

Министерство образования и науки Российской Федерации
Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ им. В.В. Куйбышева)

О.А. Курбатова, В.М. Павлюченко

МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНЫХ МАШИН И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Рекомендовано Дальневосточным региональным
учебно-методическим центром в качестве учебного пособия
для студентов специальностей 170100 «Горные машины
и оборудование» 090500 «Открытые горные работы» вузов региона

Владивосток
2004

Одобрено редакционно-издательским советом ДВГТУ

УДК 621. 316.3.048 (075.8)

К 93

Курбатова О.А., Павлюченко В.М. Монтаж и ремонт горных машин и электрооборудования: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ. - 2004. – 286 стр.

В учебном пособии рассмотрены вопросы монтажа и ремонта горных машин и электрооборудования, диагностики состояния и восстановления деталей.

Учебное пособие предназначено для студентов горных специальностей.

Рецензенты: В.Ф. Мороз, д-р техн. наук, профессор Института Горного дела ДВО РАН; А.И. Агошков, генеральный директор научно-производственного, проектно-конструкторского объединения «Экогеопро-ект», д-р техн. наук, профессор.

Учебное пособие печатается с оригинал-макета, подготовленного авторами.

ISBN

© О.А. Курбатова, В.М. Павлюченко, 2004

© Изд-во ДВГТУ, 2004

В В Е Д Е Н И Е

Работа горных предприятий характеризуется большими объемами добычных и подготовительных работ для подземных разработок, вскрышных и добычных для открытых разработок, а также переработки и транспортирования горной массы. Для этого используется большое количество различного оборудования, характерного для определенных горно-геологических, метеорологических и климатических условий, потребляемые мощности которого колеблются в больших пределах.

Все производственные процессы на горных предприятиях делятся на основные и вспомогательные, связанные между собой в пространстве и во времени единой технологической схемой, предназначенной для выпуска продукции (угля и руды).

Операции выполняются последовательно различными машинами в определенном темпе на основе сохранения непрерывности общего процесса.

Машины и механизмы, используемые при организации работ на горных предприятиях, образуют технологический комплекс, т.е. технологически связанную совокупность горных машин и транспортных средств, обеспечивающих максимальную производительность добычных машин, начиная с подготовки горных работ к выемке и кончая переработкой полезного ископаемого.

Производственный процесс заключается в действии людей и орудий производства по добыче и переработке полезного ископаемого, следовательно, в состав производственного процесса входит не только монтаж и эксплуатация оборудования, но и работы по поддержанию его в исправном состоянии.

Высокую производительность труда при использовании горных машин и оборудования можно достигнуть только при условии высококачественного монтажа, технического обслуживания и ремонта, гарантирующих надежную и долговечную работу.

ЧАСТЬ 1. МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНЫХ МАШИН

Глава 1. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНЫХ МАШИН И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

1.1. Техническая эксплуатация горных машин и электрооборудования

Под эксплуатацией горных машин и оборудования (ГМиО) (РД 50-204-87) понимается совокупность его подготовки, использования, хранения и транспортировки. При этом в состав подготовительных работ входят монтаж, демонтаж оборудования и его наладка. Для поддержания горных машин и электрооборудования в исправном состоянии проводится техническое обслуживание.

В соответствии с ГОСТ 18322-78 (СТ СЭВ 5151-85) под *техническим обслуживанием* понимают комплекс работ для поддержания исправности или только работоспособности ГМиО при подготовке к использованию по назначению, при хранении и транспортировки [9].

Ремонтом называют комплекс работ для поддержания и восстановления исправности или работоспособности ГМиО. Из этого следует, что ремонт можно выполнять с различными целями:

для поддержания исправности (работоспособности);

для поддержания ресурса ГМиО.

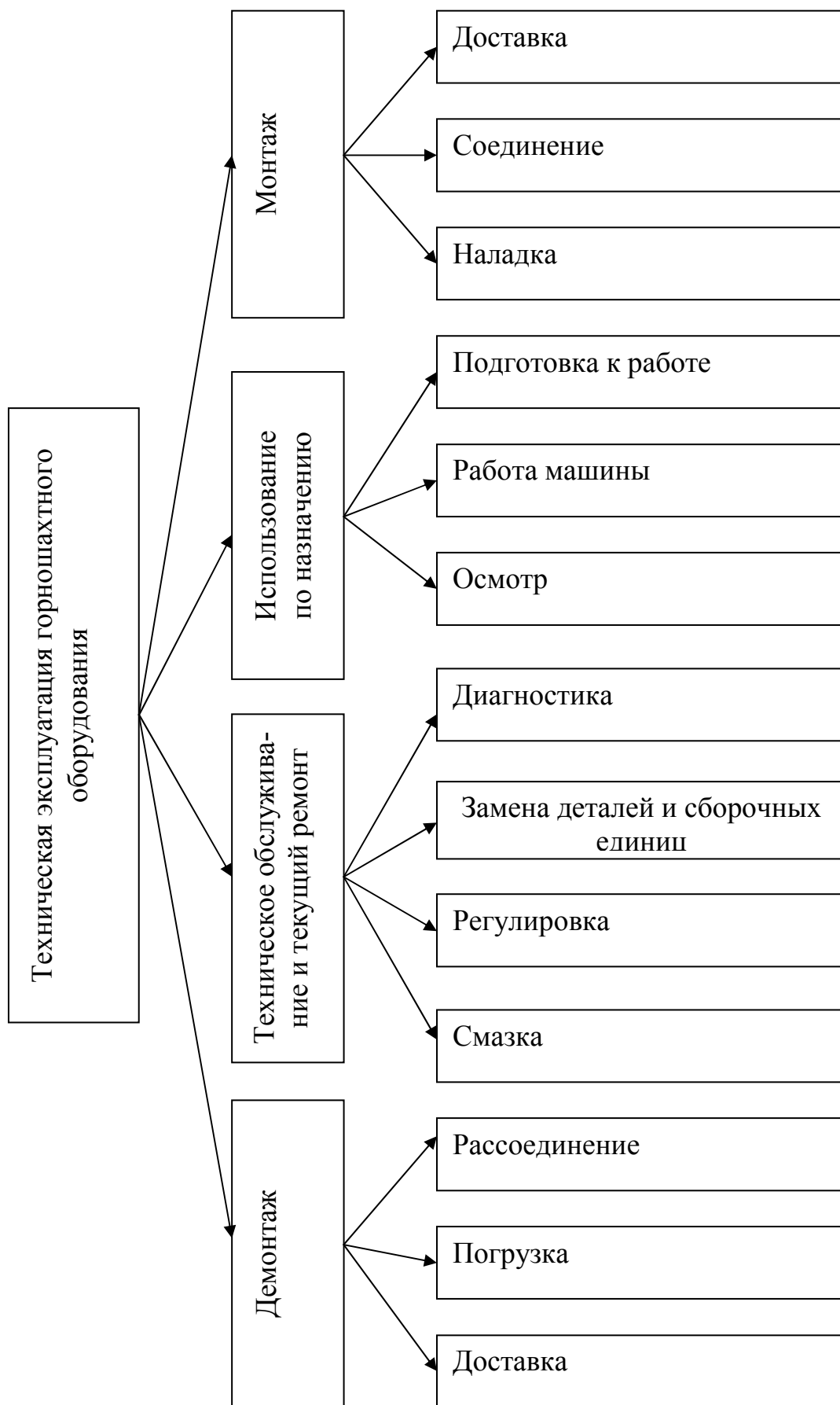
Ремонт, преследующий первую цель, является составной частью технического обслуживания (ТО). Такой ремонт, осуществляемый в процессе эксплуатации для гарантированного обеспечения работоспособности изделия, состоящий в замене и восстановлении отдельных его частей и их регулировке, называют *текущим* (ГОСТ 18322-78). Ремонт, преследующий вторую цель – восстановление исправности изделия и полное или близкое к полному, восстановление его ресурса, называют *капитальным* [9].

В *монтаж (демонтаж)* входят доставка оборудования к месту установки. Соединение (рассоединение) отдельных узлов, наладка ГМиО.

Монтаж (демонтаж), использование ГМиО по назначению, техническое обслуживание и ремонт подразделяются, в свою очередь, на отдельные операции. Структурная схема технической эксплуатации ГМиО представлена на рис. 1.1.

1.2. Условия эксплуатации горного оборудования

Вводимая в эксплуатацию новая или отремонтированная горная техника находится в состоянии оптимальной работоспособности, при которой обеспечивается в течение заданного времени необходимая производительность, а эксплуатационные качества сохраняются на заданном уровне. В процессе эксплуатации горная машина взаимодействует с окружающей средой, а ее элементы – между собой.



Это сопровождается разрушением деталей, их взаимным перемещением, трением, нагревом, химическим преобразованием, изменением в процессе работы физических величин и конструктивных параметров (размеров, взаимностью расположения и т.д.). На процессы, протекающие в машине, особое влияние оказывает окружающая среда и условия эксплуатации.

Так, на горные машины, эксплуатируемые на открытых работах, особенно большое влияние оказывают климатические факторы. Низкие температуры вызывают резкое уменьшение ударной вязкости нехладостойких сталей, застывание смазочных масел. Снижение ударной вязкости сталей, в свою очередь, вызывает их низкотемпературную хрупкость, или хладоломкость, делает чувствительными к ударным нагрузкам и к концентраторам напряжений в элементах, поэтому в зимнее время возникает наибольшее число поломок. С застыванием масел и технических жидкостей резко увеличивается их вязкость и уменьшается жидкотекучесть, становится затруднительным поступление масел и технических жидкостей по каналам и трубопроводам к точкам смазки. Все это приводит к повышенному износу деталей.

Высокие и низкие температуры воздуха оказывают неблагоприятное воздействие на детали из пластмасс, изоляцию электротехнических оболочек, вызывая их старение.

Солнечная радиация, действуя на машину, ускоряет процесс естественного старения пластмасс, резины, изоляции обмоток электрических машин. Материалы становятся более ломкими, в них образуются трещины, поэтому снижается механическая прочность и электрическое сопротивление изоляции.

Содержание влаги в воздухе свыше 70% вызывает атмосферную коррозию металлов, а образование пленок окислов интенсифицирует процесс механического изнашивания. Влага ускоряет процесс изнашивания полимерных материалов, снижает электрическую прочность (пробивное напряжение) изоляции. Попадая во влагостойкие смазки, она образует с ними эмульсии и снижает смазывающие свойства. К этому же приводит попадание влаги в жидкие масла.

Некоторые горные машины работают в условиях воздействия газов, выделяющихся при самовозгорании углей, газы ускоряют процесс старения полимерных материалов и металлических частей.

Высокая запыленность воздуха возникает при разработке и перевалке сыпучих пород в условиях сухого воздуха и действия ветра. Частицы и пыль, попадая в смазку, загрязняют ее, царапают металлическую поверхность, вызывая абразивное изнашивание. Осаждение пыли на обмотках электрических машин ухудшает теплоотдачу обмоток, вызывая их перегрев. Пыль с высоким содержанием угля или руды становится токопроводящей, осажаясь на оголенные токоведущие элементы, может вызвать утечку тока или короткое замыкание.

На элементы машин оказывает вредное влияние биологическая среда – плесень, микроорганизмы, насекомые. Они разрушают текстильные материалы, дерево и резину, наполнители пластмасс, лаки, снижая их механические и электрические свойства.

Горные машины, работающие в подземных условиях, подвергаются воздействию шахтных вод, которые в зависимости от пород разрабатываемого месторождения могут быть кислотными или щелочными, вызывающими коррозию оборудования. Проникая в редукторы. Вызывают коррозию подшипников и зубчатых передач, а вместе с пылью – абразивное изнашивание.

Горные машины испытывают динамические нагрузки, в 1,5-2 раза превышающие средние значения. Динамические нагрузки вызывают усталостный износ и приводят к быстрому разрушению зубчатых передач, подшипников.

Стесненность рабочего пространства под землей ограничивает размеры горных машин. Затрудняет их монтаж, проведение технического обслуживания и ремонта [5; 6; 7].

Вредные процессы могут возникать из-за несовершенства конструкции деталей, точности регулировки, взаимной увязки деталей в сборочных единицах, неправильной замены материалов деталей, нарушения технологии сборки, обработки и монтажа. На рис. 1.2. представлена классификация факторов, влияющих на изменение технологического состояния горного оборудования. Все это ведет к быстрому разрушению горного оборудования или отдельных его частей.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение технической эксплуатации горного оборудования.
2. Дайте определение ремонту горного оборудования.
3. Воздействие каких факторов приводят к отказам горных машин в процессе эксплуатации на карьерах?
4. Воздействие каких климатических факторов приводят к отказам горных машин в процессе эксплуатации на открытых горных работах?
5. Какие условия эксплуатации приводят к отказам оборудования на горных предприятиях?
6. Какие факторы и условия эксплуатации влияют на надежность горного оборудования в подземных условиях?

ГЛАВА 2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Приемка оборудования на горном предприятии

Приемку оборудования, поступившего с завода, производят специалисты горного предприятия. Они несут ответственность за соблюдение правил приемки.

Поступившее оборудование ставится на учет в бухгалтерии по актам приемки основных средств.

При приемке должна быть обеспечена правильная разгрузка с транспортных средств. Для этой цели пункты разгрузки оборудуются подъемно-транспортными средствами необходимой грузоподъемности. При расположении груза в несколько рядов по высоте элементы крепления снимают последовательно по мере выгрузки, убедившись, что груз находится в устойчивом состоянии.

Место разгрузки должно быть хорошо освещено, рабочие – обеспечены всеми требуемыми инструментами. Разгрузочные средства – удовлетворять требованиям безопасности, действия крановщика и стропальщика – согласованными и четкими, в опасной зоне не должно быть людей.

Предприятие, получившее новую технику, должно обеспечить входной контроль качества. Выявление дефектов горного оборудования при его приемке включает: внешний осмотр упаковки оборудования, состояние консервации, комплектность [51].

Внешний осмотр упаковки оборудования и его элементов производится по прибытии на склад горного предприятия непосредственно перед его разгрузкой с транспортных средств, а также при распаковке и перед подготовкой его к транспортированию к месту установки. Внешний осмотр упаковки заключается в проверке ее соответствия техническим условиям на поставку оборудования и действующим ГОСТам на конструкцию, размеры, материал, качество изготовления упаковочных материалов (ящиков). В каждый ящик должен быть вложен упаковочный лист с перечнем содержимого ящика. Ящик, в котором находится техническая документация на поставляемое оборудование, имеет маркировку «Документация здесь!». Распаковку оборудования начинают с этого ящика.

Претензии, возникающие при внешнем осмотре упаковки, следует предъявлять в случае повреждения упаковки организации, перевозившей оборудование, а при дефектах конструкции упаковки – заводу-изготовителю.

Внешний осмотр состояния консервации открытых рабочих поверхностей оборудования производится вначале без вскрытия машины. Затем после вскрытия и при переконсервации. Претензии за порчу или низкое качество консервации предприятие предъявляет заводу изготовителю.

Внешний осмотр защитных средств выступающих деталей заключается в проверке состояния защитных деревянных или металлических конструкций валов, рычагов, труб и других деталей.

После осмотра производится проверка комплектности прибывшего оборудования по спецификации. Если установлена некомплектность оборудования, отгруженного без упаковки, то претензии предъявляют транспортной организации. А если в упаковке – то поставщику.

Если оборудование будет храниться на складе, то упаковка восстанавливается.

В соответствии с ГОСТ 2.601-68 «Эксплуатационные документы к оборудованию» должны прилагаться следующие документы:

- техническое описание конструкции и принципа работы оборудования;
- инструкция по эксплуатации оборудования;
- инструкции по межремонтному обслуживанию;
- инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке на месте применения оборудования;
- формуляр на оборудование и паспорта на отдельные детали и узлы;
- ведомости ЗИП (запасные детали, инструменты, принадлежности и материалы);
- каталоги и спецификации [18].

Объем и содержание эксплуатационной документации определяется по ГОСТ 2.601-68 (СТ. СЭВ 1798-79), согласно которому *техническое описание конструкции и принципа работы* горных машин и электрооборудования должно содержать описание устройства и принципа действия, а также технические характеристики и другие сведения, необходимые для обеспечения полного использования технических возможностей ГМиО. В *инструкции по эксплуатации* приводятся сведения, необходимые для правильной эксплуатации (использования, транспортирования, хранения и технического обслуживания машины и поддержания ее в постоянной готовности к действию). На основании общей инструкции завода-изготовителя эксплуатирующая организация обычно разрабатывает собственную инструкцию по эксплуатации, которая отражает специфику работы ГМиО в данных климатических и горно-геологических условиях и включает: права, обязанности и ответственность обслуживающего персонала; порядок приемки и сдачи смены; последовательность пуска и остановки горной машины и электрооборудования; технологическую последовательность выполняемых операций; порядок технического обслуживания и устранения неисправностей; правила техники безопасности.

В *инструкции по техническому обслуживанию* излагают порядок и правила технического обслуживания машин в различных условиях, Документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и характеристики машины, является *паспорт*. Формы паспортов для горных машин и электрооборудования утверждаются ГОСГОРТЕХНАДЗОРОМ.

Формуляр – общий документ по сравнению с паспортом. Кроме основных параметров и технических характеристик, он отражает техническое состояние конкретной машины или установки, содержит сведения по ее эксплуатации (длительность условия работы, ТО, виды ремонта и другие данные за весь период использования).

Ведомость запасных частей, инструмента, принадлежностей устанавливает номенклатуру, назначение, количество и места хранения ЗИП и материалов, необходимых для эксплуатации и ремонта на начальной стадии использования машины.

При приемке оборудования в первую очередь проверяют наличие комплектности поставки, свидетельства о приемке ОТК завода-изготовителя, о консервации, об упаковке, гарантийные обязательства производителя, ведомости ЗИП.

По действующему «Положению о поставках продукции производственно-технического назначения» заводы-изготовители гарантируют исправную работу машины в течение определенного срока, предусмотренного технической документацией, при условии соблюдения установленных инструкциями правил обкатки, эксплуатации и хранения. В течение этого срока, называемого *гарантийным* (обычно 6-18 месяцев), все неисправности, возникающие в период этого срока, устраняются заводом-изготовителем. Претензию потребителя рассматривает образованная им комиссия с участием представителя завода-изготовителя или без него, если он не пребудет к заданному сроку. По результатам рассмотрения составляется акт, который является обязательным для изготовителя. В рекламационном акте указывается время и место составления, дата получения оборудования, его номер, номер документа, по которому оно получено, число часов работы, условия эксплуатации, наименование дефектов и причин, количество и стоимость подлежащих замене деталей, стоимость связанных с этим работ. Акт может быть оспорен в арбитражном порядке, но обычно заводы-изготовители удовлетворяют справедливые претензии потребителей.

2.2. Нормативная и проектная документация

Задачи обеспечения высокопроизводительной и безопасной работы ГМиО при их эксплуатации требуют системного, комплексного подхода к решению взаимосвязанных вопросов по выбору, размещению и взаимодействию необходимого оборудования на стадии проектирования, организации и выполнения монтажа, наладки, технического обслуживания и ремонта, а также использования его по назначению. Для решения этих вопросов имеется система взаимосвязанных правил, норм и положений, проводимых в нормативной документации, которая подразделяется на общесоюзную и отраслевую. Общесоюзные нормативные документы обязательны к применению во всех электроустановках на поверхности горных предприятий. В подземных выработках должны выполняться требования

отраслевых нормативных документов. В этих документах обобщены достижения науки и техники и обширный опыт работы предприятий. Кроме общесоюзных и отраслевых нормативных документов последнее время входят в практику разрабатываемые на предприятиях различного рода инструкции, положения, стандарты. В них с учетом условий, возможностей и опыта предприятия уточняются, расширяются и конкретизируются требования нормативных документов применительно к определенным установкам и видам выполняемых работ.

Выполнение положений нормативных документов позволяет обеспечить необходимый технический уровень и современный ввод электроустановок, качество, надежность, экономичность и удобство эксплуатации, а также охрану здоровья и безопасности труда работающих.

