выемной части выполняют серию предварительных испытаний.

Далее производят заготовку, установку, соединение, пайку, изолирование и крепление отводов. Отводы с концами обмоток соединяют сваркой или пайкой. Пайку проводов сечением до 30—40 мм² лучше выполнять электрическим паяльником. Провода большего сечения паяют специальными клещами медно-фосфористым припоем. Клещи присоединяют к понижающему трансформатору 12—24 В мощностью 1—1,5 кВт.

Полностью собранную выемную часть трансформатора сушат, так как она имеет много изоляционных деталей, которые в процессе хранения и сборки могли увлажниться. Существует несколько методов сушки выемной части трансформаторов, но наиболее распространенным и доступным в ремонтной практике является способ индукционного нагрева. При этом способе на наружные стенки бака, предварительно утепленные асбестом, наматывают изолированный провод. Необходимое количество витков определяется расчетом или опытным путем. По обмотке пропускают ток расчетной величины при определенном напряжении.

Для циркуляции в баке нагретого воздуха на крышке устанавливают вытяжную трубу высотой 1,5—2 м, а внизу бака открывают одно из отверстий. Температура контролируется термометрами. Сушка ведется непрерывно. Периодически замеряют сопротивление изоляции обмоток, и если оно в течение 6—8 ч не меняет своей величины при постоянной температуре в баке 105 °С, сушку считают законченной.

Отремонтированный и высушенный трансформатор подвергают испытаниям в соответствии с «Нормами испытания электрооборудования». Их результаты заносятся в паспорт отремонтированного трансформатора.

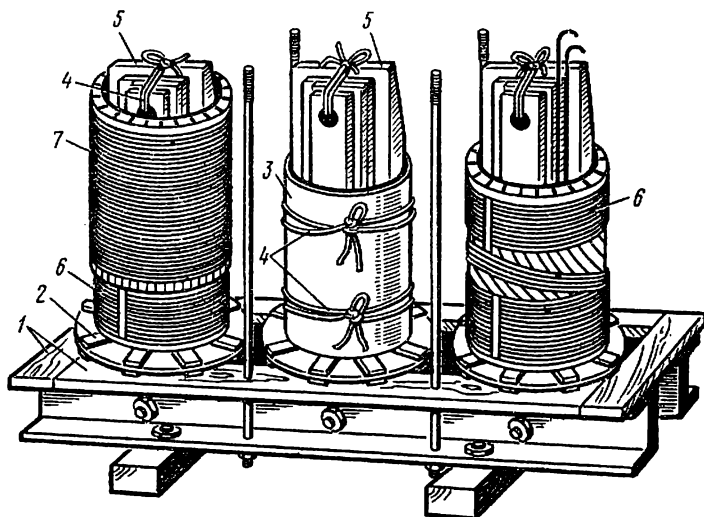


Рис. 112. Насадка обмоток трансформатора:
1 — уравнивательная изоляция, 2 — яровая изоляция, 3 — мягкий цилиндр, 4 — временная хлопчатобумажная лента или веревка, 5 — стержень, 6 — обмотка НН, 7 — обмотка ВН

§ 47. Особенности устройства и ремонта силовых сухих и заполненных совтолом трансформаторов

Сухие трансформаторы ТСЗ (трансформатор сухой защищенный) пожаро- и взрывобезопасны, рассчитаны на воздушное охлаждение обмоток и магнитопровода и поэтому не имеют бака.

Сталь магнитопровода по сравнению с масляными трансформаторами обладает меньшими удельными потерями, что уменьшает нагрев сердечника. Обмотки выполняют из проводов прямоугольного сечения марки ПСД, изолированных двумя слоями стекловолкна, а изоляционные детали — из стеклотекстолита, стеклоткани, гетинакса и фарфора. Вместо переключателя предусмотрена гетинаксовая доска с зажимами, к которым подведены регулировочные отводы.

Конструкция сборочных единиц надежна и поэтому по сравнению с масляным трансформатором повреждения их маловероятны.

Поврежденные изоляторы подлежат замене. Особое внимание обращается на контактные поверхности вводов ВН и НН. Не допускается перегрев контактов. Периодически, особенно после аварий, проверяют обмотку: ее изоляцию и ослабление в осевом направлении. Повреждения внешних витков устраняют относительно легко. Виток, на котором обнаружено повреждение изоляции, с помощью клина отгибают, изолируют и покрывают электроизоляционной эмалью. Ослабление обмотки устраняют подпрессовкой.

Трансформаторы с совтоловым заполнением ТНЗ (трансформатор с негорючим заполнением) поставляют в комплекте с распределительным устройством. Совтол — жидкое вещество фторорганического соединения — является негорючим, но обладает высокой токсичностью. Работать с ним имеют право лица, лишь специально подготовленные. Бак трансформатора, заполненный совтолом, вместе с крышкой надежно герметизирован. Трансформатор не имеет расширителя, фильтрующих, очищающих и других устройств, характерных для масляного. Вводы выполнены сбоку для удобства монтажа.

Трансформатор работает с гарантией много лет без ревизии. В случае необходимости следует выполнить осмотр и ревизию (после аварии и других условий поврежде-

ния выемной части); последняя может быть осуществлена только на заводе-изготовителе или на крупных, специально приспособленных ремонтных предприятиях.

§ 48. Особенности ремонта электропечных трансформаторов

Электропечные трансформаторы (ЭПТ) относятся к категории специальных силовых трансформаторов, имеющих существенное отличие от силовых трансформаторов общего назначения. ЭПТ питают электроплавильные печи различного назначения (дуговые, индукционные, тигельные и др.) и отличаются различными параметрами, характером нагрузки, режимом работы и конструкцией.