К основным нормативным документам относятся:

ПУЭ – правила устройства электроустановок являются основным нормативным документом, определяющим порядок выбора электрооборудования, устройства электроустановок и их испытаний. В них приведены термины, определения и классификация электроустановок и электроприемников; требования по выбору проводов, кабелей, электрических аппаратов, измерительных приборов; рекомендации по обеспечению безопасности обслуживающего персонала. В ПУЭ подробно изложены требования по выбору, области применения и устройства электропроводок, токопроводов, кабельных и воздушных линий электропередачи, распределительных устройств и подстанций, устройств защиты и автоматики, электросиловых установок и электрического освещения, а также специальных электроустановок, в том числе работающих во взрыво- и пожароопасных зонах. Для всего основного электрооборудования установлены объемы, виды и нормы приемо-сдаточных испытаний, а также порядок проведения и оформления результатов испытаний [39].

Строительные нормы и правила (СНиП) устанавливают основные требования к организации, управлению, порядку и нормам проектирования, производству и приемке строительных и монтажных работ, сметные нормы и нормы затрат материальных и людских ресурсов.

Правила по производству и приемке монтажных работ, сметные нормы и нормы затрат материальных и людских ресурсов в электротехнических установках изложены в СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства». В них излагаются требования к хранению основных видов электрооборудования, подготовке и сдаче объектов под монтаж, приемке проектно-сметной документации монтажными организациями, распределению работ между электромонтажными и другими смежными специализированными организациями, к общему порядку выполнения электромонтажных работ, сдаче электрооборудования под наладку и представлению документации к приему рабочей комиссией. Значительное место уделено правилам выполнения и приемки монтажных работ по отдельным конкретным видам электроустановок и электрооборудования.

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭ определяют задачи и обязанности персонала по эксплуатации электроустановок и требований к нему, порядок выполнения работ при эксплуатации и ремонте электрооборудования общего назначения и специальных электроустановок, а также сроки, объемы и нормы испытания электрооборудования, находящегося в эксплуатации [40].

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей – ПТБ устанавливают требования безопасного оперативного обслуживания и производства работ в электроустановках; порядок выполнения организационных и технических мероприятий; правила техники безопасности при обслуживании электродвигателей, коммутационных аппаратов и комплектных распределительных устройств при работах кабельных и воздушных линиях электропередачи, проведении испытаний электрооборудования и измерений и др. [41].

Правила техники безопасности при электромонтажных и наладочных работах – ПТБЭН охватывают специфику работ, выполняемых электромонтажниками и наладочными организациями, и дополняют требования СНиП, ПТЭ и ПТБ. В них рассматриваются требования по организации и технике безопасности при производстве электромонтажных работ; монтажу отдельных электроустановок и электрооборудования; при работе с монтажными и грузоподъемными машинами и механизмами, такелажными приспособлениями и инструментом; к выполнению погрузочно-разгрузочных, сварочных и работ на высоте; к наладочным работам.

Правила пользования электрической и тепловой энергией определяют взаимопонимание энергоснабжающих организаций с потребителями при расчетах за электрическую и тепловую энергию, условия присоединения электроустановок к сетям энергоснабжающих организаций, режимы потребления электрической энергии, установки приборов контроля расчета за использование электрической энергии, скидки и надбавки по тарифу на электрическую энергию, за компенсацию реактивной мощности.

Тяжелые специфические условия в горных выработках повышают опасность эксплуатации горных машин и электрооборудования и снижают его надежность, что определяет необходимость выполнения специальных мер как по его конструктивному исполнению и области применения, так и способам монтажа, наладки и эксплуатации. Эти особенности учитываются и регламентируются отраслевыми нормативными документами. В угольных и сланцевых шахтах эти меры осуществляются в соответствии с требованиями *Правил безопасности (ПБ) и Правил технической эксплуатации (ПТЭУ)*, а также *Руководства по ревизии, наладке и использованию подземных электроустановок шахт*.

Особое место при выполнении монтажных работ и эксплуатации электрооборудования занимают *эксплуатационные и ремонтные документы* на отдельные изделия. Эти документы разрабатываются в соответствии с ГОСТ 2.601-68 и ГОСТ 2.602-68.

Эксплуатационные документы предназначены для изучения изделия и правил его эксплуатации (использования, технического обслуживания, транспортировки и хранения). Они рассчитаны на обслуживающий персонал, имеющий специальную подготовку. Как правило, эксплуатационные документы предусматривают: *техническое описание (ТО); инструкции по эксплуатации (ИЭ); инструкцию по техническому обслуживанию (ИО); инструкцию по монтажу, пуску, регулированию и обкатке изделия на месте его применения (ИМ); формуляр (ФО); паспорт (ПС); ведомости запасных частей; инструментов, приспособлений и др.*

Ремонтные документы – это рабочие конструкторские документы для подготовки ремонтного производства, ремонта и контроля изделия после ремонта. Кроме того. В них могут быть включены правила и указания по устранению аварийных повреждений; способы ремонта, обеспечивающие быстрое восстановление основных эксплуатационных характеристик изделия, но допускающих его эксплуатацию только в ограниченный срок; программы и методики ускоренных испытаний для определения возможности кратковременной эксплуатации и др.

Проектная документация. Проекты систем электроснабжения, электроустановок, добычи, транспортирования переработки полезного ископаемого и т.д. Основная цель разработки таких проектов – обеспечение бесперебойной, высокопроизводительной, надежной и безопасной их эксплуатации. Помимо рационального выбора и размещения оборудования, структурного и функционального построения систем, в проекте учитываются и монтажно-технологические особенности и условия эксплуатации, в том числе рациональное конструктивное построение с точки зрения технологии выполнения монтажа, плановых и внеплановых ремонтов и осмотров, технического обслуживания; объединение малогабаритных конструкций в укрупненные блоки; более полное комплектование и испытание.

Проекты систем электроснабжения и электроустановок выполняются в соответствии с требованиями Инструкции по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий. Для предприятий угольной промышленности кроме этого должны учитывать требования Инструкций по проектированию электроустановок шахт, разрезов и обогатительных фабрик.

Проекты на крупные электроустановки, машины, агрегаты. Комплексы при капитальном строительстве разрабатываются отраслевыми проектными институтами, проекты на небольшие установки, возводимые хозяйственным способом, выполняются техническими или проектными отделами самих предприятий.

Монтаж должен вестись в соответствии с утвержденным проектом. Отклонения от проекта согласовываются с проектной организацией. Заказчик обеспечивает монтажные работы (организации) рабочими чертежами в двух экземплярах за два месяца до выполнения работ.

Проект производства монтажных работ (ППМР). В этом проекте решаются вопросы организации производства и определения наиболее ра-

циональных способов монтажа установок с целью обеспечения условий своевременного ввода их в эксплуатацию.

Как правило, ППМР состоит из четырех частей:

1. *Справочник*, который содержит краткую характеристику машин и оборудования, перечень рабочих чертежей, ведомость объемов монтажных работ, технико-экономические показатели по объему, принципиальную однолинейную схему электроснабжения, план-схему расположения установок и электрооборудования, подъемного оборудования, схему организационных связей предприятий, занятых на объекте и др.

2. *Организация и технология выполнения работ*, где приводятся графики работ, рекомендации по технологии и механизации работ, указания по технике безопасности и противопожарной безопасности. Перечень приемо-сдаточной документации.

3. *Материально-техническое обеспечение*, где приводятся комплектующие ведомости на оборудование, изделия и материалы, поставляемые заказчиком, генподрядной организацией и организацией субподрядчика.

4. *Задания мастерским*, где размещаются заказы на изделия с приложением чертежей и эскизов. Здесь же приводятся затраты на изготовление изделий и калькуляция затрат труда и заработной платы при монтаже.

Документы, содержащиеся в ППМР, используются для контроля подготовки, организации и управления работами по монтажу, механизации работ, а также их безопасности, контроля качества монтажа.

Приемо-сдаточная документация. Смонтированное оборудование должно быть полностью подготовлено к эксплуатации и в дальнейшем обеспечивать его надежную работу. С этой целью при монтаже производят пооперационный контроль качества выполнения работ; регулировку, наладку, и испытание смонтированного оборудования. Вновь смонтированные агрегаты и электрооборудование испытываются в соответствии с ПУЭ, требованиями отраслевых нормативных документов, а также заводскими инструкциями. Все измерения, испытания и опробования, производимые монтажным персоналом, оформляются соответствующими актами и протоколами, устанавливаемыми СНиП и отраслевыми нормами и правилами.

Смонтированные ГМиО сдаются приемной комиссии, которой представляется следующая приемо-сдаточная документация:

утвержденная проектная документация и комплект рабочих чертежей и исполнительных схем электротехнической части с внесенными в них изменениями;

комплект заводской документации;

акты и протоколы по строительным работам, связанные с монтажом электротехнических устройств;

акты и протоколы по монтажным, энергомонтажным и наладочным работам.

Эксплуатационная документация. С целью обеспечения экономической, эффективной, надежной и безопасной работы ГМиО производится

контроль и надзор за функционированием и параметрами их работы. Переключения, техническое обслуживание, ремонт и испытания выполняются в соответствии с нормами. Эти работы производятся специально обученным персоналом. В результате эксплуатации ГМиО происходят изменения, оказывающие влияние на их техническое состояние. Оперативный, ремонтный и эксплуатационный персонал ГМиО должен правильно выполнять все работы, знать текущее состояние и все изменения, происшедшие в ГМиО. С этой целью порядок выполнения работ и состояние ГМиО отражаются в эксплуатационных документах. Формы и порядок их ведения регламентированы Российскими и отраслевыми документами [10].

Документы определяют квалификацию и виды работ, выполняемые персоналом: журналы проверки ПТЭ, ПТБ, ПБ, журналы учета производственного инструктажа и противоаварийных тренировок; списки лиц, имеющих право выполнять определенные виды работ, удостоверения о проверке знаний ПТЭ и ПТБ.

Своевременное и четкое ведение эксплуатационной документации позволяет вести целенаправленную работу по повышению надежности ГМиО.

2.3. Хранение горного оборудования

Изнашивание горного оборудования происходит не только во время работы, но и при его хранении.

Хранение машин представляет комплекс организационных и технологических мероприятий, защищающих машины и их агрегаты, а также электротехническое оборудование от коррозии, деформации, солнечной радиации и других разрушающих воздействий.

Оборудование хранят в закрытых помещениях (складах, гаражах), под навесами, на специально оборудованных открытых площадках.

Закрытый способ хранения предпочтительней, так как предохраняет от воздействия атмосферных явлений, уменьшаются трудовые затраты при подготовке машин к хранению.

Обычно в закрытых помещениях хранится сложное и дорогостоящее оборудование. На открытых площадках – простое и громоздкое.

Условия хранения горных машин и электрооборудования делят на четыре группы: *легкие, средние, жесткие и особо жесткие*. Для каждой группы изделий условиями хранения устанавливаются определенные требования к складским помещениям. Изделия легкой группы должны содержаться в отапливаемых и вентилируемых помещениях, а изделия особо жесткой группы – на открытых площадках в любых климатических условиях.

На открытых площадках может храниться силовой кабель в барабанах, оборудование в ящиках, вспомогательные конструкции. На площадках с навесами располагают высоковольтные распределительные устройства, силовые трансформаторы, комплектные трансформаторные подстанции,

бетонные реакторы, арматуру из черного и цветного металла и другое. Площадки для хранения машин и оборудования огораживают заборами, а пол бетонируют с наклоном, обеспечивающим удаление дождевых и талых вод.

В закрытых не отапливаемых помещениях должны храниться низко-вольтные двигатели, магнитные пускатели, измерительные трансформаторы, щиты управления и т.д.

Отапливаемые помещения требуют больших расходов. В таких помещениях хранятся электротехнические изделия, боящиеся влаги, осадков, резких колебаний температуры, химически агрессивной среды (выпрямители, аппаратура защиты, контакторы, аппараты средств автоматизации, электроизоляционные материалы, приборы и т.д.).

Во всех складских помещениях должны быть предусмотрены проезды и проходы с соответствующими габаритами для перемещения оборудования и обеспечения прямого свободного доступа для осмотра и обслуживания, оно снабжается табличками с наименованием. Небольшое и нетяжелое оборудование хранится на стеллажах, изготавливаемых из дерева и металла. Тяжелое оборудование устанавливается на деревянных подкладках и настилах, которые должны предотвращать его деформацию или повреждения и облегчить перемещение. Для выполнения операций по разгрузке, ТО и хранению ГМиО складские помещения оборудуют необходимыми механизмами, приспособлениями и инструментами. В складах, под навесами и на открытых площадках для хранения тяжелого оборудования в обязательном порядке устанавливаются механизированные грузоподъемные средства.

ТО горного оборудования осуществляется в течение всего срока хранения. При этом проверяют правильность хранения, производят контрольные осмотры, очистку, мойку, смену масла, смазку в подшипниках, устанавливают степень сохранности антикоррозийных покрытий и другие виды работ.

Повторная консервация производится в случаях, если повреждены антикоррозийные покрытия, влага попала во внутренние полости оборудования, появилась коррозия или грязь на деталях. Для защитного покрытия применяются: для внутренних частей смазки К-17, НГ-203; для наружных – ПКВ.

Консервация производится специально обученными лицами в помещениях с температурой не ниже + 15°C и относительной влажностью не выше 70 %. Для исключения конденсации влаги на консервируемой поверхности не допускаются резкие колебания температуры во время консервации; температура изделий должна быть не ниже температуры помещения. Работы по консервации ведутся так, чтобы не образовывались воздушные пузырьки, могущие нарушать целостность слоя смазки. Срок действия смазки под навесами 12 месяцев

Резиновые изделия перед хранением очищают от грязи, моют, сушат и укладывают на стеллажи свернутыми в бухту.

Правильность хранения ГМиО периодически проверяют. Хранящееся на открытом воздухе – не реже 1 раза в месяц, в закрытых помещениях – через 2 месяца.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите порядок приемки оборудования на горном предприятии.
2. Назовите правила разгрузки горного оборудования с транспортных средств.
3. Какие технические документы должны поступать вместе с новым горным оборудованием?
4. Назовите основные нормативные документы, используемые при монтаже, ремонте и эксплуатации горных машин и электрооборудования.
5. Какие документы относятся к эксплуатационным?
6. Назовите основные виды ремонтной документации.
7. На какие части делится проект производства монтажных работ?
8. Назовите основные правила оборудования складских помещений.
9. Какие способы хранения ГМиО используются на горном предприятии?
10. Какие виды технического обслуживания производятся при хранении горного оборудования?
11. Для каких целей производится переконсервация?
12. Какие виды смазок применяются при хранении?

ЧАСТЬ II. МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Глава 12. ТРЕБОВАНИЯ К ГОРНОМУ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ

12.1. Классификация электропомещений

Условия применения электрооборудования на горных предприятиях отличаются большим разнообразием климатических факторов (температура, влажность, наличие пыли, агрессивной химической и органической среды и т.д.) и степенью электро-, взрыво- и пожароопасности. Эти факторы оказывают существенное влияние на безопасность, безотказность и эффективность его работы.

Электрооборудование, применяемое в электроустановках, по конструктивному исполнению должно соответствовать определенным условиям работы для обеспечения высокого уровня безопасности и надежности. Эти обстоятельства должны учитываться при проектировании электроустановок, выполнении организационных и технических мер, производстве монтажных работ, ремонте и эксплуатации электрооборудования.

Для выполнения единых требований по устройству электроустановок и электропомещений, установлению области применения электрооборудования с определенными конструктивными особенностями, обеспечению надежной его работы введена определенная их классификация.

Электроустановки представляют собой совокупность машин, аппаратов, линий электропередач и вспомогательного оборудования (вместе с помещениями), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения и преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

По условиям защиты от атмосферных воздействий они разделяются на открытые (наружные) и закрытые (внутренние). *К открытым* относятся электроустановки, не имеющие защиты от атмосферных воздействий, *к закрытым* – электроустановки внутри помещения.

По условиям электробезопасности они разделяются на электроустановки напряжением до 1000 В и электроустановки напряжением выше 1000 В. К электроустановкам напряжением выше 1000 В предъявляются более строгие требования по устройству, конструктивному исполнению применяемого оборудования, квалификации персонала, работающего в этих установках, и по выполняемым организационным и техническим мероприятиям.

В угольных шахтах осуществляется переход на напряжение 1140 В для передвижных электроприемников. Согласно ПБ угольных и сланцевых шахт подземные электроустановки разделяются на установки напряжением до и выше 1000 В. К электроустановкам до 1140 В предъявляются такие же

требования по условиям безопасного ведения работ, что и для электроустановок до 1000 В, предусмотренные ПБЭ и ПТБ. Однако следует отметить, что в конструкции электрооборудования на 1140 В предусмотрен ряд дополнительных мер, обеспечивающих его безопасное применение (короткозамыкателей в автоматических выключателях и магнитных пускателях, смотровые окна в автоматических выключателях для контроля положения разъединителей в этих аппаратах др.).

Электропомещения – это помещения или их части, в которых расположены электроустановки, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала. К этому персоналу относятся специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную ПТБ.

Электропомещения классифицируются ПУЭ по характеру окружающей среды следующим образом.

Сухие – с относительной влажностью воздуха, не превышающей 60%.

Влажные – с влажностью 60-77% и конденсирующейся влагой или парами, выделяющимися лишь кратковременно и в небольших количествах.

Сырые – длительно превышающие влажность 75%.

Особо сырые – с влажностью ближе к 100%. Пол, стены, потолок и предметы, находящиеся в таких помещениях, покрыты влагой.

Жаркие – в которых температура постоянно или периодически (более 1 суток) превышает +35°C.

Пыльные, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь оболочек электрооборудования и т.п. Они подразделяются на помещения *с токопроводящей и не токопроводящей пылью*. Не токопроводящая пыль не ухудшает качество изоляции, но способствует увлажнению.

С химически активной, или органической, средой, в которой постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части.

По опасности поражения людей электрическим током различают помещения:

с повышенной опасностью, в которых отмечается наличие одного из следующих условий: сырости или токопроводящей пыли; токопроводящих полов (металлических, железобетонных и т. п.); высокой температуры; возможности одновременного прикосновения человека, с одной стороны, к металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., соединенных с землей, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой;

особо опасные, характеризующиеся наличием одного из следующих условий: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности;

без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Подземные выработки, как правило, характеризуются наличием значительного числа неблагоприятных условий, поэтому электроустановки в них относятся к особо опасным в отношении поражения человека электрическим током.

По степени образования взрывоопасных смесей и требований, предъявляемым к электрооборудованию, взрывоопасные зоны электроустановки разделяются на классы. Взрывоопасная зона может занимать весь объем помещения или только часть его, а также ограниченные пространства в наружных установках, в которых могут быть образованы взрывоопасные смеси. Класс взрывоопасной зоны определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации. В ПУЭ установлены следующие классы взрывоопасных зон.

В-1 – зоны, расположенные в помещениях, где выделяются газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы;

В-1А – зоны, в которых образование взрывоопасных газов и паров ЛВЖ возможно только в результате аварий и неисправностей;

В-1Б – зоны, отличающиеся от зон класса В-1А одной из следующих особенностей: горючие газы в них обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях; помещения производств, связанных с образованием газообильного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения;

В-1Г – пространство у наружных установок; технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ; подземных и надземных резервуаров с ЛВЖ или газами; эстакад для слива ЛВЖ и т.п.

Размеры взрывоопасной зоны устанавливаются в пределах 0,5-20 м по горизонтали и вертикали от мест образования взрывоопасных смесей:

В-І зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючая пыль или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси в нормальных режимах;

В -ІІА- зоны, в которых взрывоопасные смеси, пыль или волокна образуются в результате аварий или неисправностей.

В угольных шахтах (некоторых рудниках) серьезную опасность представляют взрывоопасные смеси, состоящие из метана или угольной пыли. В зависимости от относительной метанообильности и вида выделения метана шахты разделяют на 5 категорий:

- 1 – с относительной газообильностью до $5 \text{ м}^3/\text{т}$ добычи;
- 2 – $5\text{-}10 \text{ м}^3/\text{т}$;
- 3 – $1\text{-}15 \text{ м}^3/\text{т}$;
- сверхкатегорные – более $15 \text{ м}^3/\text{т}$;
- шахты с суфлярным выделением газа.

Взрывчатость угольной пыли определяется составом (при содержании летучих веществ более 10% она становится взрывчатой); тонкостью (пыль становится взрывоопасной при размере частиц в пределах $0,1\text{-}0,0001 \text{ мм}$) и степенью запыленности воздуха (нижний предел взрывчатости взвешенной пыли $17\text{-}18 \text{ г}/\text{м}^3$). Угольные пласты относятся к опасным по пыли на основе непосредственного испытания ее взрывчатости.

Помещения или наружные установки, в которых периодически или постоянно обращаются, применяются, хранятся или образуются при нормальном технологическом процессе горючие вещества, относятся к пожароопасным. Они разделяются по степени опасности на пожароопасные зоны следующих классов:

П-1 - зоны, в которых образуются горючие вещества с температурой вспышки выше 61°C ;

П-2 – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючая пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более $65 \text{ г}/\text{см}^3$ к объему воздуха;

П-2А – зоны, расположенные в помещениях, содержащих твердые горючие вещества;

П-3 – зоны, расположенные вне помещения зоны, содержащие горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твердые горючие вещества [37; 39; 40; 41].

12.2. Классификация электрооборудования

Электрооборудование может обеспечивать безопасную и надежную работу только в том случае, если его конструкция и исполнение соответствуют условиям окружающей среды и режима работы. Для этого в конструкции электрооборудования предусматриваются определенные средства и меры от вредного воздействия различных факторов окружающей среды. Для правильного определения области применения должны учитываться климатическое исполнение и возможное место размещения; степень защиты от проникновения твердых тел и воды внутрь оболочки, а также исполнение, учитывающее определенные специфические условия эксплуатации.

Исполнения электротехнических изделий, определяемые климатическими факторами внешней среды на суше, согласно ГОСТ 15150-69, обозначают русскими или латинскими буквами, соответствующими климату района, где они эксплуатируются:

- У (N) – умеренный;
- ХЛ (NF) - холодный;

ТВ (ТН) - влажный тропический;
ТС (ТА) – сухой тропический;
О (V) – общеклиматическое исполнение.

В зависимости от *мест размещения* электротехнические изделия разделяют на 5 укрупненных категорий, обозначаемых цифрами:

- 1 – на открытом воздухе;
- 2 – в помещениях, где колебания температуры и влажности несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе, имеется свободный доступ наружного воздуха, но отсутствует прямое воздействие солнечной радиации и атмосферных осадков;
- 3 – в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности, воздействия песка и пыли, солнечной радиации, ветра и атмосферных осадков существенно уменьшены;
- 4 – в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, в которых исключается прямое воздействие солнечной радиации, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха;
- 5 – в помещениях с повышенной влажностью, в которых возможно длительное наличие воды или чистой концентрации влаги, а также подземные выработки шахт.

Кроме укрупненных категорий вводятся дополнительные, уточняющие условия эксплуатации электротехнических изделий.

Климатическое исполнение и категорию размещения вводят в условное обозначение типа (марки) изделия, дополнительно после всех обозначений, относящихся к его модификации в виде соответствующих букв и цифр.

Для предотвращения попадания в электротехнические изделия твердых тел и соприкосновения персонала с находящимися под напряжением и вращающимися частями, а также проникновения воды в активные части электрооборудование помещают в оболочки, которые характеризуются определенной степенью защиты. В соответствии с ПУЭ установлено 7 степеней защиты от попадания внутрь оболочки твердых тел и 9 от проникновения воды (табл. 12.1).

Для обозначения степени защиты электротехнических изделий применяются IP (International Protection), за которым следуют две цифры – первая обозначает степень защиты изделия от попадания внутрь твердых тел, вторая – от проникновения воды.

По исполнению оборудование может быть следующим:

общего назначения - электрооборудование, выполненное без учета требований, специфических для определенного назначения или определенных условий эксплуатации;

рудничное нормальное электрооборудование, в котором не имеется средств взрывозащиты, но предусмотрены меры и все виды защиты, обеспечивающие надежность и безопасность его эксплуатации в различных от-

раслях промышленности в подземных выработках шахт и рудников, не опасных в отношении взрыва газа или пыли;

взрывозащищенное – электрооборудование, в котором предусматриваются конструктивные меры по устранению или затруднению воспламенения окружающей взрывоопасной среды вследствие его эксплуатации.

Таблица 12.1

Защита электрооборудования

Обозначение степени защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися телами	Защита от проникновения воды
0	Специальная защита отсутствует	Специальная защита отсутствует
1	Большого участка поверхности тела человека (руки, ноги) и твердых тел размером более 50 мм	Капель, падающих вертикально
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером не более 12 мм	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром и толщиной более 2,5 мм	Дождя, падающего на оболочку под углом 60° от вертикали
4	Проволоки и твердых тел размером более 1 мм	Брызг, попадающих на оболочку в любом направлении
5	Пыли, в количестве недостаточном для нарушения работы изделия	Струй, выбрасываемых в любом направлении на оболочку
6	Пыли полностью (пыленепроницаемость)	Волн (вода при волнении не должна попадать внутрь)
7		При погружении в воду. При этом вода не должна проникать в оболочку при определенных давлениях и времени в количестве, достаточном для повреждения изделия
8		При длительном погружении в воду

Такое оборудование делится на две группы:

I – рудничное взрывозащищенное оборудование для подземных шахт и рудников, опасных по газу и пыли;

II – взрывозащищенное электрооборудование для внутренней или наружной установки.

В зависимости от *уровня взрывозащиты*, определяющего степень предотвращения взрыва, электрооборудование подразделяется на оборудование повышенной надежности против взрыва; взрывобезопасное; особо-взрывобезопасное.

Уровни взрывозащиты электрооборудования для каждой из указанных групп обозначаются следующими знаками:

	Группы	
	I	II
Повышенной надежности против взрыва	РП	2
Взрывобезопасное	РВ	1
Особовзрывобезопасное	РО	0

Каждый уровень взрывозащиты обеспечивается определенным видом взрывозащиты или их сочетанием. Знаки видов взрывозащиты приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2

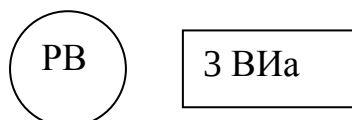
Уровни взрывозащиты оборудования

Виды взрывозащиты	Группа I	Группа II
Взрывонепроницаемая оболочка	1В,2В,3В,4В	d
Искробезопасная электрическая цепь	Иа,Ив,Ис	i
Защита вида «е»	П	e
Заполнение или продувка избыточным давлением		p
Масляное заполнение оболочки	М	o
Автоматическое защитное отключение	А	-
Кварцевое заполнение оболочки	К	q
Специальный вид взрывозащиты	С	s

Взрывозащитное электрооборудование группы II с видами взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» или «искробезопасная электрическая цепь» подразделяются на три группы (IIА, IIВ, IIС), соответствующие категориям взрывоопасных смесей. IIА – окись углерода и др.; IIВ – этилен и др.; IIС – водород и др. и шесть классов (Т1-Т6). В основе разделения на эти категории лежит значение метано-воздушной смеси (МВТ). Эти значения составляют для категорий I – 1,0; IIА – 0,8; IIВ – 0,5-0,8; IIС – 0,45.

Для Т1 температура самовоспламенения - 450°C; Т2 - 300-450°C; Т3 – 200-300°C; Т4 – 135-200°C; Т5 – 100-135°C; Т6 - 85-100°C.

Взрывозащищенное электрооборудование должно иметь маркировку, выполненную на видном месте оболочки. Маркировка взрывозащиты рудничного электрооборудования (группа I) состоит из двух частей: уровня защиты, указываемого в окружности, и вида взрывозащиты – прямоугольнике. Например, электрооборудование с уровнем защиты РВ, обеспечивающем взрывонепроницаемой оболочкой и искробезопасной электрической цепью, имеет маркировку



Маркировка электрооборудования группы II выполняется в виде цельного, не разделенного на части знака, располагаемого в прямоугольнике. В маркировку входят в следующей последовательности:

знак уровня взрывозащиты (2, 1, 0);

знак Ex, определяющий соответствие электрооборудования стандартам на взрывозащищенное электрооборудование;

знаки вида взрывозащиты, группы или подгруппы категории взрывоопасной смеси и температурного класса. *Например*, 1ExdIIATЗ – электрооборудование с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасное», вид взрывозащиты – «взрывонепроницаемая оболочка», для взрывоопасных смесей подгруппы IIA и температурного класса ТЗ [37; 39; 40; 41].

12.3. Контроль состояния электрооборудования

Электрооборудование, применяемое в подземных выработках, по принципу работы не отличается от электрооборудования общего назначения. Однако, как отмечалось выше, оно эксплуатируется в более тяжелых условиях, что требует больших усилий по поддержанию требуемой надежности и безотказности. Возможность образования взрывоопасных смесей, соприкосновение электрооборудования с горячими материалами и постоянный непосредственный контакт людей с оболочками электрооборудования обуславливает повышенную вероятность взрыва, пожара или поражения людей электротоком. Эксплуатация допущенного к применению в шахтах электрооборудования в нормальном режиме и без повреждения не представляет опасности. Она появляется только тогда, когда электрооборудование повреждается или работает в ненормальном режиме.

Таким образом, одна из важнейших задач эксплуатации электрооборудования – не допустить его переход в опасное состояние. В практике эксплуатации подземных электроустановок наиболее частыми видами аварийных и ненормальных режимов являются следующие: замыкание (утечка) на землю и короткие замыкания между фазами, вызываемые механическими повреждениями изоляции, ее увлажнением и запылением, а также

пробоями; обрыв и повышение сопротивления в контактах цепи; повреждение цепей управления, могущее привести к самопроизвольному включению машин; нарушение целостности цепи заземления. Большую опасность представляет недопустимый нагрев электрооборудования, вызываемый длительными перегрузками, ухудшением условий охлаждения электрооборудования, обрывом одной из фаз сети и работой электрооборудования в неполнофазном режиме, отклонениями напряжения выше допустимых пределов, частыми или затянувшимися пусками электродвигателей, а также их опрокидыванием и заклиниванием ротора и др.

Для сохранения работоспособности и безопасности электрооборудования проводят его проверку, ремонт и контроль, а также поддержание электрических параметров и особенно параметров безопасности в допустимых пределах. Сроки и объем этих работ регламентированы ПБ, руководством по ревизии, наладке и испытанию подземных электроустановок шахт и заводскими инструкциями.

Важное значение для обеспечения надежности и безопасности имеет проведение ежесменного визуального осмотра электрооборудования, выполняемого персоналом, обслуживающим электрооборудование, дежурными электрослесарями и техническим надзором участков. При осмотре электрооборудования проверяют работоспособность защиты от утечек тока, состояние защитных оболочек кабелей и заземляющих устройств, элементов и приспособлений для защиты от механических повреждений и др. Аналогичный осмотр не реже 1 раза в неделю проводит лицо, ответственное за эксплуатацию электроустановки. Все эти работы проводят без вскрытия оболочек.

Проверку и ревизию взрывозащищенного электрооборудования со вскрытием оболочек производят 1 раз в квартал под руководством главного энергетика. При ревизии проверяют состояние фланцевых соединений и уплотняющих прокладок (их поверхности не должны иметь вмятин, сколов, царапин, разрывов), а также резьбовых соединений; имеющиеся следы коррозии удаляют, а на поверхность фланцев наносят тонкий слой смазки. Он не только предохраняет поверхности от коррозии, но и защищает от проникновения внутрь оболочек пыли и влаги.

При ревизии кабельных вводов производят их разборку и проверяют качество уплотнения и присоединения жил кабелей к проходным зажимам, а также состояние изоляторов. Размеры уплотнительного кольца соответствуют диаметру кабеля, оно должно быть эластичным и без трещин. Кабельная масса во вводах с заливкой не должна иметь трещин. Гайки или болты на проходных зажимах затягиваются плотно, чтобы предохранить жилы кабелей от расчленения. Изоляционные втулки проходных зажимов выбирают без трещин, сколов или царапин. Проверка внутреннего монтажа заключается в подтяжке болтов и гаек контактных соединений и выявлении и устранении повреждения изоляции проводников. Выявляют механические повреждения в устройствах защиты и управления. Проверяют соответствие

установок максимальной токовой защиты и тока плавких вставок расчетным значениям.

Безопасность и надежность систем электроснабжения в сетях с изолированной нейтралью, применяемых в шахтах, определяются, прежде всего, состоянием изоляции. Требуемый уровень сопротивления изоляции может быть обеспечен при условии постоянного контроля изоляции земли. Согласно ПБ угольных и сланцевых шахт сопротивление изоляции электродвигателей очистных и проходческих машин должно быть не менее 0.5 МОм, а для остальных электродвигателей, коммутационных аппаратов и кабелей – 1 МОм. Проверку величины сопротивления изоляции проводят после монтажа или перемонтажа, длительном пребывании в бездействии, если реле утечки не позволяет включить сеть, а для стационарного электрооборудования не реже 1 раза в год.

О значении общего сопротивления изоляции сети, когда включены все потребители, можно судить по показаниям килоомметра реле утечки. Сопротивление изоляции считается допустимым, когда значение находится в диапазоне значений не закрашенной части шкалы прибора. Сопротивление изоляции отдельных сопротивлений определяют этим же прибором при очередном их включении или отключении.

$$R_{от} = \frac{R_{об} R_c}{R_c - R_{об}}, \quad (1.1)$$

где $R_{об}$, R_c – показания килоомметра соответственно при включенной сети с контролируемым присоединением и без присоединения.

Электрооборудование с сопротивлением изоляции, не соответствующем нормам и вызывающим срабатывание реле утечки, выводится из работы для замены или принятия мер по повышению сопротивления изоляции до нормы.

Электрооборудование центральных, преобразовательных тяговых подстанций, а также средства защиты помимо ежегодных осмотров и ежеквартальных ревизий подвергаются периодическим проверкам и испытаниям специализированными организациями по графикам, утвержденным техническим руководителем предприятия. Во время этих работ выполняют *проверку* правильности монтажа первичных и вторичных цепей, *ревизию и регулировку* всех механизмов с доводкой их параметров до нормативных значений; *проверочный расчет* установок реле защиты и управления применительно к фактическим условиям эксплуатации; *проверку и настройку* на заданные параметры электрических, временных и тяговых характеристик, аппаратов, средств управления, защиты, автоматики блокировок и др.; *замену* непригодных к эксплуатации узлов и деталей; *включение оборудования* под рабочее напряжение. Результаты наладки и испытаний отражаются в техническом отчете.

В случае необходимости ремонта узлов и деталей взрывобезопасного оборудования допускается замена проходных зажимов штепсельных контактов, изоляционных колодок, уплотняющих колец, зажимных устройств и заглушек кабельных вводов, муфт, крепежных болтов оболочек электрооборудования. Замена других деталей разрешается только на ремонтных предприятиях.

12.4. Требования к электротехническому персоналу

Какое бы надежное и безопасное электрооборудование не применялось на горных предприятиях, эффективность и безопасность в его эксплуатации, в конечном счете, определяется квалификацией персонала, производящего монтаж, наладку, испытания, ремонт и использование его по назначению. Для этого все участки укомплектовываются электротехническим персоналом соответствующей квалификации. В зависимости от вида выполняемых работ эксплуатационный электротехнический персонал подразделяется на следующие группы:

административно-технический – организующий и принимающий непосредственное участие в монтаже, наладке, ремонте электроустановок, а также его эксплуатации;

оперативный – осуществляющий оперативное управление и обслуживание электроустановок (оперативное включение, отключение и переключение, осмотр, подготовка рабочего места, допуск и надзор за работающими и др.);

ремонтный – выполняющий монтаж, ремонт, регулировку, наладку, испытание электрооборудования;

оперативно-ремонтный – ремонтный персонал, специально обученный для выполнения оперативных работ на закрепленных за ним электроустановках;

электротехнологический – осуществляющий эксплуатацию технологических установок. Этот персонал в административном отношении подчиняется руководству участков, цехов и отдельных установок. В техническом отношении его подчинение энергослужбе предприятия обязательно.

Все лица электротехнического персонала должны отвечать определенным требованиям к состоянию здоровья, возраст должен быть не менее 18 лет.

До назначения на самостоятельную работу или при переводе на другую, связанную с обслуживанием электроустановок, персонал проходит вводный инструктаж и производственное обучение по утвержденной программе.

Электротехнический персонал, допускаемый к самостоятельному производству работ, должен иметь квалификационную группу по технике безопасности, соответствующую занимаемой должности. В зависимости от занимаемой должности, стажа работы, уровня знаний, умений и навыков по

ТБ и отраслевыми ПБ установлено пять квалификационных групп по технике безопасности. Группа устанавливается лицами электротехнического персонала квалификационной комиссией после проверки их знаний.

Установлена также периодическая проверка знаний: 1 раз в год для лиц, непосредственно участвующих в монтаже, наладке и эксплуатации электрооборудования и 1 раз в 3 года для ИТР, не принимающих непосредственного участия в указанных работах.

К группе 1 относится персонал, обслуживающий электротехнологические установки, работающий с электроинструментом, уборщики электропомещений, водители автомобилей и кранов и др. Лица группы 1 проходят инструктаж в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79.

Электротехнический персонал, занятый на монтаже и эксплуатации электроустановок в подземных выработках должен иметь также определенный стаж работы в подземных электроустановках и пройти проверку отраслевых ПБ и ПТЭУ.

В зависимости от занимаемой должности и квалификационной группы на обслуживающий персонал возлагается соответствующая ответственность за безопасное производство работ.

Согласно ПТБ, ответственными за безопасность работ являются:

- 1) лицо, выдающее наряд или отдающее устное распоряжение;
- 2) ответственный руководитель работ;
- 3) допускающий;
- 4) производитель работ;
- 5) наблюдающий;
- 6) члены бригады.

Право выдачи наряда или распоряжения предоставляется лицам, назначенным приказом по предприятию. Они должны иметь квалификационную группу V (в установках до 1000 В – IV).

Ответственный руководитель работ отвечает за численный состав бригады, соответствие квалификации ее членов, правильную подготовку рабочего места и выполнение мер безопасности, необходимых для производства работ.

Функции *допускающего* выполняет лицо оперативного персонала (дежурный). Он отвечает за правильность и достаточность выполнения мер безопасности для производства работ, правильный допуск к работе и приемку рабочего места после окончания работ с оформлением в нарядах или журналах.

Производителями работ назначаются лица с квалификационной группой не ниже IV – в установках выше 1000 В и не ниже III – в установках до 1000 В. Производитель работ несет ответственность за правильную подготовку рабочего места, выполнение необходимых мер безопасности, соблюдение требований безопасности им самим и членами бригады.

Наблюдающий назначается для надзора за бригадами и лицами электротехнического персонала при выполнении ими работы в электроустановках.

Члены бригады отвечают за соблюдение ими лично требований безопасности, определяемыми условиями работы.

Согласно требованиям по ТБ одно лицо может совмещать обязанности двух лиц, например, выдающего наряд и ответственного руководителя.

Работа в электроустановках требует постоянного повышения уровня знаний и навыков, а также повышения квалификации. Для этого на предприятиях организуется курсовое (групповое) или индивидуальное обучение по повышению квалификации, инструктажи электротехнического персонала в соответствии отраслевыми ПБ; проведение противоаварийных тренировок; семинары по обобщению опыта эксплуатации электрооборудования и др. Важное значение для обеспечения производительности и безопасности работы электроустановок имеет производственная дисциплина, основанная на ТБ [41].