ЭПТ, питающие дуговые электроплавильные печи, работают в режиме «эксплуатационного» короткого замыкания (к. з.), особенно в первый период плавки, пока шихта не расплавилась. Эти ЭПТ имеют, как правило, большую мощность при относительно низком первичном напряжении (6—10 кВ) и вторичном, достигающем десятков и сотен вольт. Ток при этом составляет десятки тысяч ампер. Например, у трансформатора ОСУ мощностью 12,5 кВ·А вторичный ток достигает 1000 А, а у трансформатора мощностью 3000 кВ·А — 150 кА.

ЭПТ должны обладать высокой электродинамической стойкостью при частых коротких замыканиях, большим диапазоном и многоступенчатостью регулирования напряжения, в отдельных установках до 50 % при нескольких десятках ступеней, возможностью регулирования по фазам в отдельных установках, способностью выдерживать значительные перегрузки, переключение ответвлений обмотки ВН под нагрузкой.

Если глубина регулирования $\Gamma = U_{\max}/U_{\min}$, где $U_{\max}$ — номинальное вторичное напряжение на ступени максимального напряжения, В; $U_{\min}$ — то же, на ступени минимального напряжения, В, для трансформаторов общего назначения колеблется в пределах до 1,1, то для ЭПТ эта величина достигает 6 и более. Особенностью ЭПТ являются встроенные в ЭПТ реакторы, используемые в качестве токоограничивающих элементов, особенно в ЭПТ, питающих дуговые печи. Реактор защищает обмотки ЭПТ от токов короткого замыкания, возникающих в процессе расплава шихты. Реакторы включаются последовательно с обмотками ВН. Особенностью ЭПТ индукционных (тигель-

ных) печей является большая глубина регулирования вторичного напряжения ($G > 6$) с 11—23 отводами.

Все вышеизложенные особенности ЭПТ касаются главным образом активной части их и создают дополнительные требования при ремонте, отличающиеся от ремонта трансформаторов общего назначения, работающих со стабильными параметрами в строго определенных условиях.

При осмотре активной части ЭПТ особое внимание обращают на состояние прессовки обмоток, остова и реактора. Проверяют все доступные болтовые крепления и в случае необходимости подтягивают их. Проверяют целостность всех деревянных деталей крепления отводов, состояние заземления. Проверяют отсутствие повреждения изоляции обмоток и отводов, надломов у всех гибких присоединений токопроводящих деталей, затяжку болтов контактных соединений. Тщательно осматривают переключающие устройства. Ремонт их осуществляется по инструктивным документам завода-изготовителя.

В процессе эксплуатации необходим постоянный надзор за параметрами работы ЭПТ.

Контроль за нагрузкой ЭПТ, работающего с резко переменной нагрузкой, обычными стрелочными приборами практически невозможен, поэтому осуществляется самопишущими приборами. Перегрузки ЭПТ приводят к ускорению старения изоляции и преждевременному выходу ЭПТ из строя. При текущих (один раз в 10 дней) и периодических (один раз в 6 мес) осмотрах обращают внимание на уровень шума, отсутствие выброса масла, уровень масла в расширителе и температуру. Проверяют состояние силикагеля в воздухоосушителе, отстоя воды в расширителе путем спуска части масла. Проверяют состояние контактных соединений. Все дефекты и неисправности устраняют. Проводят испытания ЭПТ в соответствии с ГОСТ 3484—77 «Трансформаторы силовые. Методы испытаний».

Режим работы ЭПТ характеризуется ступенчатыми, резко неравномерными перепадами мощности, частыми, по условиям плавки, отключениями и паузами (до 25 мин). Нагрузка ЭПТ за цикл плавки непрерывно меняется — от средних величин токов до «эксплуатационных» коротких замыканий, вызванных замыканием электродов печи с шихтой. Изоляция ЭПТ должна быть рассчитана на кратковременное (до 20 м) повышение рабочего напряжения на 20 %.

Перечисленные особенности работы ЭПТ, особенно короткие замыкания электродов с шихтой в дуговых печах,

вызывают вибрацию активной части ЭПТ, что в свою очередь предъявляет особые требования к конструкции магнитопровода, электрической и механической прочности обмоток (рис. 113, *а—в*).

Регулировочные отводы представляют собой сложную конструкцию. Их выполняют из многожильного изолированного кабеля сечением до 300 мм² с толщиной изоляции на одну сторону до 8 мм.

Регулирование напряжения в ЭПТ выполняется сложными, специальными переключающими устройствами с приводным механизмом. Вводы НН у большинства ЭПТ ввиду больших токов выполнены шинами. Медные шины впаяны латунью в обоймы, смонтированные на гетинаксовой доске, скрепленной с помощью резиновой прокладки,