12.5. Средства защиты, применяемые в электроустановках

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен быть снабжен необходимыми средствами защиты, обеспечивающими безопасность его работы. Порядок применения этих средств регламентируется правилами применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. Применение средств защиты направлено на предотвращение или уменьшение воздействия на человека опасных и вредных производственных факторов. По характеру применения они подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты. К электрозащитным средствам относятся переносимые и перевозимые изделия для защиты людей от поражения электрическим током и от воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Они подразделяются на основные и дополнительные. К *основным* относятся средства защиты, изоляция которых длительно выдерживает напряжение электроустановок, и которые позволяют прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Дополнительные средства сами не обеспечивают защиту при данном напряжении и применяют совместно с основными электрозащитными средствами. Они служат для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага (табл. 12.3).

Изолирующие штанги и клещи, указатели напряжения состоят из рабочей и изолирующей части рукоятки. Изолирующие части основных средств изготавливаются из материала с устойчивыми диэлектрическими свойствами (бумажно-бакелитовые трубы, эбонит, гетинакс и др.). Изолирующая часть со стороны рукоятки ограничивается кольцом или упором из изоляционного материала. Электроустановки, а также персонал должны быть обеспечены средствами защиты в соответствии с нормами комплектования.

Средства защиты

Напряже- ние, В	Основные средства защиты	Дополнительные средства защиты
Выше 1000 В	Изолирующие штанги, изолирующие и измерительные клещи, указатель напряжения, изолирующие устройства, приспособления для работы на ЛЭП с непосредственным прикосновением к токоведущим частям (штанги, канаты, тяги, изолирующие лестницы и др.)	Диэлектрические перчатки, боты, ковры, колпаки, индивидуальные комплекты, изолирующие площадки, накладки, подставки, переносные заземления, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности
До 1000 В	Изолирующие штанги и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажные инструменты с изолирующими рукоятками	Диэлектрические калоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности

Средства защиты, применяемые в стационарных установках, размещают в специально отведенных местах. При хранении и перевозке необходимо соблюдать условия, обеспечивающие их исправность и пригодность к использованию, для этого их надежно защищают от механических повреждений, увлажнения и загрязнения. Все средства защиты строго учитываются. При эксплуатации на средства защиты, выдержавшие испытания, ставят штамп. Перед применением по назначению их очищают от пыли, проверяют исправность, отсутствие внешних повреждений и срок годности по штампу испытаний [38].

12.6. Безопасное производство работ в действующих электроустановках

Работы, выполняемые в действующих электроустановках, подразделяются на 3 категории:

- со снятием напряжения с токоведущих частей;
- без снятия напряжения с токоведущих частей и вблизи них;
- без снятия напряжения вдали от токоведущих частей.

Работы со снятием напряжения – это такие работы, которые выполняются на полностью отключенном оборудовании, и исключается слу-

чайное прикосновение к токоведущим частям соседнего электрооборудования, находящегося под напряжением.

Работы без снятия напряжения с токоведущих частей и вблизи них – это такие работы, которые выполняются непосредственно на них, или когда токоведущие части находятся на расстоянии, менее указанного в ПТЭ и ПТБ. Эти работы производятся с соблюдением мер предосторожности. В электроустановках напряжением выше 1000 В применяются средства электрозащиты, соответствующие условиям работы. При этом приближение человека к токоведущим частям допускается на расстояние, определяемое длиной изолирующей части средств защиты. В установках до 1000 В работы можно выполнять инструментом с изолирующими рукоятками, а при его отсутствии – в диэлектрических перчатках. Токоведущие части, находящиеся под напряжением, расположенные вблизи рабочего места, должны быть огорожены. В шахтах, опасных по газу и пыли, работы без снятия напряжения могут проводиться только в искробезопасных цепях.

К работам без снятия напряжения вдали от токоведущих частей относятся такие, при которых люди не могут случайно приблизиться на расстояние, определенное ПТЭ и ПТБ, и не требуется дополнительных мер по предотвращению такого приближения.

Работы в электроустановках выполняются по наряду, распоряжению или в порядке текущей эксплуатации. Они должны производиться с соблюдением организационных и технических мероприятий, выполнение которых направлено на предотвращение взрыва, пожара, поражения и травмирования людей.

К организационным мероприятиям относится: оформление работы нарядом, распоряжением или перечнем работ в процессе текущей эксплуатации; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерывов и окончания работ.

Работы в электроустановках напряжением до и выше 1000 В, как правило, должны выполняться *не менее чем 2-мя лицами по наряду*, в котором дается задание на производство работ. Оформляется наряд в двух экземплярах и регистрируется в специальном журнале. Один наряд находится у производителя работ, а другой – в папке выданных нарядов.

По устному распоряжению выполняются внеплановые и аварийные работы, имеющие разовый характер. Распоряжения выдаются лицами, назначенными приказом по предприятию с записью в оперативном журнале, который хранится у горного диспетчера. В журнале указывается электроустановка, ее состояние, объемы работ, меры, обеспечивающие безопасность работ, а также фамилия и квалификация лиц, выполняющих работу.

Работы в порядке текущей эксплуатации выполняются самостоятельно персоналом на закрепленном участке в течение всей рабочей смены. Перечень работ на поверхности устанавливает лицо, ответственное за электрохозяйство, а в подземных условиях определяется отраслевыми ПБ. В эти работы входят: присоединение и отсоединение кабелей, замена

съемных блоков силового оборудования и аппаратуры управления, зачистка и подтяжка контактов и др.

Работы в порядке текущей эксплуатации в журнале не регистрируются, но при этом ставится в известность лицо технического надзора участка о предполагаемых работах. При производстве работ в тупиковых выработках диспетчеру докладывается о времени начала и окончания работ.

Организация и технология выполнения работ в подземных электроустановках, проводимых в праздничные и выходные дни, должны быть увязаны со всем комплексом работ по проветриванию, борьбе с внезапными выбросами, водоотливу, подъему и др. Эти работы должны выполняться в соответствии с приказом по шахте с соблюдением мероприятий, утвержденных техническим руководителем.

Бригада к производству работ может быть допущена после выполнения необходимых отключений и всех организационно-технических мероприятий согласно наряду или распоряжению. Проверку готовности установки к выполнению работы осуществляют *ответственный руководитель или производитель работ совместно с допускающим*.

После полного окончания работ, приведения электроустановки в безопасное состояние и рабочего места в порядок, бригада выводится и оформляется закрытие наряда подписями производителя и ответственного руководителя работ. Напряжение на электроустановку может быть подано только после закрытия наряда.

Перед началом работ в электроустановке со снятием напряжения необходимо:

- снять напряжение с токоведущих частей;
- принять меры, исключающие ошибочную подачу напряжения к месту работы;
- проверить отсутствие напряжения на отключенных для работы частях электрооборудования;
- наложить переносное заземление;
- вывесить предупреждающие предписывающие плакаты.

Снятие напряжения производится не менее чем двумя последовательно соединенными устройствами, одно из которых имеет привод с ручным управлением. Их приводы в отключенном состоянии должны быть замкнуты или заблокированы. Видимый разрыв может быть обеспечен разъединителями или полным разъединением электрического соединения, снятием шин, отсоединением и извлечением кабеля вводного устройства. Проверка отсутствия напряжения во взрывозащищенном электрооборудовании осуществляется 2 раза: предварительно – до вскрытия оболочки и повторно – после вскрытия. Предварительную проверку проводят визуально по положению рукоятки привода аппаратов, показаниям приборов и состоянию сигнальных и осветительных ламп, т.е. по вспомогательным признакам отсутствия напряжения. Повторную проверку отсутствия напряже-

ния производят указателем напряжения. Перед проверкой необходимо убедиться в исправности указателя напряжения.

Заземление токоведущих частей позволяет защитить работающего от поражения электрическим током при случайной подаче напряжения к месту работы. Заземление накладывают сразу после проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях всех фаз. Переносные заземления вначале присоединяют к земле, а затем к токоведущим частям. Наложение заземления выполняют в диэлектрических перчатках, а в установках выше 1000 В – с применением изолирующих штанг. В установках выше 1000 В включать заземляющие ножи разрешается одному лицу с квалификационной группой не ниже IV, накладывать переносные заземления должны 2 лица с группами допуска не ниже III.

В шахтах, опасных по газу, до и при выполнении работ в электроустановках производитель работ должен осуществлять контроль концентрации метана переносным прибором. В выработках с высокой вероятностью загазирования должны применяться переносные постоянно действующие приборы со звуковой или световой сигнализацией при опасных концентрациях газа.

Автоматические приборы должны устанавливаться в местах производства работ у кровли выработки так, чтобы воздушный поток подходил со стороны противоположной лицевой панели прибора. Выполнять работы по монтажу и ремонту электрооборудования можно, если содержание метана не превышает допустимых по ПБ норм.

Электромонтажному персоналу запрещается выполнять любые работы, относящиеся к эксплуатации электроустановок.

При производстве электромонтажных работ несколькими организациями генеральный подрядчик совместно с субподрядчиками составляет график совмещенных работ в монтажных зонах. Наряд на производство таких работ подписывается представителями эксплуатирующей и монтажной организаций. Все монтажные работы выполняются, как правило, при снятом напряжении. Работы без снятия напряжения с токоведущих частей, вблизи них и вдали от них могут проводиться только под надзором наблюдающего от эксплуатирующего предприятия. Монтажная зона должна быть оборудована так, чтобы исключалось падение и травмирование людей. Временную проводку в монтажной зоне выполняют изолированными проводами, надежно подвешиваемыми на высоте не менее: 2,5 м – над рабочим местом, 3,5 м – над проходами и 6 м – над проездами.

Электроинструмент, используемый при монтаже, должен быть исправен. При необходимости должны использоваться защитные очки. В помещениях без повышенной опасности и с повышенной опасностью применяется инструмент с $U=220$ В, в помещениях особоопасных – $U=42$ В. Вне помещения инструменты должны применяться только в сухую погоду.

При использовании инструмента его визуально осматривают, изоляцию измеряют ежемесячно, а испытание повышенным напряжением проводят ежегодно.

Пневмоинструмент подключают к трубопроводу сжатого воздуха гибким шлангом. Подавать воздух открытием вентиля можно, если инструмент установлен в рабочее положение.

При применении электро- и пневмоинструмента нельзя работать с приставных лестниц, производить ремонт и браться руками за рабочую часть, натягивать и перегибать кабели и шланги во время работы [41].

12.7. Поражение электрическим током. Первая помощь при поражении электрическим током

Различают два вида электропоражения – *электрический удар*, когда ток поражает внутренние органы, вызывая в ряде случаев паралич нервной системы, прекращение кровообращения и дыхания, и *электрическую травму*, когда под действием электрического тока (дуги) возникают ожоги кожи и различных органов.

Основными факторами, влияющими на исход поражения, является *величина тока и время его прохождения, а также путь тока в теле*. Наиболее опасными являются пути «рука – рука» или «рука – ноги», так как при этих случаях ток проходит через область грудной клетки, поражая органы дыхания и сердце.

Величина поражающего тока пропорциональна приложенному к телу напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению тела человека, которое может быть различным в зависимости от состояния кожи (влажности) площади контакта с токоведущей частью.

Обычно человек начинает ощущать раздражающее действие переменного тока промышленной частоты при величине 1-1,5 мА и постоянного тока 5-7 мА. Эти токи называются пороговыми или ощутимыми.

При переменных токах 5-10 мА раздражающее действие токов становится более сильным, появляется боль в мышцах, судороги. При токах 10-15 мА боль становится непереносимой, а судороги сильнее, при этом человек не может освободиться сам от действия тока, поэтому переменные токи 10-15 мА и выше и постоянные 50-80 мА и выше называются не отпускающими токами.

Переменный ток промышленной частоты величиной 25 мА и выше и постоянный ток 300 мА за короткое время 1-2 с поражает сердечную мышцу и называется фибрилляционным.

Вследствие воздействия фибрилляционных токов возникает клиническая смерть, при этом пострадавшему необходимо оказать первую доврачебную помощь в виде искусственного дыхания, предварительно освободив пострадавшего от действия электрического тока. Освобождение пострадавшего от действия электрического тока, возможно, несколькими способами: *отключением электроустановки; оттаскиванием за сухую одежду; отбрасыванием токоведущих проводов сухой деревянной доской; оттаскивание пострада-*

давшего про помощи сухой доски; перерубанием проводов, кабелей напряжением до выше 1000 В (на открытых горных работах).

Перед началом искусственного дыхания необходимо: уложить пострадавшего, освободить от стесняющей его одежды (растягнуть ворот, освободить пояс, лиф и т.д.); раскрыть рот пострадавшего, если он был судорожно сжат; освободить рот пострадавшего от посторонних предметов (вынуть зубные протезы).

Способы искусственного дыхания «рот в рот», «рот в нос».

Пострадавший лежит на спине, под лопатками валик из одежды, голова запрокинута назад, для чего подкладывают одну руку под шею, другой надавливают на темя. Если во рту есть слизь, то ее удаляют платком или краем рубахи, натянутым на указательный палец. После чего приступают к вдуванию воздуха в рот. Оказывающий помощь делает глубокий вдох, плотно (через марлю или платок) прижимает свой рот ко рту пострадавшего и с силой вдувает воздух. Во время вдувания следует пальцами закрыть нос пострадавшего. При невозможности плотно закрыть нос пострадавшего следует вдувать воздух через нос, закрывая при этом рот.

Вдувание воздуха производят каждые 5-6 с, что соответствует частоте дыхания 10-12 раз/мин. После каждого вдувания освобождается рот и нос пострадавшего для пассивного выдоха воздуха из легких.

При отсутствии пульса следует продолжить искусственное дыхание и одновременно приступать к проведению наружного массажа сердца. Для этого, нижнюю часть грудины пострадавшего, продавливать ритмично (60-80 раз в минуту) на 3-4 см двумя руками, сложенными ладонями вниз.

Очень важно сочетать искусственное дыхание с массажем сердца. Через каждые четыре сжатия грудной клетки следует один раз вдувать воздух в тот момент, когда клетка расширяется. Таким образом, на 60 сжатий в течение 1 минуты приходится 14-15 вдуваний воздуха в легкие [15; 41].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение электроустановкам.
2. Приведите классификацию электроустановок.
3. Дайте определение электропомещению.
4. Приведите классификацию электропомещений по характеру окружающей среды.
5. Приведите классификацию электроустановок по конструкции и исполнению.
6. Назовите уровни взрывозащиты электрооборудования.
7. Объясните, как осуществляется контроль состояния электрооборудования.

8. Кто проводит проверку и ревизию взрывозащищенного электрооборудования?

9. Назовите нормируемое сопротивление изоляции электродвигателя и коммутационных аппаратов, имеющих взрывобезопасное исполнение.

10. При помощи какого прибора можно судить о сопротивлении изоляции электрической сети?

11. При проведении ППР в центральных подземных подстанциях, какие проверки и ревизии выполняют?

12. Приведите группы электротехнического персонала в зависимости от вида выполняемых работ.

13. Какие требования предъявляются электротехническому персоналу?

14. Назовите группы допуска персонала по электробезопасности.

15. Какой персонал, согласно ПТБ, является ответственным за безопасность работ?

16. Назовите основные и вспомогательные защитные средства напряжением выше 1000 В, применяемые при работе в электроустановках.

17. Назовите основные и вспомогательные защитные средства напряжением ниже 1000 В, применяемые при работе в электроустановках.

18. На какие категории делятся работы, выполняемые в действующих электроустановках?

19. По каким документам выполняются работы в электроустановках?

20. Когда работы в электроустановках выполняются по устному распоряжению?

21. Назовите порядок выполнения работ в электроустановках, находящихся под напряжением в соответствии с правилами безопасности.

22. Назовите факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.

23. Какие виды поражения электрическим током вы знаете?

24. Назовите параметры раздражающего действия тока.

25. Назовите параметры неотпускающего тока.

26. Назовите параметры фибрилляционного тока.

27. В каком порядке проводится освобождение человека от воздействия электрического тока?

28. В чем заключается помощь пострадавшему от электрического тока?

Глава 13. МОНТАЖ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

13.1. Монтаж электрических машин

По способу установки применяемые электродвигатели могут быть разделены на 2 группы. К первой относятся электродвигатели стационарных установок, имеющие сравнительно большую мощность. Такие двигатели, как правило, устанавливаются на рамах и плитах фундаментов. Ко 2-й группе относятся электродвигатели, которые являются составной частью общей конструкции машины или механизма. Они встраиваются в машины либо устанавливаются на общей раме с редуктором, либо имеют фланцевое соединение с машиной. В качестве общего основания применяют металлические постели, рамы, салазки, которые изготавливаются и комплектуются заводами-изготовителями.

Перед монтажом выполняют ревизию электрических машин без разборки. Внешним осмотром убеждаются в целостности и исправности корпуса, крышек, вводного устройства, контактных выводов, щеточных механизмов, коллекторов, монтажных колец, проверяют состояние смазки подшипников, наличие заземляющих устройств и крепежных элементов. Проверяют свободный ход и отсутствие задевания крышек лопастями вентиляторов. Во взрывозащищенных электродвигателях кроме этого проверяют плотность прилегания сопрягаемых деталей взрывонепроницаемых оболочек, параметры которых должны удовлетворять требованиям инструкции; наличие знака взрывозащиты и средств уплотнения. После осмотра измеряют сопротивление изоляции, значение которой нормируется инструкцией. При обнаружении дефектов производят ремонт машины.

Сушка. В том случае, если сопротивление изоляции электрических машин будет ниже требуемого уровня, производится ее сушка следующими способами:

внешним нагревом для сильно отсыревших машин, в которых не допускается пропускание тока по обмоткам (рис. 13.1, а);

методом потерь на вихревые токи в статоре для сушки машин малой и средней мощности. Намагничивающую обмотку из изолированных проводов наматывают на статор (I) или по наружной поверхности машины (II). Станина нагревается вследствие создания вихревых токов (рис. 13.1, б);

посторонним источником постоянного или однофазного переменного тока для сушки обмоток статоров и роторов машин переменного тока (рис. 13.1, в);

трехфазным током в режиме короткого замыкания (к.з.) для сушки асинхронных двигателей напряжением выше 1000 В (рис. 13.1, г). Статор подключается к сети трехфазного тока пониженного напряжения и прогревается током короткого замыкания в его обмотке. Ротор должен быть заторможен. Его нагрев осуществляется за счет индукционных потерь в стали. Соотношение напряжений и токов в долях от номинального рекомен-

дуются принимать равными: $0,5 I_{ном} - (0,08-0,1)U_{ном}$; $0,7 I_{ном} - (0,1-0,15)U_{ном}$; $I_{ном} - (0,15-0,2)U_{ном}$; лампами накаливания (инфракрасными лучами) мощностью 250 – 500 Вт. Лампы должны располагаться на расстоянии 20-40 см от изоляции обмоток.