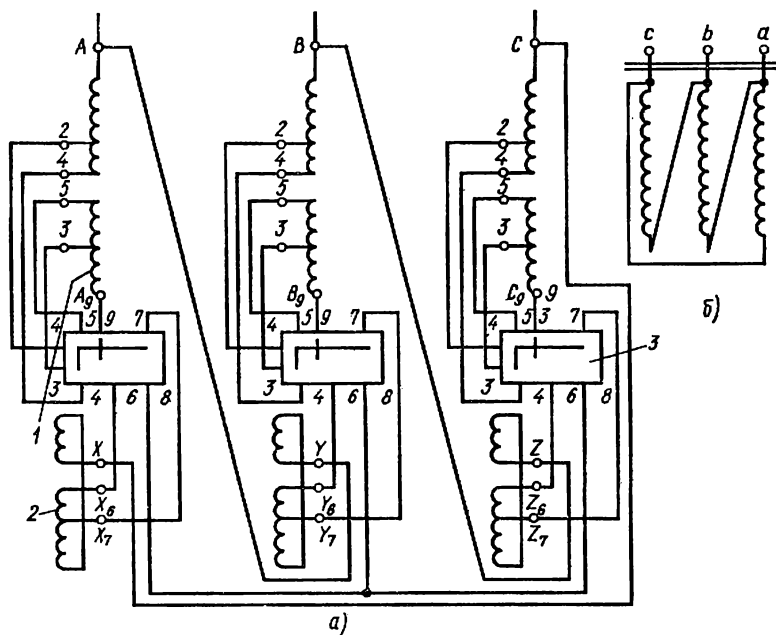


Рис. 113. Принципиальная схема соединения обмоток ЭПТ серии ЭТМПК: *а* — схема соединений обмоток ВН и реактора, *б* — схема соединений обмоток НН, *в* — конструктивная схема отводов ВН и реактора; 1 — обмотка трансформатора, 2 — обмотка токоограничивающего реактора, 3 — переключатель ответвлений обмотки, 4 — трансформатор, 5 — верхняя яровая балка, 6 — переключатель, 7 — стойка крепления переключателя, 8 — крышка, 9 — реактор, 10 — болты крепления реактора, 11 — отводы ВН, 12 — опорные планки реактора, 13 — неподвижные контакты переключателя

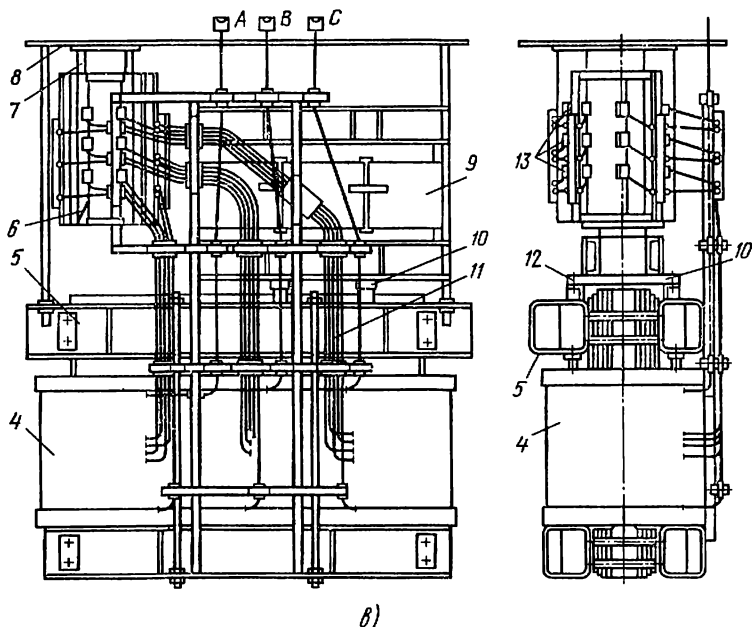


Рис. 113. Продолжение

стальной пластины и стального винта. Гетинаксовая доска закрепляется через резиновую прокладку и стальной фланец, который приварен к крышке ЭПТ.

§ 49. Особенности устройства и ремонта сухих силовых трансформаторов малой мощности

Группа трансформаторов малой мощности насчитывает большое количество типов, разнообразных по мощности, напряжению, конструкциям и назначению.

Рассмотрим распространенные в цехах общепромышленных предприятий трехфазные сухие трансформаторы ТСЗИ, предназначенные для питания электрифицированного инструмента, ламп местного освещения и цепей управления и сигнализации.

Трансформаторы изготавливают номинальной мощностью от 0,63 до 4 кВ·А и номинального напряжения первичной обмотки от 220 до 660 и вторичной от 12 до 380 В.

При техническом осмотре проверяют отсутствие механических повреждений, отсутствие обрывов в выводах. Проверяют мегаомметром 500 или 1000 В сопротивление

изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм. При сопротивлении ниже указанной величины активную часть трансформатора необходимо просушить при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$. В случае необходимости устраняют перегрев и искрение на контактах, для чего необходимо подтянуть гайки на контактных зажимах. Если трансформатор сильно гудит в результате повышенного напряжения или ослабления стяжных болтов магнитопровода, то это устраняют после снятия крышки и кожуха трансформатора.

Проверяют зажим заземления, его надежность, а также однофазные трансформаторы, применяемые для пайки проводов и шин (паечные). Паечный однофазный трансформатор ОС-3,3/3 имеет мощность при длительной нагрузке 5 кВ·А, при кратковременной — 10 кВ·А. Напряжение первичной обмотки — 380 и 220 В, вторичной — 10,6 и 7,5 В, наибольший вторичный ток — 1000 и 500 А.

Трансформатор ОС снабжен катками для передвижения.

При эксплуатации трансформатора чаще всего выходят из строя его обмотки вследствие перегрузки, нарушения изоляции или ошибочного включения. При нарушении изоляции отдельного витка обмотки последнюю восстанавливают, вырезая поврежденный участок. При пробое изоляции или выгорании части витков обмотки заменяют новыми.

У этих типов трансформаторов вследствие частых присоединений к сети обгорают контакты, разрушается контактная панель. Кроме того, от неаккуратного обращения кожухи трансформаторов получают вмятины, трещины и другие повреждения.

Приемы и технология ремонта магнитопровода, обмоток, контактных панелей, кожуха не отличаются от ремонта аналогичных деталей вышеописанных трансформаторов.

Подумайте и ответьте

1. Из каких частей состоит трансформатор?
2. Каковы приемы и последовательность подготовки трансформатора к ремонту?
3. Каковы основные типы обмотки трансформаторов и способы их ремонта?
4. Как ремонтируют фарфоровый ввод трансформатора?
5. Какие повреждения ЭПТ чаще всего встречаются и как их устраняют?
6. Какие повреждения наблюдаются у трансформаторов малой мощности?