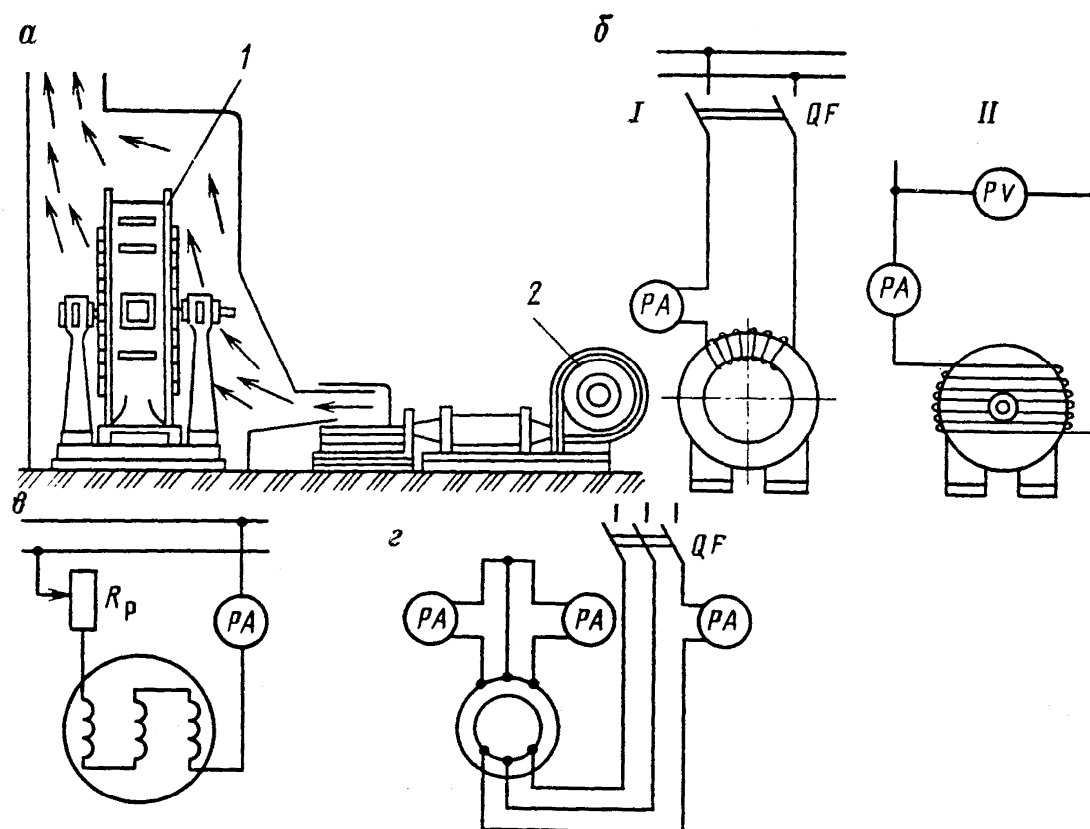


Рис. 13.1. Способы сушки машин:

а – внешним нагревом теплым воздухом; б – методом потерь на вихревые токи;
в – посторонним источником тока; г – методом короткого замыкания

Во всех схемах необходимо предусматривать защиту от токов короткого замыкания.

При всех методах сушки должна быть обеспечена вентиляция электродвигателей для удаления выделившейся влаги. В течение всего времени сушки следует контролировать температуру электродвигателей при помощи термометров или термопар, устанавливаемых на лобных частях обмоток. Температуру нагрева поднимают постепенно, что предотвращает повреждение изоляции, возможное при быстром нагреве. Максимальная температура нагрева должна соответствовать заводским указаниям. Сушка заканчивается, когда при установившейся температуре сопротивление изоляции и коэффициент абсорбции обмоток соответствуют норме и не изменяются в течение 6-7 часов.

Предмонтажная подготовка. Перед монтажом рекомендуется провести следующие подготовительные работы: подобрать и проверить наличие и готовность к работе подъемно-транспортных средств в зоне монтажа

(лебедок, талей, блоков, домкратов и др.); подобрать комплект механизмов, приспособлений; монтажных клиньев и подкладок или клиновых домкратов и винтовых устройств для монтажа фундаментных плит; выбрать способ нагрева полумуфт и подготовить их к нагреву; выверить посадочные размеры валов и ступиц полумуфт; произвести насадку полумуфт на валы машин.

Работы по монтажу предусматривают установку фундаментных плит, рам и электродвигателей; соединение машины и электродвигателя; подключение электродвигателя к сети и пробный пуск. Монтаж всех электрических машин, входящих в комплект технологических установок, выполняет организация, имеющая лицензию на монтаж технологического оборудования.

Соединение валов механизма и электродвигателя. Соединение электродвигателя с рабочим механизмом выполняют непосредственно при помощи муфт или через передачу. Валы электродвигателей и машин соединяют при помощи следующих типов муфт: втулочно-пальцевых, зубчатых, пружинных (переменной жесткости), жестких фланцев. Насадку муфты на валы производят на заводах. Для крупных машин предусматривается горячая посадка полумуфт. Соединение валов электродвигателя и машины выполняют также с помощью гидромуфт и муфт скольжения. В гидромуфте крутящий момент от электродвигателя к рабочему органу передается при помощи жидкости. Применение гидромуфт обеспечивает: ограничение передаваемого момента и согласованную работу при эксплуатации 2-х и более электродвигателей, улучшение пусковых и тяговых характеристик.

Центровка валов – одна из наиболее сложных и ответственных операций при сочленении электродвигателя с машиной. Для надежной работы установки необходимо, чтобы ось одного вала являлась продолжением другого. Поскольку это трудно, то возможна некоторая несоосность. Величина допускаемой несоосности зависит от частоты вращения, конструкции сочленяемых муфт и типа подшипников.

Как правило, центровку проводят в два этапа: *предварительная* (грубая), выполняемая с помощью линейки и клинового щупа, и *окончательная*, осуществляемая при помощи центровочных скоб или индикаторов.

При монтаже электродвигателей с зубчатым зацеплением должна обеспечиваться параллельность валов, точность их установки, межцентровое расстояние и правильность зацепления шестерен. При правильном монтаже зубья шестерен не должны зажиматься в зубчатом колесе. Правильность зацепления проверяют по отпечаткам краски, по которым определяют размеры контактного пятна по формулам.

Машины с зубчатым зацеплением, как правило, изготавливают с фланцевым соединением электродвигателя, что значительно уменьшает биение при посадке шестерни на вал. Нарушение центровки приводит к допустимым вибрациям, чрезмерному шуму, что затрудняет эксплуатацию и может привести к разрушению.

Машины малой и средней мощности устанавливаются на общих плитах с приводными механизмами, а двигатели большой мощности – на собственных фундаментах.

Электродвигатели передвижных машин, как правило, устанавливают на одном основании с машиной или механизмом. Монтаж электродвигателей на таких установках часто выполняют на заводах-изготовителях или на поверхности шахты. На месте установки электродвигатель монтируют после монтажа соответствующих частей машины. Двигатели скребковых конвейеров крепят к фланцам редуктора с помощью болтового соединения. Двигатель с редуктором конвейера соединяют посредством гидромуфты. При этом соосность свободных концов между валом электродвигателя и редуктора обеспечивают специальными кольцевыми заточками на фланцах электродвигателя, приставки и редуктора. Электродвигатели очистных комбайнов являются их составной частью. Порядок монтажа таких электродвигателей определяется инструкцией по монтажу комбайна. Перед установкой электродвигателей проверяют наличие смазки в подшипниках и состояние изоляции обмоток, которые должны соответствовать заводским инструкциям.

Подготовленные к монтажу электродвигатели устанавливают на машину, сопрягают с ней и подключают к коммутационному аппарату [13].

13.2. Испытание электрических машин

Пробный пуск и включение электрических машин. Пробный пуск допускается при условии положительных испытаний машины, выполненных в соответствии с ПУЭ. Перед пуском электродвигателя осматривают место установки, доступные внутренние части и подводящие кабели; проверяют качество монтажных работ, надежность болтовых соединений, соответствие напряжения сети напряжению электродвигателя, подачу смазки в подшипники; измеряют сопротивление изоляции; по возможности проворачивают ротор вручную. После этого осуществляют пробный пуск машины кратковременной подачей напряжения. Если двигатель вращается в правильном направлении и не обнаружено задеваний, то его пускают на более длительное время на холостом ходу. При этом проверяют прочность крепления машины, отсутствие перекосов, легкость хода и др.

После опробования на холостом ходу машину ставят под нагрузку. При работе на холостом ходу и под нагрузкой наблюдают за температурой нагрева подшипников и вибрацией машины и отдельных ее частей, также напряжением и потребляемым током. После остановки машины проверяют нагрев обмоток и клеммных соединений. Температура подшипников скольжения должна быть не выше 80°C, а подшипников качения – 95°C. Амплитуда вибрации не должна превышать величины, указанной заводом-изготовителем.

При отклонении от приведенных показателей выясняют неисправность и устраняют ее.

13.3. Особенности монтажа электрических машин в горных выработках

Перед монтажом электродвигателя в шахте, его необходимо тщательно осмотреть, при помощи мегомметра проверить сопротивление изоляции между фазами и между фазами и корпусом. Для проверки изоляции электродвигателей с рабочим напряжением обмоток 380/660 В рекомендуется пользоваться мегомметром на напряжение 1 кВ. Измеренное сопротивление изоляции между корпусом и обмоткой электродвигателя должно быть не менее 1,5 МОм.

При осмотре электродвигателя необходимо проверить целостность и исправность корпуса, крышек, вводного устройства, наличие заземляющего болта.

При осмотре взрывобезопасных электродвигателей необходимо проверить наличие на корпусе знака взрывобезопасности.

После окончания всех операций по монтажу двигатель подключается к сети. При подключении кабеля, разделка концов его и зачистка изоляции производится на длину, необходимую для зажима под корончатую шайбу. Для подключения кабеля, его следует продеть через отверстие в муфте, резиновую прокладку и раструб корпуса выводной коробки.

Скрутив предварительно жилу, чтобы от нее не отделялись отдельные проволоки, следует заложить оголенный конец жилы между корончатыми шайбами и надежно зажать гайкой. Одновременно к зажиму, установленному на корпусе коробки двигателя, присоединяется заземляющая жила. После подключения вводную коробку тщательно очищают от пыли, устанавливают на место уплотняющее кольцо, зажимают его муфтой. От выдергивания кабель закрепляется металлической пластинкой, привинчиваемой к муфте.

Перед включением электродвигателя проверяют затяжку болтов, зазоры между стыкующимися деталями, убеждаются в исправности блокирующих устройств. В газовых шахтах замеряют содержание метана в рудничной атмосфере и производят пробное включение электродвигателя. Если не будет обнаружено неисправностей, то двигатель включают под нагрузку [13; 26].

Вопросы для самоконтроля

1. В каком порядке производят монтаж электрических машин?
2. Назовите способы сушки электрических машин.
3. Что входит в предмонтажную подготовку электрических машин?
4. Расскажите о соединении валов механизма и электродвигателя.
5. Каков порядок центровки валов?
6. Расскажите об испытании электрических машин.
7. Приведите порядок монтажа электрических машин в горных выработках.

Глава 14. МОНТАЖ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Условия доставки, монтажа и эксплуатации электрооборудования в подземных горных выработках более опасные и трудоемкие, чем на поверхности. Это объясняется тем, что в выработках могут образовываться взрывобезопасные концентрации взрывчатых газов или пыли.

Ограниченное пространство монтажных зон затрудняет взаимодействие монтажников и применение ими средств механизации. Наличие пыли, влаги, плохая освещенность снижают качество монтажа.

Тяжелые условия работы электрооборудования, применяемого в подземных выработках, обусловили необходимость применения в них специального рудничного электрооборудования, заключенного в оболочку, обеспечивающую электро- и пожаробезопасность, высокую степень защиты от внешних воздействий агрессивной рудничной среды, проникновения внутрь воды и пыли.

Поскольку электрооборудование, как правило, является составной частью технологического оборудования, монтаж его ведется совместно. При ревизии электрооборудования особое внимание уделяется проверке состояния изоляции, контактных соединений, движущихся частей, обеспечении взрывобезопасности, функционированию схем управления, защит и т.д.

Проверка изоляции предусматривает измерение сопротивления и определения механических повреждений. Если сопротивление изоляции окажется ниже нормируемого, производят сушку электрооборудования, на поверхности шахты.

В рудничном электрооборудовании применяют большое число разборных контактных соединений, выполняемых болтами, винтами и т.д. Переходное сопротивление этих контактов зависит от качества их соединения. При недостаточном их сжатии возможен чрезмерный нагрев, что может привести к отказу электрооборудования и к воспламенению взрывоопасной смеси или пожару. При проверке контактных соединений производится внешний осмотр и подтягивание болтов, винтов, гаек. В размыкаемых контактах коммутационных аппаратов и реле должна быть обеспечена одновременность их замыкания, требуемое нажатие, максимальная площадь прилегания (не менее 75% площади контакта).

В движущихся частях проверяют мягкость и плавность хода, отсутствие перекосов, затираний, задержек в промежуточных положениях, наличие и качество смазки.

У взрывозащищенной оболочки проверяют отсутствие трещин, отверстий, вмятин, неисправностей смотровых окон и др. Поверхности оболочек должны иметь надежное антикоррозионное покрытие. Проверяется состояние взрывонепроницаемого соединения между частями оболочки. Поверхность таких соединений не должна иметь вмятин, раковин, царапин, слоев коррозии. Эластичные прокладки должны быть равномерно

уложены в пазы, и не иметь разрывов и смятий. Ширина (зазор) S (рис. 14.1) взрывонепроницаемой щели при нормальной стяжке должна соответствовать приводимой в инструкции по эксплуатации. Зазор контролируют с помощью щупа (3) толщиной на 0,5 мм больше допустимого зазора. Он не должен входить в проверяемую щель.

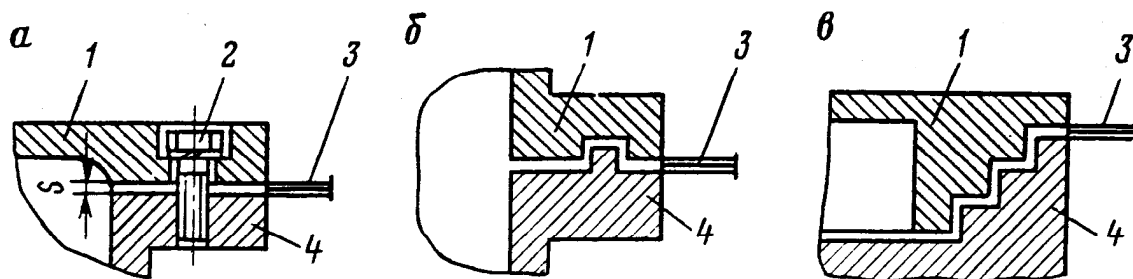


Рис. 14.1. Схема контроля ширины взрывонепроницаемой щели:
а – плоские фланцы; б – лабиринтные фланцы; в – ступенчатые фланцы;
1 – крышка; 2 – болт; 3 – щуп; 4 – оболочка электрооборудования

Искробезопасность электрооборудования проверяют по отсутствию повреждений на элементах: целостностью оболочек залитых компаундом, исправность перегородок.

Электрооборудование повышенной надежности против взрыва проверяют путем утечки по поверхности изоляционных деталей и воздушные зазоры между токоведущими частями разного потенциала. Осуществляют проверку и испытание защит и блокировок. После проведения ревизий и испытаний проверяют функционирование электрооборудования в целом, а также отдельных его узлов схем управления и защит.

Монтажные работы выполняются с соблюдением мероприятий, обеспечивающих безопасность работ. В шахтах, опасных по газу и пыли, в местах выполнения работ, контролируют концентрацию метана переносными приборами.

Монтаж рудничного взрывозащищенного оборудования предусматривает: правильное его размещение и установку, присоединение и отсоединение входящих и отходящих силовых кабелей.

Смонтированная электроустановка принимается специальной комиссией. Она проверяет правильность монтажа; правильность установки с соблюдением необходимых зазоров, обеспечивающих безопасность обслуживания, прохода людей и движения транспортных средств. Принятое в эксплуатацию электрооборудование должно быть опломбировано.

14.1. Монтаж комплектных распределительных устройств (КРУ)

В комплектации центральных подземных подстанций (ЦПП), распределительных пунктов (РП) и включения отдельных потребителей при-

меняют взрывозащитные комплектные распределительные устройства РВД-6М с масляным выключателем и КРУВ-6 с воздушным электромагнитным. Поскольку КРУ типа РВД-6М имеют масляное заполнение, их установка допускается только в специальных камерах, закрепленных огнестойкой крепью. Шкафы КРУВ-6, как правило, также устанавливаются в камерах. Однако, учитывая более высокий уровень взрыво- и пожароопасности, их могут устанавливать в уширении горных выработок, если их не более трех.

При монтаже КРУ в ЦПП и РП они устанавливаются на бетонном фундаменте толщиной 50-100 мм, швеллеры или двутавры, прокладываемые и закрепляемые вдоль выработки. Одиночные КРУВ-6 в уширении выработки можно устанавливать на любом основании, в том числе и на почве выработки. КРУ следует устанавливать в вертикальном положении и надежно закреплять, чтобы исключить возможность их сдвига. Для удобства обслуживания и доступа к аппаратуре необходимо между стенками камеры и КРУ обеспечить необходимое, согласно ПБ, расстояние. Рекомендуемые расстояния между стенками камер и корпусами при групповом монтаже КРУВ-6 приведены на рис.14.2. При необходимости обслуживания КРУ со стороны стен камеры должны оставаться монтажные проходы шириной не менее 0,5 м.

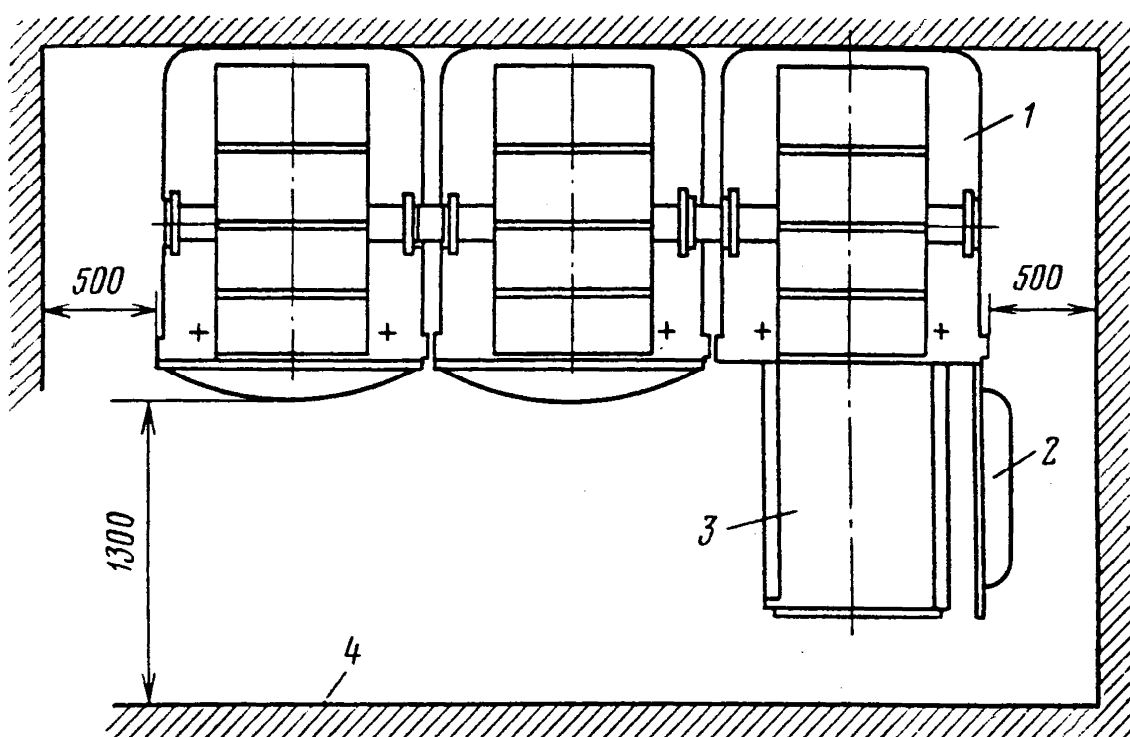


Рис. 14.2. План установки КРУ в камере:
1 – корпус КРУ; 2 – крышка; 3 – выемная часть; 4 – стена камеры

Комплектуемые в групповое распределительное устройство КРУ могут соединяться с помощью кабельных перемычек не жестко или жестко. Для жесткой комплектации применяют специальные соединительные муфты, обеспечивающие после монтажа сохранение взрывобезопасности устройств. Монтаж сборных шин выполняют специально поставляемыми с ними шинами.

Присоединение силовых цепей может осуществляться посредством бронированных кабелей с бумажной изоляцией или кабелей марки ЭВТ через кабельные вводы. Заделки кабельных вводов заливают кабельной массой или эпоксидным компаундом и выполняют сухую разделку в соответствии с ПТЭУ. Жилы кабеля в приемной коробке разводят так, чтобы они не касались друг друга и стенок корпуса. Расстояние по воздуху от жилы кабеля до стенки должно быть не менее 60 мм.