Глава X

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Безопасность труда составляет часть общего комплекса мероприятий по охране труда, обеспечивающих здоровые, рациональные и безопасные условия труда на производстве.

Полная безопасность работающих обеспечивается правилами электробезопасности и противопожарными мероприятиями.

Рабочие, поступающие на ремонтное предприятие, должны пройти инструктаж по общим правилам безопасности труда, правилам электробезопасности, поведения на рабочем месте при ремонте электрического оборудования, правилам внутреннего распорядка.

§ 50. Меры, обеспечивающие электробезопасность

Электрические установки и устройства должны быть в полной исправности, для чего в соответствии с правилами эксплуатации их нужно периодически проверять. Нетокопроводящие части, могущие оказаться под напряжением в результате пробоя изоляции, должны быть надежно заземлены.

Запрещается проводить работы или испытания электрического оборудования и аппаратуры, находящихся под напряжением, при отсутствии или неисправности защитных средств, блокировки ограждений или заземляющих цепей. Для местного переносного освещения должны применяться специальные светильники с лампами на напряжение 12 В. Пользоваться неисправным или непроверенным электроинструментом (электросверлилками, паяльниками, сварочным и другими трансформаторами) запрещается. В помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током (сырые, с токопроводящими полами, пыльные) работы должны выполняться с особыми предосторожностями. Большое значение уделяется защитным средствам.

Руководящими материалами по безопасным приемам работы должны служить ПТЭ и ПТБ, а также местные или ведомственные инструкции.

§ 51. Меры безопасности при производстве слесарных и станочных работ

При работах с молотком и зубилом, при заточке инструмента на наждачном круге нужно пользоваться только исправным инструментом. Запрещается удлинять гаечные ключи, ударять по ключу, а также отвинчивать гайки и болты с помощью зубила и молотка. Зубило должно быть длиной не менее 150 мм и ударная часть его не должна быть разбитой. Заточку инструмента нужно производить в защитных очках.

Ручки молотков, кувалд, напильников, отверток должны быть определенной длины, надежно закреплены, гладко обработаны и сделаны из сухого дерева твердых пород (береза, бук). Гаечные ключи разрешается применять только по размеру гаек и головок болтов; при затягивании гаек и болтов нельзя устанавливать подкладки между гранями ключа и гайки, последняя может вырваться, поранить.

К самостоятельной работе на станках допускаются только квалифицированные рабочие, прошедшие специальный инструктаж. Для обеспечения безопасности все вращающиеся части станка (зубчатые колеса, шкивы) должны быть ограждены специальными щитками, кожухами или сетками. Рукава работающие должны плотно завязывать у кисти рук во избежание попадания их во вращающиеся части станка. При работе на металлорежущих станках следует пользоваться защитными очками.

При изготовлении обмоток или бандажей надо следить, чтобы пальцы не попали под наматываемую проволоку. Запрещается выравнивать провода на шаблонах обмоточных станков во время работы последних. При установке ротора в центрах станка, бандажировке, балансировке или для того, чтобы срезать лобовую часть обмотки, надо надежно закрепить заднюю бабку станка, с тем чтобы при вращении ротор не вырвался бы из центров и не упал на ноги работающего.

§ 52. Меры безопасности на ремонтных участках

Разборку электрических машин мощностью до 10 кВт следует производить на верстаке, свыше — на специальных стендах, с доступом к ним со всех сторон; трансформаторов — на специальных подмостях; аппаратов — только

на верстаках. Запрещается производить разборку на полу. Разборку тяжелого оборудования нужно производить только в рукавицах, чтобы предохранить руки от ссадин, царапин и ушибов.

Выемную часть трансформаторов поднимают только с помощью подъемных приспособлений. Рабочее место разборки или сборки трансформаторов не должно быть залито маслом, так как рабочий может упасть и пораниться об острые части трансформатора.

Находиться и работать в баках трансформаторов опасно, потому что пары трансформаторного масла ядовиты. Допускается кратковременная работа в баке трансформатора после тщательного проветривания струей сжатого воздуха. Работать надо вдвоем: один должен наблюдать за работой другого.

Трансформаторное масло при длительном соприкосновении с кожей вызывает раздражение, поэтому нельзя допускать, чтобы масло попадало на открытые части тела.

Специальные съемники для съемки подшипников не должны иметь трещин, погнутых стержней, сорванной резьбы. Запрещается сбивать подшипники с валов и выбивать их из гнезд ударами молотка.

Разобранные подшипниковые щиты, роторы и якоря следует укладывать на стеллажи, статоры — на подставки, а мелкие детали — в ящики.

Особую осторожность надо соблюдать при закатывании тележек с деталями в моечную машину и при установке статоров машин в электропечи. Должны соблюдаться следующие правила:

сборочные единицы машин, установленные в электропечи, не должны касаться нагревательных элементов печи;

напряжение на нагревательные элементы может быть подано только после включения вентиляции;

выгружать оборудование из печи допускается только после выключения напряжения нагревательных элементов и при включенной вентиляции;

пуск двигателей насосов моечной машины можно производить только после закрытия ее створов;

открывать створы моечной машины разрешается спустя несколько минут после остановки моечной машины и включения вытяжной вентиляции.

На обмоточно-изолировочном участке особое внимание следует обратить на работу с изоляцией, содержащей стек-

ло. При этом есть опасность попадания на кожу мелких частичек стекла, вызывающих сильное раздражение кожи. Во избежание этого провода со стекловолокнистой изоляцией предварительно пропитывают в жидкоразведенном лаке, а затем подсушивают до полувлажного состояния. В таком состоянии провод используют для намотки секций катушек.

Сварку или пайку концов обмоток можно производить только в защитных очках, так как случайные капли припоя могут попасть в глаза.

На пропиточно-сушильных участках уделяется особое внимание работе с лакокрасочными материалами и их растворителями. Они горючи, легко воспламеняются, а пары их взрывоопасны! Хранить эти вещества надо отдельно от остальных материалов в помещениях с надежной вентиляцией и хорошо закрывающимися металлическими дверями. Небольшое количество лакокрасочных материалов можно хранить в запирающемся железном ящике при температуре не ниже $+8$ и не выше $+25$ °С. Тара для хранения лаков и красок должна плотно закрываться, иметь маркировку и быть исправной. Открытой тару оставлять нельзя. Освободившуюся тару сразу же сдают на склад.

На рабочих местах легковоспламеняющиеся и горючие материалы могут находиться в количествах однодневного расхода при условии соблюдения пожарной безопасности.

При длительном хранении лаков, эмалей и особенно растворителей пробки бутылей, бачков и крышек банок рекомендуется заливать кабельной массой МБ-70 МБ-90 или же битумом с добавкой 10 % трансформаторного масла.

Запрещается вскрывать тару с лакокрасочными материалами стальными инструментами во избежание искрения и воспламенения!

Некоторые растворители вредно действуют на кожу человека. При работе с ними на руки надевают тонкие резиновые (медицинские) перчатки. Если растворитель попал на кожу, то надо сразу же вымыть руки с мылом.

При погружении изделий в пропиточную ванну не следует допускать их падения во избежание разбрызгивания пропиточного раствора. При закатывании тележки с деталями в сушильную печь тележку надо толкать от себя. Запрещается вести тележку за собой! Включение сушиль-

ной камеры разрешается только после плотного закрытия створок камеры. Сушку обмоток индукционным способом разрешается выполнять только двум работающим на огражденных участках с вывешенными предупредительными плакатами. Соединение схемы должно производиться при видимом разрыве контактов рубильника.

В сушильно-пропиточных отделениях все оборудование должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении.

Все работники, имеющие дело с лакокрасочными материалами, должны пройти специальный инструктаж по безопасности труда.

§ 53. Меры безопасности при такелажных работах

Все операции по перемещению и подъему грузов, начиная с разгрузки в местах складирования и кончая установкой на места монтажа, относятся к такелажным работам. Такелажные работы требуют особой осторожности и выполняются специально подготовленными рабочими-такелажниками, знающими правила обращения с грузами.

Совершенно недопустимо пренебрегать любым требованием правил безопасности, даже малосущественным! Нельзя приступать к такелажным работам в плохо пригнанной, незастегнутой одежде. Она может зацепиться за трос, крючок или выступающие части груза и явиться причиной несчастного случая.

Для предохранения рук от ранений работать нужно в рукавицах. Рабочее место должно быть свободным от каких-либо посторонних предметов и мусора, полы должны быть сухими, чтобы исключить падение работающих. Проходы к грузам нужно освободить.

Размещение оборудования в монтажной зоне должно соответствовать последовательности его поступления к месту установки. Настилы должны быть оборудованы ограждением высотой не менее 1 м. Грузы массой более 20 кг разрешается поднимать только подъемными механизмами. Подъем груза должен производиться только вертикально и в два приема: сначала следует поднять груз на высоту не более 0,5 м, убедиться в надежности его крепления, а затем производить его дальнейший подъем или

перемещение. Для подъема грузов широко применяют стальные и пеньковые канаты. Стальные канаты должны быть снабжены паспортом завода-изготовителя, в котором указано разрывное усилие. Канаты должны храниться на барабанах в исправном состоянии. При размотке и намотке канатов не допускается образование петель и спиралей.

Изготовление стропов и сплетка концов каната разрешается только квалифицированным рабочим. Все стропы должны быть снабжены бирками с указанием грузо-подъемности, даты испытания и пригодности к работе.

При подъеме электрического оборудования (например, статор машин, обмотки, активная часть трансформатора, щиты или пульты) в целях предохранения его от повреждения стропами применяют специальные приспособления. Эти приспособления исключают надавливание строп на поднимаемое оборудование.

Работами по подъему и перемещению грузов должен руководить рабочий-бригадир. Под поднятым грузом и вблизи него не должно быть людей. Нельзя оставлять на поднимаемом оборудовании инструмент.

При выполнении такелажных работ особое внимание должно быть обращено на исправность строп и подъемных механизмов, к которым относятся: блоки, полиспасты, тали, тельферы, домкраты, лебедки, всякого рода козлы и треноги. Не допускается работа этих механизмов и приспособлений, если они не прошли периодической проверки, не имеют соответствующих паспортов, разрешающих их эксплуатацию, или если они сделаны непрочны, без соответствующего расчета.

§ 54. Меры безопасности при работе на высоте

Работами, выполняемыми на высоте, называются такие, при которых рабочий находится выше 1 и до 5 м от поверхности грунта, перекрытия или на столе. Работы, выполняемые на высоте более 5 м, называются *верхолазными*. К таким работам могут быть отнесены работы по ремонту светильников, тросовых проводок, воздушных линий и др. К этим работам допускаются лица не моложе 18 лет и прошедшие специальный медицинский осмотр на годность к работам на высоте или верхолазным.

Работы с использованием лестниц и стремянок, специально приспособленных и имеющих упоры, должны производиться двумя рабочими, один из которых находится на полу и придерживает лестницу. Запрещается работа со случайных предметов, например с ящиков, табуретов, непроверенных или непригодных подмостей. Установка и съём осветительной арматуры, щитов и аппаратов массой более 10 кг выполняется двумя лицами или одним, но с применением специальных механизмов или приспособлений.