Цепи вторичной коммутации присоединяют контрольными кабелями через соответствующие коробки цепей вторичной коммутации. Для дистанционного управления КРУ предусмотрена возможность подключения пульта, который целесообразно установить в месте расположения потребителя. Напряжение на КРУ подается после полного окончания монтажа и выполнения наладки и испытаний. Перед включением КРУ производят проверку работоспособности блокировочного реле утечки и максимальной токовой защиты косвенным методом, а также подключаемых к КРУ внешних защит. Затем производят 2-3 включения – отключения [13; 26].

14.2. Монтаж силовых трансформаторов и передвижных трансформаторных подстанций

Для питания приемников электроэнергии в шахтах применяют взрывобезопасные силовые трансформаторы типа ТСВ и передвижные комплектные трансформаторные подстанции (КТП) типа ТСВП. Силовые трансформаторы целесообразно устанавливать в камерах ЦПП и РП, а также там, где установлено электрооборудование стационарной установки.

Место установки передвижных КТП для участков определяют в каждом конкретном случае в зависимости от применяемой системы разработки, типа крепи и состояния выработок, организации работ, транспортных средств и т.д. Наиболее распространенные варианты установки КТП приведены на рис. 14.3: а – при двухпутном движении транспорта на отрезке порожнякового пути со съездами с обеих сторон подстанции; б – при однопутном движении в тупиковом заезде, являющимся продолжением разминовки; в – в нише. Подстанция может также устанавливаться в уширении выработки. Рельсовый путь, где установлена КТП, должен быть отсоединен от пути, по которому ведется транспортирование грузов и огражден от него барьерами. Применение таких способов установки требует дополнительных затрат на расширение штрека, укладку рельсов, съездов и др. Поэтому на шахтах КТП часто устанавливают в свободной части штрека на почву или настил, а при применении конвейерного транспорта – над конвейером.

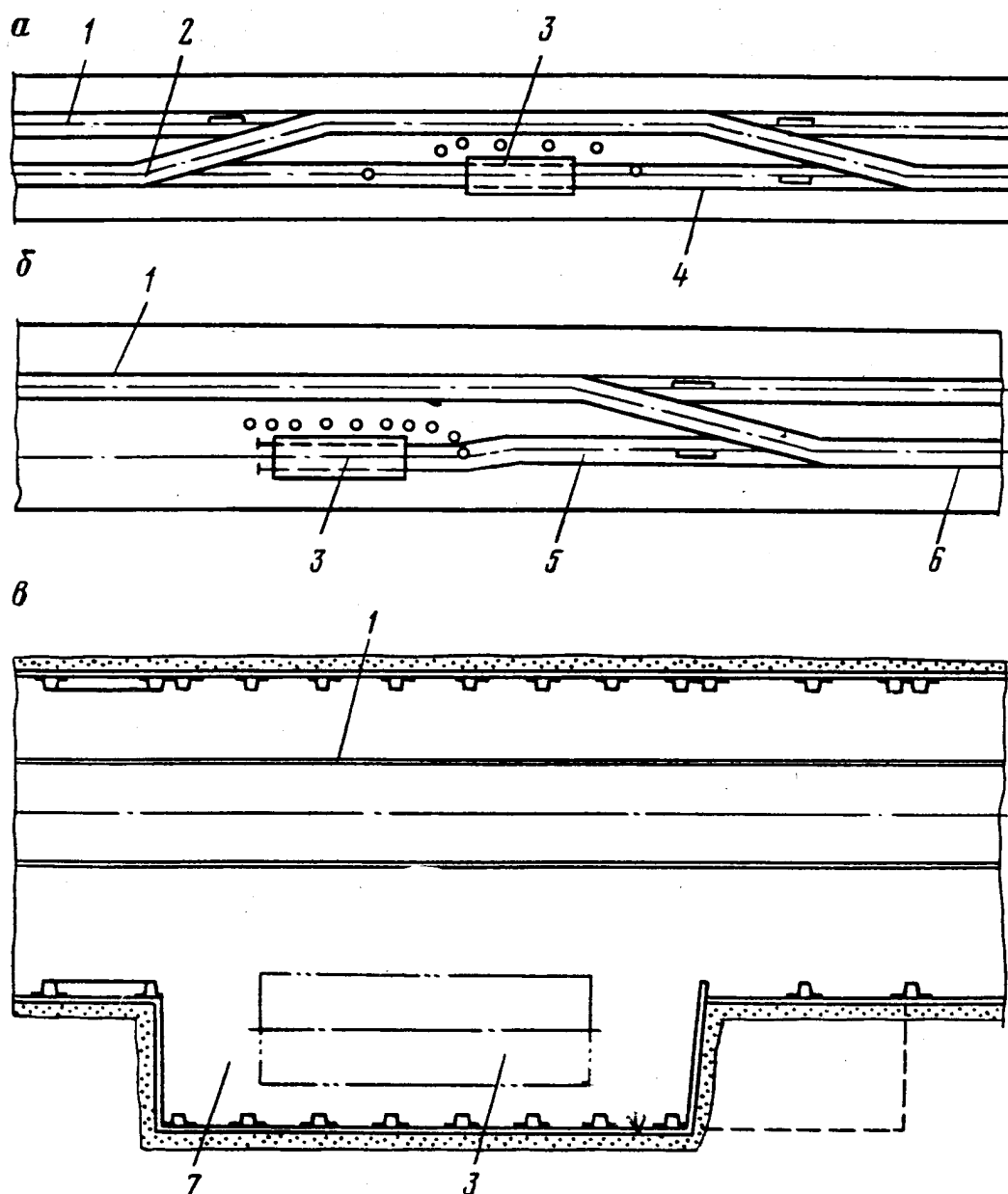


Рис. 14.3. Схемы установки КТП:

- а) – в двухпутевой выработке; б) – в однопутевой в тупике; в) – в нише;
 1 – грузовой путь; 2 – съезд; 3 – подстанция; 4 – порожнячковый путь;
 5 – заезд; 6 – разминковка; 7 – ниша

Подстанцию в этом случае подвешивают к крепи выработки цепями или устанавливают на салазках. При такой установке подстанции необходимо обеспечивать зазор не менее 400 мм между конвейером и днищем подстанции для беспрепятственного транспортирования горной массы, а также между подстанцией и кровлей (не менее 500 мм) для обеспечения осмотра и ремонта подстанций. Такие способы ограничиваются высотой горных выработок и углом наклона, который должен быть не более 6° .

Передвижные подстанции устанавливают так, чтобы не мешать движению транспорта и передвижению людей. Проходы для людей в местах установки КТП должны соответствовать требованиям ПБ. В этих местах

желательно иметь ограждения для исключения возможности соприкосновения с корпусом подстанций. С целью обеспечения эффективного охлаждения подстанции предпочтительна ее установка в местах выработок с интенсивной вентиляцией. После установки к силовому трансформатору или КТП присоединяют кабели силовых и вспомогательных цепей. В цепях питания 127 В не применяется защита от утечек тока, поэтому светильники и другую аппаратуру на это напряжение присоединяют к этим цепям и устанавливают вблизи подстанции с таким расчетом, чтобы длина кабеля для их подключения не превышала 5 м, а их корпуса соединяют с корпусом подстанции медным проводом сечением не менее 10 мм².

Перед подачей напряжения в электрическую сеть измеряют сопротивление ее изоляции. Включение подстанции разрешается при сопротивлении изоляции, в 1,5 раза превышающем уставку срабатывания аппарата защитного отключения и максимальной токовой защиты косвенным методом [4; 5; 7].

14.3. Монтаж распределительных пунктов

Распределение электроэнергии между приемниками осуществляется от распределительных пунктов (РП). В состав этих пунктов входят: автоматические выключатели, станции управления, магнитные пускатели, пусковые и осветительные агрегаты, а также аппаратура управления, автоматизации, сигнализации и защиты. Случаи одиночной установки указанных аппаратов редки, поэтому их монтаж целесообразно рассматривать в составе РП. РП могут устанавливать непосредственно в выработке, в нише, на почве или настиле из негорючих материалов, на специальной металлической конструкции над конвейером и т.п. Качество монтажа значительно повышается, а трудоемкость снижается при укрупненной сборке электрооборудования РП на поверхности на специальных металлических тележках. Установку и закрепление отдельных аппаратов, а также соединение их между собой кабелями производят на поверхности. Монтаж такого РП на месте установки сводится к подключению отходящих кабелей (рис. 14.4).

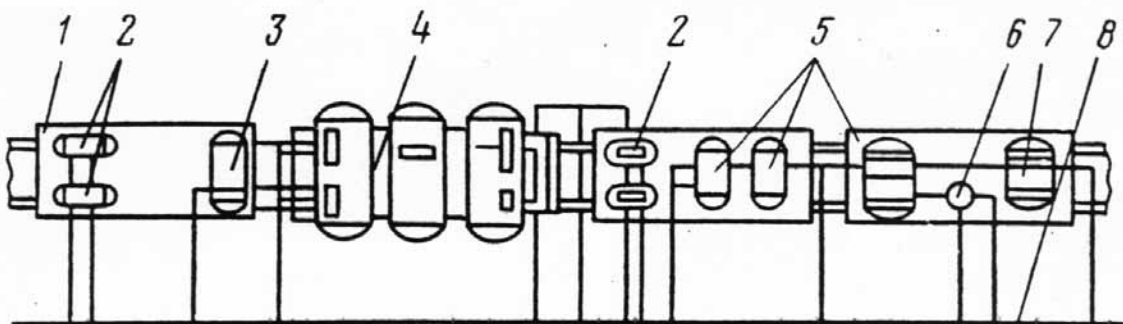


Рис. 14.4. Схема установки аппаратуры РП на тележках:

- 1 – тележка; 2 – аппараты автоматизации; 3 – осветительный агрегат; 4 – станция управления; 5 – магнитные пускатели; 6 – кабельная разветвительная коробка; 7 – автоматический выключатель; 8 – кабели

Требования к установке и монтажу аппаратов РП такие же, как и к установке КРУ и КТП. Отличие состоит в необходимости обеспечения зазора между РП и подвижным составом с учетом открытых крышек аппаратов. Для соединения отдельных аппаратов РП и подключения токоприемников используют гибкие кабели, а для подвода электроэнергии к РП – бронированные и, если расстояние между РП и КТП небольшое (100 – 200 м) – гибкие. Для цепей дистанционного управления могут использоваться вспомогательные жилы силовых кабелей или контрольные кабели.

Кнопочный пост дистанционного управления присоединяют в соответствии с выбранным родом управления. Как правило, кнопочный пост располагают на самих машинах или вблизи них с учетом свободного, удобного и безопасного доступа к нему как во время работы, так и при вспомогательных операциях. Кнопочный пост должен быть защищен от попадания воды, нагрева корпуса машины, механических повреждений и др. вредных факторов. Для управления очистными и проходческими комбайнами рекомендуется применять выносные посты, расположенные на таком расстоянии от машины, с которого оператор в состоянии контролировать их работу.

В смонтированном кнопочном посту не должно быть заеданий подвижных частей валиков управления и толкателя, перекоса и окисления контактов. В отключенном положении должна обеспечиваться надежная фиксация положения кнопки «Стоп».

После окончания монтажа РП выполняют следующие работы: контрольно-технический осмотр; проверка качества монтажа защитного заземления; производство пробного включения электрооборудования и технологических машин, проверка работоспособности и параметров средств защиты. Особое внимание уделяют проверке соответствия уставок максимальной токовой защиты расчетным значениям и ее безотказности. Правильно выбранная уставка должна обеспечивать четкое (без ложного срабатывания) включение электроприемников и надежное отключение токов двухфазного короткого замыкания в наиболее удаленной точке сети. Регулировку величины уставок максимальной токовой защиты производят на поверхности перед спуском аппарата в шахту или в подземных электромашинных камерах с помощью специализированных средств проверки.

14.4. Монтаж аппаратуры газовой защиты

Важным условием предупреждения взрыва является своевременное отключение электрооборудования при достижении опасной концентрации метана в месте его расположения. С этой целью в системе электроснабжения шахт, опасных по газу, предусматривают применение аппаратуры газовой защиты. В состав применяемых в настоящее время комплексов «Метан» входят: стойка приема СПИ-1, аппараты сигнализации АС-5, АС-6,

датчики метана ДМТ-1 с блоком выносным преобразовательным БВП-1, искробезопасная сирена СИ-1, две телефонные трубки.

Комплекс «Метан» производит непрерывное автоматическое измерение содержания метана в атмосфере горных выработок и снятие напряжения при увеличении содержания метана выше допустимого по нормам ПБ, передачу информации о его содержании на стойку приема информации СПИ-1, местную и дистанционную сигнализацию при предельно допустимых концентрациях метана.

Число и место установки датчиков определяют в каждом конкретном случае исходя из положения – электрооборудование должно быть, отключено раньше, чем в рудничной атмосфере, окружающей электрооборудование, содержание метана превысит допустимое значение. Отключающие аппараты при этом должны быть расположены на свежей струе воздуха. Оборудование участков аппаратурой газовой защиты должно осуществляться в соответствии с типовыми схемами и ПБ.

Перед спуском в шахту рекомендуется: провести внешний осмотр, выполнить временный монтаж аппаратуры на поверхности и установить требуемую уставку срабатывания, проверить точность показаний срабатывания датчиков, аппарата сигнализации и стойки посредством подачи к датчику контрольной метано-воздушной смеси. После этого включить аппаратуру на приработку в соответствии с заводской инструкцией.

Стойку приема информации устанавливают в помещении оператора или диспетчера в удобном для наблюдения месте.

Датчики метана размещают в выработках, где правилами безопасности предусмотрен автоматический контроль содержания метана стационарной аппаратурой. На месте установки они крепятся к крепи при помощи цепной подвески в вертикальном положении так, чтобы воздушный поток подходил к датчику со стороны, противоположной лицевой панели, или сбоку.

Аппарат сигнализации устанавливают вблизи электрического оборудования, на который он воздействует, а сирену – в местах наибольшей вероятности нахождения людей (погрузочный и распределительный пункты). Соединение аппаратов должно производиться в том же сочетании, как они прошли опробование на поверхности. Подвод питания к аппарату сигнализации должен осуществляться так, чтобы при отключении напряжения с контролируемого объекта, датчик метана оставался включенным. Соединение искробезопасных цепей аппарата сигнализации с датчиками, стойкой приема информации, сиреной и телефонными трубками выполняют телефонными кабелями, а цепей питания и отключающих катушек – шахтным гибким кабелем [47].

14.5. Монтаж электрооборудования электровозных гаражей и преобразовательных подстанций

Заряд аккумуляторных батарей шахтных электровозов производится в зарядных камерах. Вместе с зарядной камерой, преобразовательной подстанцией и ремонтной мастерской они образуют *электровозное депо*. Преобразовательная подстанция комплектуется выпрямительными зарядными устройствами и магнитными пускателями для их включения. Для заряда аккумуляторных батарей применяют полупроводниковые выпрямители типа ЗУК и УЗА. Аппаратура этих устройств (силовой трансформатор, силовые вентили, аппаратура защиты и управления) смонтирована в металлическом шкафу и имеет уровень защиты РП. Металлический шкаф имеет салазки для транспортирования и установку его на основание. В нижней части шкафа предусмотрен ввод кабелей переменного и постоянного тока.

Для питания зарядных устройств применяют комплектные трансформаторные подстанции типа ТСВП или трансформаторы типа ТСВ соответствующей мощности (рис.14.5).

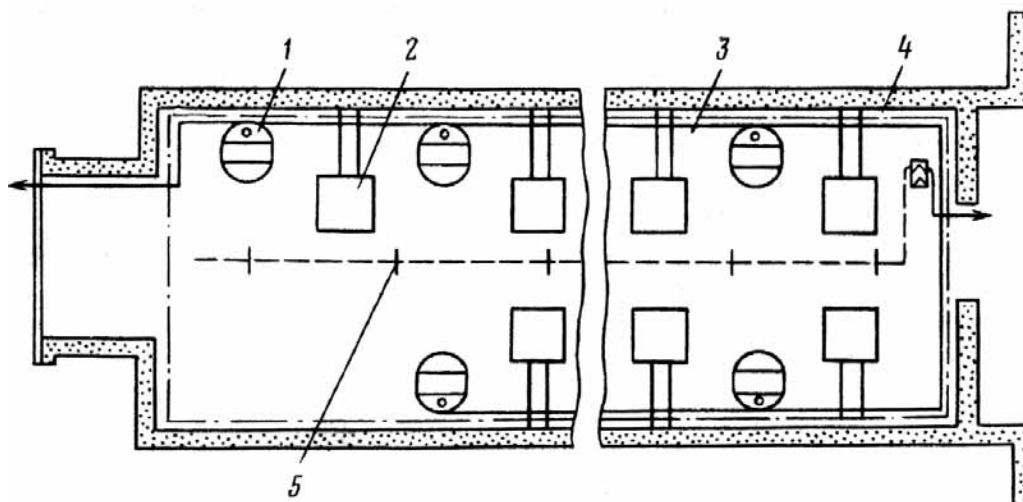


Рис. 14.5. Схема расположения электрооборудования преобразовательной подстанции:
1 – магнитный пускатель; 2 – выпрямительное устройство; 3 – силовой кабель;
4 – контур заземления; 5 – светильник

Аккумуляторные батареи при зарядке устанавливают на зарядные столы (рис.14.6). Они размещаются в камере вдоль рельсового пути. Число зарядных столов определяется числом аккумуляторных батарей. Вблизи зарядных столов устанавливаются шинные коробки типа КВШ-1 и контрольные светильники. Для присоединения шинных коробок к зарядным устройствам используют бронированный кабель. От шинных коробок отходит гибкий кабель, к которому присоединены штепсельные разъемы для подключения батарей. Для механизации работ по установке, переносу и перестановки аккумуляторных батарей, снятия крышек батарейного ящика и других работ в зарядных камерах применяют мостовые краны КЭД и кран балки. В депо, не оборудованных кранами, используют механизиро-

ванные зарядные столы. Для освещения зарядных камер и депо применяют общесетевые светильники.

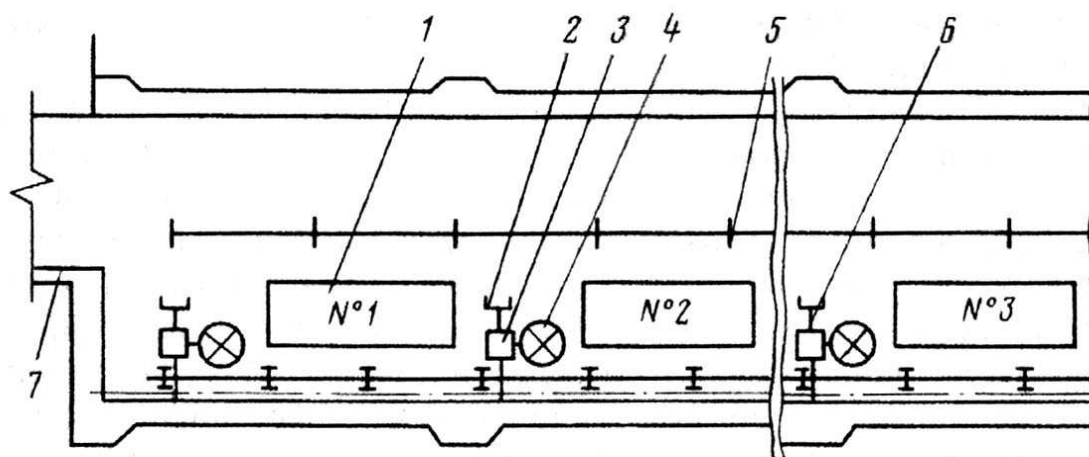


Рис. 14.6. План расположения электрооборудования в зарядной камере:
1 – зарядный стол; 2 – штепсельный разъем; 3 – шинная коробка; 4 – контрольный светильник; 5 – светильник; 6 – гибкий кабель; 7 – бронированный кабель

Шахтные контактные сети питаются от тяговых подстанций. Они состоят из преобразовательного силового трансформатора ТСВ, одного или нескольких преобразовательных агрегатов, работающих параллельно или раздельно, а также защитно-коммутационной аппаратуры и распределительных устройств переменного и постоянного тока.