§ 55. Меры безопасности при кабельных работах

К ремонту кабельных линий допускаются монтеры-кабельщики после обучения и проверки знаний по безопасным методам работы и получения соответствующего документа. Раскопку траншеи или котлована в местах прохождения кабелей надо вести вручную с помощью лопаты, соблюдая особую осторожность, начиная с глубины 0,4 м. Котлованы (особенно глубокие) должны быть прочно укреплены и ограждены, а в ночное время освещены фонарями с красным стеклом.

В местах перехода над траншеями должны быть устроены пешеходные мостики. Перекладка или сдвиги кабелей и муфт допускаются, как правило, только после их отключения.

Особое внимание необходимо обратить на перемещение кабельных барабанов, их крепление при размотке кабеля, при погрузке и выгрузке.

Особую опасность представляют работы по монтажу концевых заделок и соединительных муфт с применением паяльных ламп, газовых горелок, термитных патронов, при сварке. Эпоксидная смола, растворители, заливочные массы являются токсичными и горючими материалами! При работе руки должны быть защищены специальными перчатками, а глаза при сварке специальными очками с темными стеклами.

Особенно осторожно необходимо разогревать и переносить разогретую кабельную массу, имеющую в расплавленном состоянии высокую температуру.

Газовые пропан-бутановые, ацетиленокислородные или бензинокислородные установки должны быть удалены на необходимое расстояние от места работы. Работать с этими

установками разрешается обученному персоналу в соответствии с действующими правилами.

Следует помнить, что открыто проложенные кабели из-за горючести кабельных материалов могут быть причиной возгораний, особенно опасных в туннелях и глубоких каналах.

§ 56. Противопожарные мероприятия

Причинами пожара, как правило, являются: работа с открытым огнем, неисправности электрических устройств и проводов, курение и несоблюдение правил пожарной безопасности.

При работе с паяльной лампой необходимо выполнять следующие требования:

резервуар лампы нужно заполнять горючим не более чем $\frac{3}{4}$ его емкости;

наливную пробку плотно заворачивать;

не работать с лампой вблизи огня;

не разжигать лампу путем подачи горючего на горелку;

не перекачивать лампу во избежание взрыва;

не снимать горелки до снижения давления;

пользоваться только тем горючим, для которого лампа предназначена;

не снижать давления воздуха из резервуара лампы через наливную пробку;

работать только с исправной лампой.

Все цехи и участки должны быть обеспечены противопожарным инвентарем и огнетушителями. Рабочие должны уметь ими пользоваться. Курить разрешается только в специально отведенных местах. Запрещается стирать спецодежду бензином, ацетоном и другими легковоспламеняющимися жидкостями. Пролитую горючую жидкость следует немедленно убирать. Использованные обтирочные материалы нужно хранить в специальных металлических ящиках с плотно закрывающимися крышками.

В случае возникновения пожара или возгорания принимаются немедленные меры по его ликвидации и одновременно сообщается в пожарную часть.

Подумайте и ответьте

1. Какое значение имеет охрана и безопасность труда?
2. Какие меры безопасности надо соблюдать при слесарных работах?
3. Как уберечься от поражения электрическим током?
4. Какие требования предъявляются при работе с легковоспламеняющимися материалами?
5. Каковы правила выполнения такелажных и кабельных работ, выполняемых на высоте?
6. Каковы основные требования инструкции по безопасным правилам труда?

Таблица 1. Категории сложности ремонта электродвигателей

Мощность, кВт	Асинхронные с короткозамкнутым ротором	Асинхронные с фазовым ротором	Коллекторные машины постоянного и переменного тока
До 0,6	1	1,3	1,6
Свыше 0,6—3	1,3	1,7	2,5
3,1—5	1,6	2,4	3,4
5,1—10	2,1	3,1	4,3
10,1—15	2,6	3,8	5,2
15,1—20	3,1	4,5	6,1
20,1—30	3,7	5,2	7
30,1—40	4,4	6	8
40,1—55	5,1	7	9
55,1—75	6	8	10
75,1—100	7	9	11

Примечание. В качестве единицы, соответствующей одной категории сложности ремонта электрооборудования принят асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором в защищенном исполнении мощностью 0,6—1 кВт.

Таблица 2. Трудоемкость ремонта, чел-ч, наиболее распространенного электрооборудования

Электрооборудование	Вид ремонта	
	капитальный	текущий
Силовые трансформаторы мощностью, кВт·А:		
до 63	130	25
630	250	50
1000	300	60
1600	380	80
Выключатели нагрузки на ток до 400 А	12	4
Автоматические выключатели на ток до 1000 А	30	11
Магнитные пускатели для электродвигателей мощностью до 75 кВт	18	6
Пакетные переключатели на ток до 400 А	12	4
Контакты переменного тока на ток до 600 А	30	10
Контакты постоянного тока на ток до 600 А	26	8
Трансформаторы тока до 5000 А, 10 кВ	18	6
Масляные выключатели на ток до 3000 А, 10 кВ	60	18
Сварочные трансформаторы на ток 1000 А	90	30
Разъединители на ток до 1000 А, 10 кВ внутренней установки	20	6

Т а б л и ц а 3. Технические данные основных проводниковых материалов

Материал	Удельное электрическое сопротивление при 20° С, мкОм·м	Плотность, кг/м³	Температура плавления, °С	Температурный коэффициент сопротивления при 20° С, 1/°С
Серебро	0,0150—0,0162	10500	960	0,004
Вольфрам	0,053—0,055	19300	3390	0,005
Медь	0,0172—0,018	8900	1083	0,004
Алюминий	0,026—0,095	2700	657	0,004
Цинк	0,0535—0,0625	7100	419	0,0037
Молибден	0,048—0,054	10000	2620	0,0045
Никель	0,0683—0,0725	8800	1452	0,005
Свинец	0,217—0,227	11300	327	0,004
Железо	0,099—0,105	7800	1540	0,0065
Сталь	0,103—0,137	7800	1400—1540	0,006
Бронза*	0,095—0,1	8200—8900	890—1150	0,004
Латунь*	0,43—0,108	8500—8600	770—940	0,004
Ковар	0,49—0,5	8290	1450—1460	—

* Приведенные данные относятся к латуням и бронзам нескольких сортов, применяемых в электронике.

Т а б л и ц а 4. Технические данные основных электроизоляционных материалов

Материал	Плотность, кг/м³	Электрическая прочность при 20° С, кВ/мм	Влагопоглощаемость за 24 ч, %	Нормируемая температура, °С
Асбест	2100—2800	2,4—4,6	2—4	500—600 (наибольшая допустимая)
Асбоцемент	1600—1800	2—3	15—20	250 (нагревостойкость)
Битумы	1000	15—20	—	30—130 (размягчение)
Вазелин	820—840	20—25	—	—
Бумага	700—870	5—10	7—10	110 (нагревостойкость)
Гетинакс	1300—1400	20—22	2	150—180 (нагревостойкость)
Лакоткани	900—1200	20—70	3,6—8	105 (нагревостойкость)
Миканиты	1500—2600	—	—	130—200 (нагревостойкость)
Масло трансформаторное	840—920	15—20	—	135—145 (вспышка)

Таблица 5. Характерные неисправности и ремонт обмоток электрических машин

Неисправность	Причина	Способ ремонта
Частичное повреждение изоляции стержня обмотки фазного ротора	Пробой изоляции на корпус	Осмотр. Обмотку вынимают из пазов и переизолируют; для этой цели отгибают и распивают лобовые части нескольких соседних стержней. С вынутого стержня снимают поврежденную изоляцию. Новая изоляция должна иметь ту же конструкцию. После изолировки и установки стержня, изгиба лобовых частей и запайки контактов укладывают подбандажную изоляцию и наматывают бандаж
Пониженное сопротивление изоляции	Попадание влаги, загрязнение неизолированных мест, повреждение изоляции, дефекты изготовления	Сушка, очистка, пропитка, переизолировка выводов и зажимов
Распайка соединений или проводников	Перегрузка током при пуске	Пайка твердым припоем
Повреждение изоляции катушек возбуждения	Пробой витковой или корпусной изоляции	Замена катушки на новую. Снимают поврежденную катушку с полюсов, очищают от старой витковой изоляции, устанавливают новую, промазывая ее клеящим лаком. После замены корпусной изоляции катушку опрессовывают и устанавливают на полюсы машины
Повреждение изоляции катушки якоря	Пробой изоляции катушки на корпус	Отпаять выходные концы секций катушек и вынуть их верхние стороны из пазов. Освободить катушку с поврежденной изоляцией. После замены изоляции катушку вновь установить в пазы, а соседние катушки снова уложить на прежние места. Заклинить пазы. Намотать бандажи и выводные концы секций припаять к пластинам коллектора
Механическое разрушение	Проседание и задевание ротора о статор	Частичная или полная перемотка. Проверка зазора, ремонт подшипников

Неисправность	Причина	Способ ремонта
Повреждение всыпной обмотки статора	Старение изоляции, ее пробой на корпус	Всыпная обмотка не подлежит ремонту. Обмотку вынимают и заменяют новой. Для этого на токарном станке обрезают лобовые части обмотки с одной стороны статора, выжигают старую изоляцию из пазов в печи при 350—360 °С и вынимают обмотку с помощью лебедки, очищают статор для новой обмотки
Обрыв	Плохая пайка, распайка соединений, механическое разрушение	Перепайка
Повреждение изоляции фазного ротора, требующего полной замены обмотки асинхронного двигателя	Старение, пробой изоляции	Демонтаж обмотки и замена изоляции при сохранении в большинстве случаев старой обмоточной меди: разметка, распайка обмотки, выпрямление лобовых частей с одной стороны ротора, вытаскивание стержней из пазов, очистка вытянутых стержней от изоляции и остатков припоя, отжиг стержней при 600—650 °С в целях устранения наклепа и их рихтовка, лужение концов стержней в ванне с припоем ПОС-18, изолировка и укладка обмотки, намотка бандажей
Повреждение обмотки якоря машины	Старение и пробой изоляции	Разметка якоря по старой обмотке, распайка соединений секций, обрезка лобовых частей, выемка обмотки из пазов, изготовление новых катушек, очистка сердечника якоря и ревизия коллектора, укладка новых катушек обмотки

Т а б л и ц а 6. Напряжения прикосновения и токи, проходящие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки

Род тока	U , В	I , мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

П р и м е ч а н и я: 1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения. 2. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25 °С) и влажности (относительная влажность более 75 %), должны быть уменьшены в три раза.

Т а б л и ц а 7. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой тока 50 Гц, напряжением выше 1000 В, с глухим заземлением нейтрали

Продолжительность воздействия t , с	Предельно допустимый уровень напряжения прикосновения U , В
До 0,1	500
0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
Свыше 1,0 до 5,0	65

Т а б л и ц а 8. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц

Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина	
	U , В	I , мА		U , В	I , мА
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Свыше 1,0	12	20

П р и м е ч а н и е. Значения напряжений прикосновения и тока установлены для людей с массой тела от 15 кг.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Атабеков В. Б. Ремонт электрооборудования промышленных предприятий.— М.: Высшая школа, 1985.

Аншин В. Ш. и др. Трансформаторы для промышленных печей.— М.: Энергоиздат, 1982.