Тяговую подстанцию чаще всего располагают в центральной подземной подстанции. Она может располагаться в распределительных участковых подстанциях, в отдельных камерах или на поверхности.

К началу монтажа должно быть закончено строительство подземных камер под устанавливаемое оборудование, а также произведена подготовка к производству монтажных работ. При передаче в монтаж электрооборудования проверяют соответствие его проекту и комплектность, отсутствие видимых повреждений и дефектов и др.

Полупроводниковые выпрямительные устройства, тяговые преобразовательные подстанции, пускозащитная аппаратура в камерах выставляется на специально подготовленные монтажные ролики с помощью ручных лебедок или талей. Шинные коробки устанавливают и закрепляют на перфорированных швеллерах на высоте 1,5 м. После установки электрооборудования приступают к присоединению к нему силовых и контрольных кабелей. Смонтированное электрооборудование заземляют. Силовой трансформатор выпрямительного устройства подключают на отпайки, соответствующие типу заряжаемых батарей.

Вопросы для самоконтроля

1. Каков порядок осмотра и испытания взрывобезопасного горного оборудования?
2. Чем обеспечивается взрывобезопасность оболочки электрооборудования?
3. Чем обеспечивается искробезопасность оболочки электрооборудования?
4. В чем различие монтажа КРУ в камере и в выработке?
5. Расскажите о монтаже КТП в выработках.
6. Как правильно провести монтаж участковых распределительных пунктов?
7. В чем особенности монтажа аппаратуры газовой защиты?
8. Условие монтажа оборудования в электровозном депо.
9. Расскажите о монтаже шахтных контактных сетей.

Глава 15. МОНТАЖ АППАРАТУРЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

15.1. Монтаж средств автоматизации на поверхности шахты

Все работы по монтажу средств автоматизации выполняются по проекту.

В поверхностных установках элементы автоматизации располагаются в щитах, панелях, пультах, которые являются связующим звеном между объектом управления и оператором. В помещениях с большой пыленностью и высокой влажностью, возможностью механических повреждений аппаратов и проводов, а также для защиты обслуживающего персонала от прикосновения к токоведущим частям аппаратов применяют щиты шкафного типа. В специально предусмотренных щитовых помещениях устанавливают панельные щиты. Несмотря на большое разнообразие щитов, они собираются из унифицированных элементов. Основой для их построения служит каркас, который устанавливают на опорные рамы. На щитах и пультах монтируют средства контроля и управления технологическими процессами (контрольные приборы; аппаратура управления, автоматического регулирования и защиты; сигнальные устройства). На фасаде размещают мнемосхемы, надписи, поясняющие назначение отдельных панелей, осветительные устройства, указательные приборы и т.д. Конструкция шкафных и панельных щитов предусматривает их установку на полу, фундаменте, перекрытии, над каналом на бетонном основании, а малогабаритные шкафы могут подвешиваться на стенках, колонках и подставках. Вводы электрических и трубных проводов в шкафные щиты, малогабаритные шкафы и пульта выполняют снизу, а в панельные щиты – снизу и сверху. Проводка в щитах выполняется жгутами или в пластмассовых коробках. Жгуты прокладываются горизонтально или вертикально по кратчайшим расстояниям так, чтобы не закрыть доступ к контактным и крепежным устройствам. Расстояние между закрепленными жгутами на прямых участках должно быть не менее 300 мм и 50-55 мм до и после поворота. Переход жгута с неподвижной части на подвижную (раму, дверь, крышку и т.д.) выполняется многопроводными проводами и должен иметь компенсатор, работающий на кручение. При повороте подвижной части жгут проводов не должен касаться элементов щита. Если это требование не выполняется, то он должен быть защищен в местах касания от повреждения.

Щиты и пульта монтируются в диспетчерских или специальных технологических помещениях и наружных установках. В соответствии с требованиями к началу монтажа щитов и пультов должны быть завершены строительные и монтажные работы по установке технологического оборудования, сооружены постоянные сети, подводящие к месту монтажа электроэнергию, сжатый воздух и воду, а также каналы, борозды и ниши для электрических и трубных проводок, фундаменты с закладными частями под щиты и пульта.

При монтаже щитов в технологических помещениях должна поддерживаться температура воздуха не менее 5° С.

По назначению щиты делятся на местные, агрегатные и центральные. На *местных* щитах монтируют аппаратуру контроля и управления частью технологической установки. На *агрегатных* щитах сосредотачиваются приборы и средства автоматизации, управляющие технологическим процессом какого-либо агрегата (вентиляторной установки и др.). Местные агрегатные щиты устанавливают в местах, удобных для наблюдения за управляемым оборудованием. На центральных щитах устанавливают приборы и аппаратуру для контроля и управления технологическим процессом предприятия (пульт диспетчера).

Проходы между обслуживаемыми сторонами щитов (пультов) и оборудованием или стенами должны быть не менее 0,8 м, а высота прохода в свету – не менее 1,9 м. Расстояние между стенами и необслуживаемыми щитами шкафного типа не регламентируется. Для обеспечения необходимых удобств при монтаже и эксплуатации щитов приборы и аппараты, установленные на них, размещают на такой высоте, чтобы горизонтальные оси приборов находились в следующих пределах расстояний от пола: 800-2100 мм – показывающие приборы и сигнальная аппаратура; 1000-1600 мм – самопишущие приборы; 700-1600 мм – органы управления.

Компоновка центральных щитов и пультов относительно рабочего места оператора зависит от их общей длины. Расстояние от щита до оператора в зависимости от видимости шкалы приборов принимается от 1 до 5 м, а угол обзора от 30 до 120°.

Перед монтажом аппаратуры и средств автоматизации проверяют комплектность поставки, производят внешний осмотр и ревизию внутреннего монтажа. Для проверки работоспособности комплекса средств автоматизации рекомендуется полностью смонтировать всю аппаратуру и путем имитации отдельных режимов убедиться в правильном функционировании, как отдельных блоков, так и аппаратуры в целом. Монтаж аппаратуры целесообразно выполнять кабельными перемычками, используемыми в дальнейшем в местах ее установки [54].

15.2. Монтаж аппаратуры автоматизации в шахте

В подземных выработках шахт, опасных по газу или пыли, а также во взрывоопасных зонах применяют средства автоматизации с уровнем взрывозащиты, соответствующим требованиям нормативных документов. Монтаж аппаратуры автоматизации в подземных выработках выполняют в соответствии с технологическими паспортами безопасного ведения работ.

Монтаж средств автоматизации забойного оборудования. Применение аппаратуры автоматизации для забойного оборудования позволяет значительно повысить безопасность труда, так как обеспечивает дистанционное управление забойным оборудованием, подачу предупредительных

сигналов перед включением рабочих органов машины, необходимую защиту и блокировки.

Разнообразие условий и режимов работы, функций, выполняемых забойными машинами, вызвали необходимость создания локальных специализированных средств для их автоматизации.

Так для дистанционного управления машинами комплексов применяют аппаратуру АУЗМ-1, АУЗМ-2, ЦПУ, КУАК, АУСК-2 и др.; для управления приводами – САУК, ИКАР и др.; для регулирования скорости – ИПИР, УААН и др.; для защиты от опрокидывания и несостоявшегося пуска электродвигателей – ЗОНД, КОРД; аппаратуру предупредительной сигнализации АС-ЗС, ПС-ИУ, ПС-КУ и др.

Несмотря на конструктивные различия аппаратов одного назначения технология их монтажа практически не отличается.

На примере аппаратуры АУЗМ (рис. 15.1) можно рассмотреть монтаж устройств на забойном оборудовании. Аппаратура АУЗМ допускает возможность работы с регулятором нагрузки УРАН, аппаратурой САУК-М и аппаратурой громкоговорящей связи и предупредительной сигнализации АС-ЗСМ.

Аппарат управления АУЗМ и станция громкоговорящей связи располагаются на энергопоезде так, чтобы обеспечивался свободный доступ к смотровым окнам аппарата, рукояткам разъединителей и крышкам обслуживаемых аппаратных отделений. Блок стоповых команд и диагностики устанавливается рядом с аппаратурой управления. Абонентские посты в очистных забоях крепятся на секциях крепи и на борту конвейера через каждые 10 м, а также устанавливаются в верхнем и нижнем штреках так, чтобы был обеспечен свободный доступ к органам управления. Абонентские посты не должны мешать передвижению людей по очистному забою и должны быть защищены от механических повреждений. Пульт машиниста комбайна крепится на машине или должен быть вынесенным. Выносной пульт располагается на таком расстоянии от машины, с которого обеспечивается контроль ее работы. Присоединение жил кабелей к контактным зажимам должно выполняться в соответствии со схемой внешних соединений. После выполнения монтажа производится наладка, комплексное опробование и обкатка аппаратуры управления в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Комплексное опробование выполняется поочередным пуском и остановкой механизмов с пульта машиниста комбайна и кнопочных постов приводов конвейера. Включение каждого механизма должно сопровождаться свечением соответствующего индикатора. Аппаратура громкоговорящей связи должна обеспечивать четкость и достаточность уровня сигнала. В аппаратуре стоповых сигналов и диагностики стрелка прибора должна находиться на делениях, соответствующих числу подключенных абонентских постов.

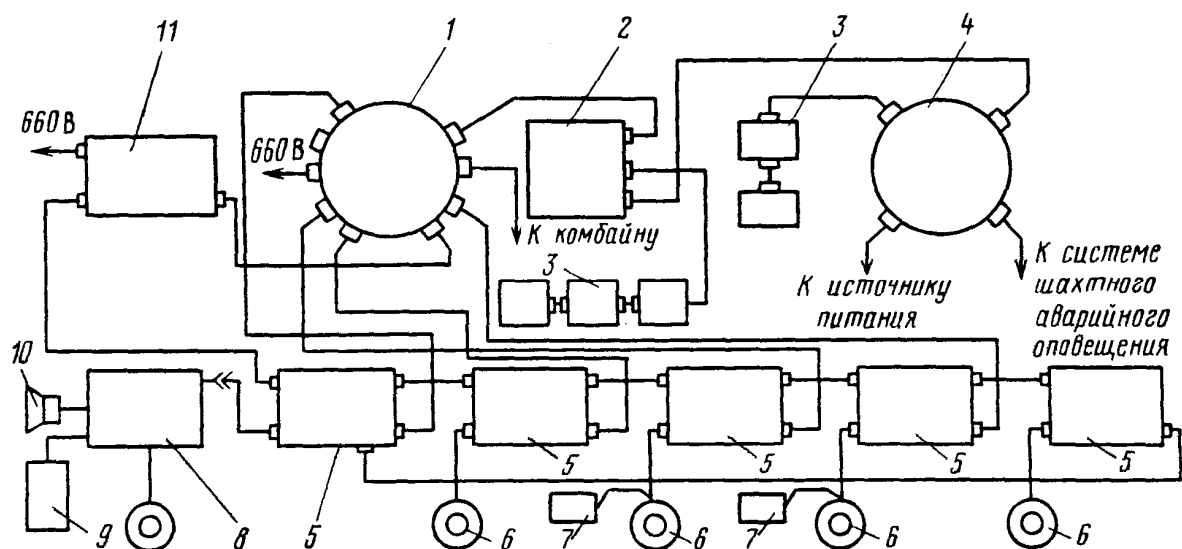


Рис. 15.1. Система подключения аппаратуры автоматизации и управления очистным комплексом АУЗМ:

1 – аппарат управления АУЗМ; 2 – блок стоповых команд и диагностики; 3 – абонентский пост; 4 – станция громкоговорящей связи; 5 – магнитные пускатели; 6 – электродвигатели машин и механизмов; 7 – кнопочный пост; 8 – электроблок комбайна; 9 – пульт машиниста комбайна; 10 – акустический излучатель; 11 – автоматический выключатель

Монтаж средств автоматизации транспортных установок. Монтаж таких средств рассмотрим на примере аппаратуры управления конвейерными линиями АУК.1М (рис. 15.2). В состав аппаратуры входят: пульт управления с выносным прибором-указателем, блоки управления до 10 штук, блок концевого реле. Кроме этого в аппаратуру входят датчики скорости УПДС и ДМ-2, датчики схода ленты типа КСЛ-2, кабель-троссовые выключатели КТВ-2, телефонные трубки, гудки и сирены, провододержатели и датчики заштыбовки. В пульте и в каждом блоке управления предусмотрена возможность подключения блокировочных устройств и конечных выключателей. Пульт управления с выносным прибором-указателем ВПУ устанавливаются в головной части конвейера. Блок управления размещают вблизи каждого конвейера. Пульт и блоки управления подвешивают к крепи вблизи пускателя, которым он управляется. Они должны устанавливаться так, чтобы обеспечивался свободный доступ для открывания крышек и удобный подход к кнопкам управления и сигнализации. На последнем блоке управления устанавливается блок концевого реле. Цепи управления и аварийного отключения, выполняемые голыми проводами, закрепляют в провододержателях.

Для контроля скорости скребкового конвейера применяют датчик ДМ-2. Он располагается на первом от приводной головки рештаке и может устанавливаться в его нижней части или сбоку. Для ленточного конвейера применяют датчик УПДС, закрепляемый у приводной головки конвейера так, чтобы резиновый ролик соприкасался с лентой конвейера по холостой ветви.

С целью уменьшения колебаний вдоль продольной оси его приводной ролик должен находиться на расстоянии около 250 мм от опорного горизонтального ролика конвейера.

Датчик схода ленты КСЛ-2 (рис. 15.3) устанавливается на расстоянии 15 м от оси барабана приводной или натяжной головки, а также вдоль конвейера на роликовой опоре. При этом число датчиков определяется прямолинейностью става, состоянием почвы выработки и наличием центрирующих роликов.

Датчики контроля заштыбовки устанавливаются в месте пересыпа с конвейера на конвейер так, чтобы транспортируемый материал воздействовал на рабочий орган при достижении недопустимого уровня и в то же время не приводил к ложным срабатываниям от частых случайных ударов по рабочему органу. Кабель-тросовые выключатели КТВ-2 применяют для аварийного отключения конвейерных линий и устанавливают вдоль линии на расстоянии 50-70 м. На мощных магистральных ленточных конвейерах выключатели крепятся непосредственно к раме со стороны прохода людей. При наличии скребковых или коротких ленточных конвейеров их монтируют на крепи выработки. В качестве кабель-троса используют телефонный кабель ТАШС, прокладываемый на высоте 1,8 м от почвы на подвесках, устанавливаемых через 3 м друг от друга, его жилы используют для питания реле отключения конвейера. Одновременно кабель-трос является тяговым органом, воздействующим на выключатель. Звуковые сигнализаторы устанавливаются таким образом, чтобы обеспечить слышимость предупредительного сигнала по всей линии. Первый сигнализатор располагают на расстоянии 20 м от блока управления, а оставшиеся вдоль линии – на расстоянии 120 м друг от друга.

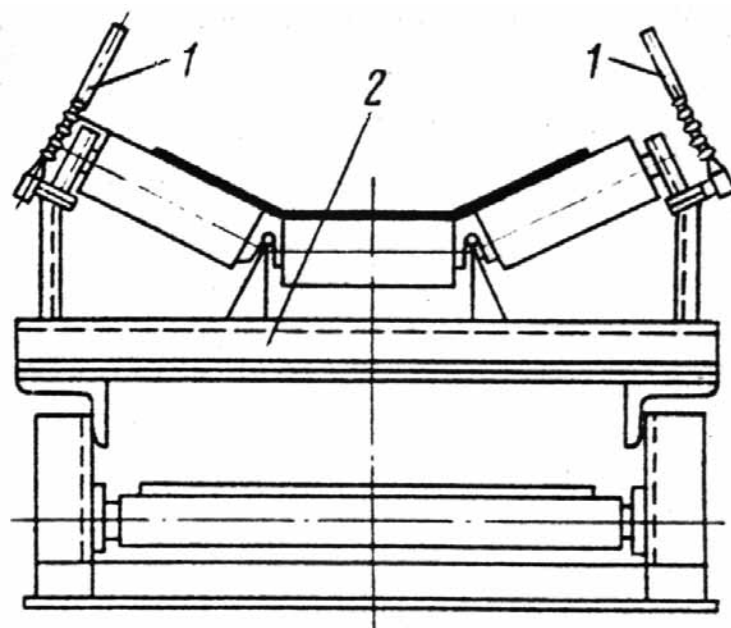


Рис. 15.3. Схема установки датчика схода ленты:
1 – датчик; 2 – роликовая опора

Искробезопасные цепи питания и управления соединяют контрольными кабелями или голыми проводами. Кабели применяют в обводненных выработках, а также в линиях большой производительности. При прокладке голых проводов должны выполняться следующие условия: провода для аварийного отключения конвейера закрепляются на специальных провододержателях на высоте 1,5-1,8 м со стороны прохода людей; провода управления над конвейером или в выработке со стороны, противоположной от прохода людей, должны располагаться на расстоянии не менее 0,2 м от силовых кабелей. Расстояние между провододержателями должно быть 5-10 м. Для прокладки голых проводов используют стальную проволоку для воздушных линий связи. Диаметр провода должен быть таким, чтобы суммарное сопротивление не превышало 60 Ом. Ввод линий управления от голых проводов в пульты и блоки управления осуществляется отрезками кабелей. Кабели к проводам присоединяются болтами с оцинкованными шайбами. После завершения монтажа производится наладка и проверка аппаратуры автоматизации конвейерных линий.

В дополнение к основной аппаратуре АУК.1М применяют аппаратуру устройства контроля и информации УКИ. Она обеспечивает выдачу сигналов на отключение конвейеров при обусловленных неисправностях и представлении на блоке индикации информации о причине отключения конвейеров, что позволяет сократить время для устранения неисправностей.

Монтаж средств автоматизации водоотливных установок ВАВ-1М.

В комплект аппаратуры входят: блок управления насосами БУН-1М; табло сигнальное водоотлива СТВ-1м; термодатчик ТДД-1М; реле подачи насоса РПН-1М; реле давления РДВ-1М; датчик электродный ЭД; привод задвижки ПЗ-1М; блок развязки искробезопасных цепей БРЦ.

Устройство сигнализации располагается на поверхности у диспетчера, выдает информацию о состоянии водоотливной установки и позволяет осуществлять частичное управление насосами. Блок БУН-1М устанавливают в камере водоотлива на кронштейнах из уголковой стали, закрепленных на стене камеры. При установке блока должны быть обеспечены доступ к органам управления и сигнальным табло, осуществляющийся по свободной паре телефонного кабеля. Максимальная дальность передачи 10 км. Реле подачи насоса устанавливают на горизонтальном участке трубопровода диаметром не менее 100 мм.

При заливке основного насоса погружным или вспомогательным – реле давления монтируют на всасывающей крышке насоса путем вворачивания в отверстие для установки вакуумметра. При заливке насоса с бакового аккумулятора – реле давления РВД-1М устанавливают на 200-300 мм выше дна резервуара. В первом случае реле настраивают для работы на малом поршне, а во втором – на большом. Электропривод задвижки уста-

навливают на нагнетательном трубопроводе на кронштейнах так, чтобы обеспечивалась соосность выходной муфты привода и шпинделя. Электронные датчики подвешивают за оболочку кабеля в водосборнике на высоте контролируемого уровня воды. Датчик нижнего уровня – располагают на 50 мм выше всасывающей сетки подводящего трубопровода, датчик аварийного уровня – на 1 метр ниже уровня пола насосной камеры. Термодатчики устанавливают в специальные отверстия корпуса подшипников. Монтаж всех изделий аппаратуры выполняют в соответствии с проектом привязки к конкретной водоотливной установке шахты [54].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите правила установки аппаратуры автоматизации на поверхности шахты.
2. Перечислите правила установки средств автоматизации забойного оборудования.
3. Назовите основные датчики и места их установки в средствах автоматизации транспортных установок.
4. Расскажите о правилах установки средств автоматизации транспортных установок.
5. В чем особенности монтажа средств автоматизации водоотливных установок?