Аншин В. Ш. и др. Сборка трансформаторов.— М.: Высшая школа, 1985.

Богословский А. П. и др. Электрооборудование кранов.— М.: Машиностроение, 1983.

Беркович М. А. и др. Основы техники релейной защиты.— М.: Энергоатомиздат, 1984.

Белобородов В. В. и др. Тепловое оборудование предприятий общественного питания.— М.: Экономика, 1983.

Верников А. Я. Магнитные и электромагнитные приспособления в металлообработке.— М.: Машиностроение, 1984.

Зак С. М. и др. Монтаж светильников с газоразрядными лампами.— М.: Энергоиздат, 1982.

Иноземцев Е. К. Ремонт мощных двигателей.— М.: Энергоатомиздат, 1985.

Коротков Г. С. и др. Ремонт оборудования и аппаратов распределительных устройств.— М.: Высшая школа, 1984.

Мироненков В. В. Световые агитационно-художественные установки.— М.: Плакат, 1983.

Перельмутер Н. М. Электромонтер обмотчик и изолировщик по ремонту электрических машин и трансформаторов.— М.: Высшая школа, 1984.

Росовский В. Э. Ремонт измерительных электроприборов.— М.: Высшая школа, 1982.

Родштейн Л. А. Электрические аппараты.— М.: Энергоиздат, 1981.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Основные положения по организации ремонта электрооборудования и сетей	5
§ 1. Ремонт и его значение в народном хозяйстве .	5
§ 2. Организация ППРЭО .	6
§ 3. Структура ремонтной службы	9
§ 4. Специальное оборудование, инструмент, аппаратура и материалы, применяемые при ремонте .	10
Глава II. Ремонт электрических аппаратов напряжением до 1000 В .	13
§ 5. Ремонт рубильников, выключателей, предохранителей и коммандоаппаратов	13
§ 6. Ремонт резисторов, реостатов и щитов управления	20
§ 7. Ремонт электромагнитных пускателей и контакторов	22
§ 8. Ремонт воздушных автоматических выключателей	26
§ 9. Ремонт отдельных деталей низковольтных аппаратов	35
§ 10. Проверка и испытание отремонтированных аппаратов	40
Глава III. Ремонт измерительных трансформаторов и приборов. Проверка и наладка реле .	43
§ 11. Назначение и ремонт измерительных трансформаторов	43
§ 12. Ремонт измерительных приборов	46
§ 13. Проверка, ремонт и наладка реле	50
Глава IV. Ремонт специального электрооборудования	64
§ 14. Ремонт сварочного оборудования	64
§ 15. Ремонт электромагнитных устройств	72
§ 16. Ремонт электрического оборудования объектов общественного питания	77
Глава V. Ремонт электрических машин .	84
§ 17. Основные неисправности электрических машин	84
§ 18. Осмотр, дефектация и подготовка электрической машины к ремонту	87
	221

§ 19. Ремонт и изготовление новых обмоток	91
§ 20. Выполнение отдельных операций при ремонте машин	97
§ 21. Пропитка и сушка обмоток	99
§ 22. Ремонт подшипниковых щитов, валов и подшипников	100
§ 23. Ремонт контактных колец, коллектора и щеткодержателей	101
§ 24. Ремонт сердечников	104
§ 25. Бандажирование и балансировка роторов и якорей	104
§ 26. Сборка электрических машин	105
§ 27. Особенности ремонта асинхронных электродвигателей во взрывозащищенном исполнении	107
§ 28. Особенности ремонта мощных электродвигателей	108
§ 29. Испытания электрических машин	114
Г л а в а VI. Ремонт осветительных приборов	115
§ 30. Типы осветительных приборов и их ремонт	115
§ 31. Ремонт светильников местного освещения и прожекторов	121
§ 32. Особенности ремонта взрывозащищенных светильников	122
§ 33. Выполнение и обслуживание специальных установок с искусственным освещением	123
Г л а в а VII. Ремонт электрических сетей	125
§ 34. Основные виды устройств ЭС и причины их повреждения	125
§ 35. Ремонт устройств ЭС	127
§ 36. Капитальный ремонт устройств ЭС	129
§ 37. Особенности ремонта ЭС во взрывоопасных зонах	140
§ 38. Проверка и испытание ЭС в период эксплуатации и после ремонта	141
Г л а в а VIII. Ремонт аппаратов распределительных устройств напряжением выше 1000 В	143
§ 39. Ремонт выключателей ВН	143
§ 40. Ремонт приводов выключателей	156
§ 41. Ремонт выключателей нагрузки, разъединителей, предохранителей и разрядников	163
§ 42. Испытания, проверка, регулировка	172
§ 43. Ремонт реакторов	176
Г л а в а IX. Ремонт силовых трансформаторов	178
§ 44. Основные виды повреждений и текущий ремонт трансформаторов	179
§ 45. Ремонт и изготовление изоляции и обмоток	189
§ 46. Сборка трансформаторов	198
§ 47. Особенности устройства и ремонта силовых сухих и заполненных софтолом трансформаторов	200
§ 48. Особенности ремонта электропечных трансформаторов	201
§ 49. Особенности устройства и ремонта сухих силовых трансформаторов малой мощности	204

Г л а в а X. Безопасность труда	206
§ 50. Меры, обеспечивающие электробезопасность	206
§ 51. Меры безопасности при производстве слесарных и станочных работ	207
§ 52. Меры безопасности на ремонтных участках .	207
§ 53. Меры безопасности при такелажных работах	210
§ 54. Меры безопасности при работе на высоте .	211
§ 55. Меры безопасности при кабельных работах .	212
§ 56. Противопожарные мероприятия .	213
Приложения	215
Рекомендуемая литература	220

$$\frac{621.3}{835}$$