Глава 16. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Надежная и безопасная работа технологических установок, как на поверхности, так и подземных выработках в значительной степени зависит от достаточной освещенности рабочих мест и надежной работы осветительных установок. Осветительные установки состоят из светильников, электропроводки, электроустановочных изделий и источников питания. Светильник оборудован осветительной арматурой и лампой. Арматура обеспечивает перераспределение светового потока лампы в требуемом направлении, предохранение зрения от чрезмерной яркости ламп, крепление и подключение ламп к источнику питания и защиту их от механических повреждений и окружающей среды. В светильниках применяют газоразрядные лампы (люминесцентные, ртутные, натриевые, ксеноновые) и лампы накаливания. К электроустановочным изделиям относятся выключатели, переключатели, штепсельные соединения, колодки зажимов, патроны, плавкие и автоматические предохранители и др.

В зависимости от вида освещения питание осветительной сети производится от силовых сетей или отдельных источников питания. Рабочее и аварийное освещение питаются от независимых источников, для питания светильников применяется напряжение 127 и 220 В, специальных ламп (ксеноновых, натриевых и др.) на поверхности допускается $U=380$ В.

16.1. Монтаж осветительных установок на поверхности шахт

Монтаж электроосветительных установок на поверхности выполняют после подготовки трассы, которая предусматривает: разметку мест, установку щитов, выключателей, розеток, осветительной аппаратуры; устройство проходов сквозь стены; устройство гнезд для установки крепежных и закладных деталей.

Подвеска светильника осуществляется на кронштейнах при открытой прокладке кабеля и в трубах – при закрытой. Монтаж светильников включает установку крепежных деталей и конструкции, подвеску и крепление светильника, присоединение их к электрической сети и заземлению. Подвеска светильников осуществляется: к потолкам, фермам и тросам – на штангах, подвесках, крюках и шпильках; на стенах, полочках, площадках обслуживания – к кронштейнам, трубам электропроводки, осветительным шинпроводам и коробкам. Светильники присоединяются к сети через осветительные коробки. Для подвешивания применяют светильники, снабженные серьгами или резьбой для навинчивания на трубу. Монтаж светильников и линий на небольшой высоте до 5 м выполняют со стремянок, приставных лестниц и лестниц платформ. При большой высоте применяют гидropодъемники, телескопические подъемники или монтажные краны.

Тип применяемых устройств подвески светильников определяется назначением, способом и местом установки светильников.

При монтаже светильников должно быть обеспечено правильное их расположение в ряду и по высоте. При этом не должно быть заметных на глаз отклонений. Светильники подвешиваются так, чтобы обеспечить доступ для их обслуживания.

Наружное освещение выполняют светильниками наружного освещения и прожекторами с различными источниками света. Светильники крепят на кронштейнах к опорам или подвешивают на тросах.

Питание и управление включением, отключением осветительных установок осуществляется через групповые осветительные щитки с выключателями, предохранителями или автоматическими выключателями. Присоединение питающей линии к автоматам выполняют так, чтобы на их подвижных токоведущих частях при разомкнутом положении не было напряжения, а в автоматах и предохранителях типа «пробка» отходящий проводник присоединялся к винтовой гильзе основания.

Групповые осветительные щитки располагают в местах, доступных для обслуживания. В зданиях без круглосуточной работы щитки располагают вблизи от основных входов на капитальных стенах или жестких конструкциях на высоте 1,8 м.

Выключатели в сети с заземленной нейтралью устанавливают на фазных проводах. В сети с изолированной нейтралью должны применяться двухполюсные выключатели.

Штепсельные розетки для включения переносных светильников и другого оборудования закрепляют на высоте 0,8-1,2 м. При открытой прокладке проводов выключатели и розетки устанавливают на круглых держателях или пластмассовых розетках, а при скрытых – в коробках или специальных кожухах в нишах стен.

16.2. Монтаж осветительных установок в шахтах

В подземных выработках должны применяться светильники в рудничном нормальном или взрывозащищенном исполнении в соответствии с областью применения, определяемые отраслевыми ПБ. В протяженных выработках светильники устанавливаются вдоль оси выработки, в электромашинных камерах – в несколько рядов, добиваясь равномерной освещенности во всех местах камеры. С целью уменьшения слепящего действия светильники подвешивают на максимальной высоте. В электромашинных камерах светильники подвешиваются на крюке специальной конструкции, закрепляемой на стене камеры. В выработках их крепят непосредственно к крепи при помощи устройств, предусмотренных в светильнике.

В очистных забоях применяют специальные светильники. Их устанавливают на перекрытии крепи или кронштейнах, закрепленных на конвейере. Для освещения призабойного пространства на очистных и подго-

товительных машинах предусматривают применение фар, располагаемых на машинах, в специально предусмотренных для них местах.

Для присоединения осветительного оборудования применяют бронированные и гибкие кабели. Основная осветительная магистраль выполняется бронированным кабелем, а ответвления от нее к светильникам – гибкими. Присоединение светильников к магистрали выполняют тройниковыми муфтами. Если кабельные вводы светильников допускают присоединение двух кабелей, то необходимость тройниковых муфт отпадает. При присоединении светильников к трехфазной сети их подключают равномерно на три фазы.

Для питания и управления общесетевыми светильниками применяют специальные осветительные трансформаторы с комплектом пусковой и защитной аппаратуры, осветительные и пусковые агрегаты. Применение осветительных агрегатов обеспечивает стабилизацию напряжения осветительной сети и более совершенную защиту и управление. Источники питания, как правило, устанавливают на распределительных пунктах или электромашинных камерах. Порядок и технология монтажа не отличаются от подобных операций другого рудничного оборудования [50].

16.3. Освещение карьеров

Электрическое освещение на карьерах и отвалах должно обеспечивать освещенность рабочих мест в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Для освещения карьеров применяются, как правило, комбинированные системы общего и местного освещения. Система общего освещения предназначена для обеспечения необходимого минимального уровня освещения на всей территории ведения горных работ. Общее освещение осуществляется светильниками наружной установки, стационарными и передвижными прожекторами, осветительными устройствами с ксеноновыми лампами, которые располагают на бортах карьера, рабочих уступах и нерабочих площадях в карьере.

Система местного освещения применяется тогда, когда на отдельных рабочих местах (местах бурения, экскаваторных забоях и т. д.) требуется повышенная освещенность. Местное освещение осуществляется светильниками и прожекторами, устанавливаемыми как на самих передвижных машинах, так и на специальных опорах.

Допускается подвеска электрических источников света и светильников на стационарных опорах (металлических, железобетонных, деревянных) контактной сети.

На отвалах осветительную сеть располагают вдоль железнодорожного пути со стороны, противоположной отвалообразованию.

Для освещения карьеров и отвалов рекомендуется применять светильники с ксеноновыми и ртутно-кварцевыми лампами. Для защиты источников света от загрязнений и механических повреждений, а также для перераспределения светового потока применяют светильники и прожектора различного типа.

Осветительные установки должны иметь блокировочные устройства, препятствующие их включению при открытых дверях пусковых устройств, и должны быть надежно заземлены.

Для освещения небольших участков карьеров лучшие результаты дает прожекторное освещение. Для установки прожекторов используют стационарные (металлические и железобетонные) или передвижные мачты. Особенно хорошо использовать передвижные мачты на участках, где производят взрывные работы. На период взрывов такие мачты можно передвигать на безопасное расстояние.

Освещение места работы экскаваторов и других передвижных машин производится светильниками и прожекторами, установленными на самих машинах. Для увеличения срока службы ламп осветительную аппаратуру крепят на резиновых подвесках или иных амортизаторах. С целью сохранения напряжения в осветительной сети, при выключении масляного выключателя ввода, питание ее осуществляется от отдельного трансформатора, подсоединяемого до выключателя ввода. При питании осветительной сети от общего трансформатора последняя подключается к общей сети до автомата ввода.

Каждая группа светильников оборудуется выключателем и предохранителями.

В местах с повышенной опасностью для питания светильников местного освещения на горно-транспортном оборудовании должно применяться напряжение не выше 36 В.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое напряжение применяется для осветительных сетей?
2. Расскажите о процессе монтажа осветительных установок на поверхности шахт.
3. Приведите порядок монтажа осветительных установок в подземных горных выработках.
4. Какой порядок монтажа осветительных установок на карьерах?
5. В соответствии с правилами безопасности, разрешается ли подвеска осветительных проводов на стационарных опорах?
6. Какие лампы применяются для освещения карьеров и шахт?

Глава 17. МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

К подстанциям относят электроустановки, служащие для приема, изменения (повышения или понижения) и распределения электроэнергии, а к распределительным устройствам (РУ) – установки для приема и распределения электроэнергии. Подстанции сооружают по типовым проектам. На подстанциях и РУ, сдаваемым под монтаж, должны быть сооружены подъездные пути, подъемные установки, проложены постоянные или временные сети для подвода электроэнергии, выполнено электрическое освещение, установлены закладные детали и основания в полу и оставлены монтажные проемы для перемещения крупногабаритного оборудования, подготовлены кабельные сооружения и подземные коммуникации. В открытых распределительных устройствах должны быть установлены, выверены и закреплены металлические и железобетонные конструкции, сооружены фундаменты под оборудование.

Монтаж подстанций и РУ, как и других электроустановок, проводят в две стадии. На первой – выполняют все подготовительные и заготовительные работы: комплектуют электрооборудование, конструкции и материалы; осуществляют укрупненную сборку и ревизию оборудования. На второй стадии выполняют собственно монтаж электрооборудования.

Важнейшее условие высокого качества монтажных работ – поставка на монтаж надежного, соответствующего всем требованиям электрооборудования. Поэтому перед его установкой организуют квалифицированную предмонтажную проверку. Порядок, объем, и критерии оценки в период предмонтажной подготовки зависят от вида электрооборудования и определяются нормативными документами и заводскими инструкциями. Обнаруженные мелкие дефекты при проверке следует устранять.

17.1. Монтаж изоляторов и шин

В подстанциях и распределительных устройствах применяются опорные, проходные и линейные (подвесные) изоляторы для внутренней и наружной установок.

Перед монтажом изоляторы очищают от грязи и краски, удаляют твердые частицы и подвергают тщательной проверке. При этом проверяют качество поверхности изолятора, состояние металлических оцинкованных деталей, прочность армировки, геометрические размеры (выборочно), сопротивление изоляции.

На поверхности фарфоровых изоляторов не должно быть сколов сквозных или поверхностных трещин, вкраплений песка, керамического материала или металла. Площадь сколов отбитых краев не должна превышать значений, нормируемых ГОСТами.

Поверхность металлических оцинкованных деталей должна быть без трещин, раковин, морщин, забоин, следов коррозии. Прочность армировки изоляторов считается достаточной, если колпаки, фланцы шапки не качаются, не проворачиваются. Швы армирующей связи не должны иметь растрескиваний, неровностей и повреждений влагостойкого слоя. Воздушный зазор между краем фланца колпака или шапки и армирующей деталью должен быть не менее 2 мм у фарфоровых и 1 мм у стеклянных изоляторов; толщина шва соосности фланца армирующей связки, не изолирующей детали, не менее 2 мм; непараллельность торцовых поверхностей опорных изоляторов внутренней установки не более 2 и 1 мм изоляторов наружной установки; несовпадение центра фланца колпака или шапки с изолирующей деталью не более 2 мм (рис. 17.1). Сопротивление изолятора, измеренное мегомметром на напряжение 2500 В, при положительной температуре должно быть не менее 300 МОм.

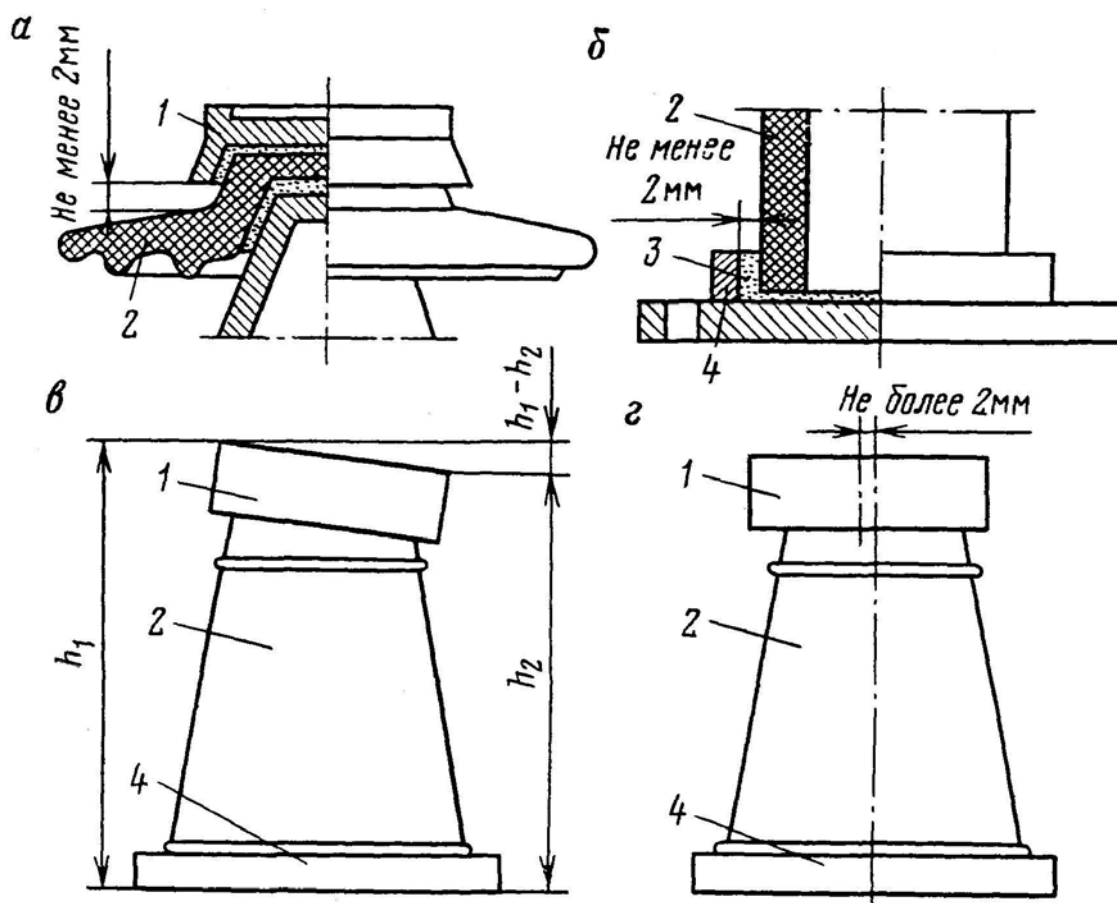


Рис. 17.1. Параметры оценки качества армирования изоляторов:
а – воздушный зазор между фланцами и изолирующей деталью; б – толщина шва армирующей связи; в – параллельность торцовых поверхностей; г – соосность фланца и армирующей детали
1 – держатель; 2 – корпус; 3 – армирующая связка; 4 – опора

Как правило, опорные изоляторы устанавливают на металлических опорных конструкциях или непосредственно на стенах или перекрытиях. Опорные и проходные изоляторы в закрытых распределительных устройствах закрепляют так, чтобы поверхности колпачков находились в одной плоскости и не отклонялись от нее более чем на 2 мм. Оси всех стоящих в ряду опорных и проходных изоляторов не должны отклоняться в сторону более чем на 5 мм. Фланцы опорных и проходных изоляторов, установленных на оштукатуренных основаниях или проходных плитах, не должны быть утоплены. Изоляторы разных фаз располагают по одной линии, перпендикулярной к оси фаз. Проходные изоляторы устанавливают на каркасе из уголкового стали, перекрытым асбестоцементной плитой или в бетонной плите. Диаметры отверстий для проходных изоляторов в плитах или перегородках должны быть больше диаметра заделываемой части изоляторов на 5-10 мм.

На смонтированных изоляторах закрепляют шинодержатели. Заготовка шин производится централизованно в специализированных мастерских. К основным работам при заготовке шин относят: сортировку и отбор их по сечениям и длинам; правку, отрезание и изгибание шин; разметку и сверление отверстий для разборных соединений; подготовку контактных соединений. Отдельные шины правят на балке или плите ударами молотка через смягчающую удары прокладку. Изгибание шин выполняют по шаблонам, изготавливаемым из стальной проволоки диаметром 3-6 мм. Шины изгибают на плоскость (а), ребро (б), штопором (в), или уткой (г) (рис. 17.2).

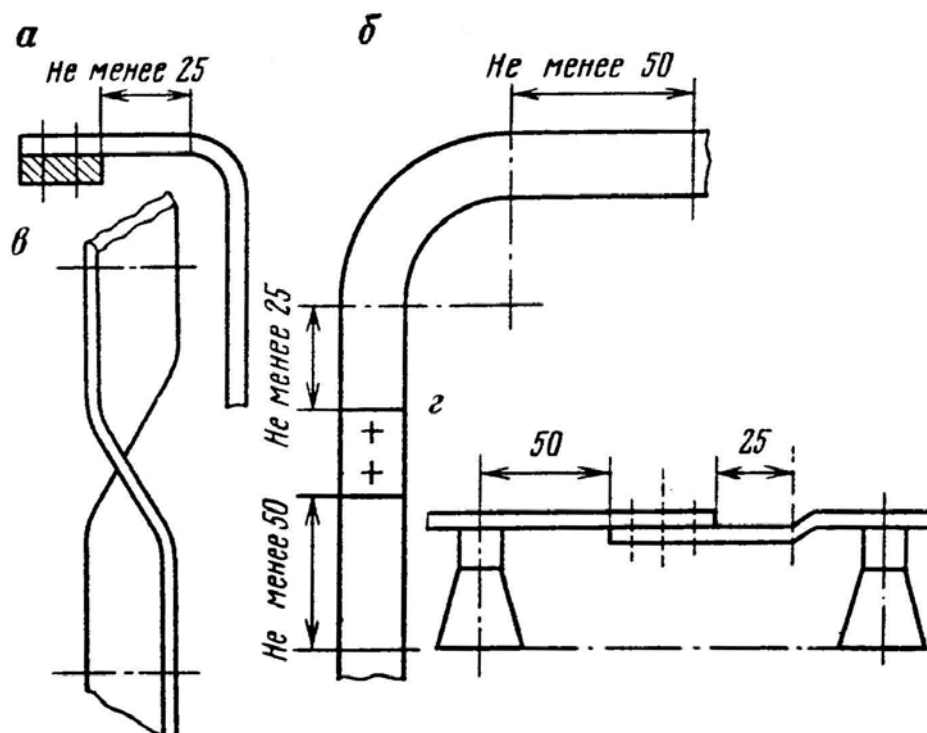


Рис. 17.2 Виды изгибов шин:
а – на плоскость; б – на ребро; в – штопором; г – «уткой»

При этом выполняются следующие условия: радиус изгиба на плоскость должен быть не менее двойной толщины шины; в изгибах на ребро для шин шириной не менее 50 мм радиус изгиба принимается не менее размера ее ширины, а при ширине более 50 мм равняется двукратной ширине шины; при изгибе на штопор длина соответствует не менее 2,5 кратной ширины шины. Изгибание шин на плоскость и ребро выполняют на шиногибочных станках или ручными шиногибами, а штопором и уткой – на специальных приспособлениях.

При подготовке шин к соединению на болтах отверстия выполняют вырубкой на прессе или сверлением на станке. На установленных и изогнутых шинах для сверления отверстий применяют дрель. Для лучшего прилегания контактирующих поверхностей на шинах шириной более 60 мм выполняют продольные надрезы. Контактные поверхности обрабатывают с целью удаления грязи, консервирующей смазки и пленки на шинофрезерном станке. Шины на изоляторах закрепляют плашмя или на ребро (рис. 17.3) с помощью планок так, чтобы обеспечивалась возможность их продольного перемещения при изменении температуры. При большой длине шин для исключения линейных деформаций на них устанавливают шинные компенсаторы, состоящие из пакета тонких лент с суммарным сечением, равным сечению шины.

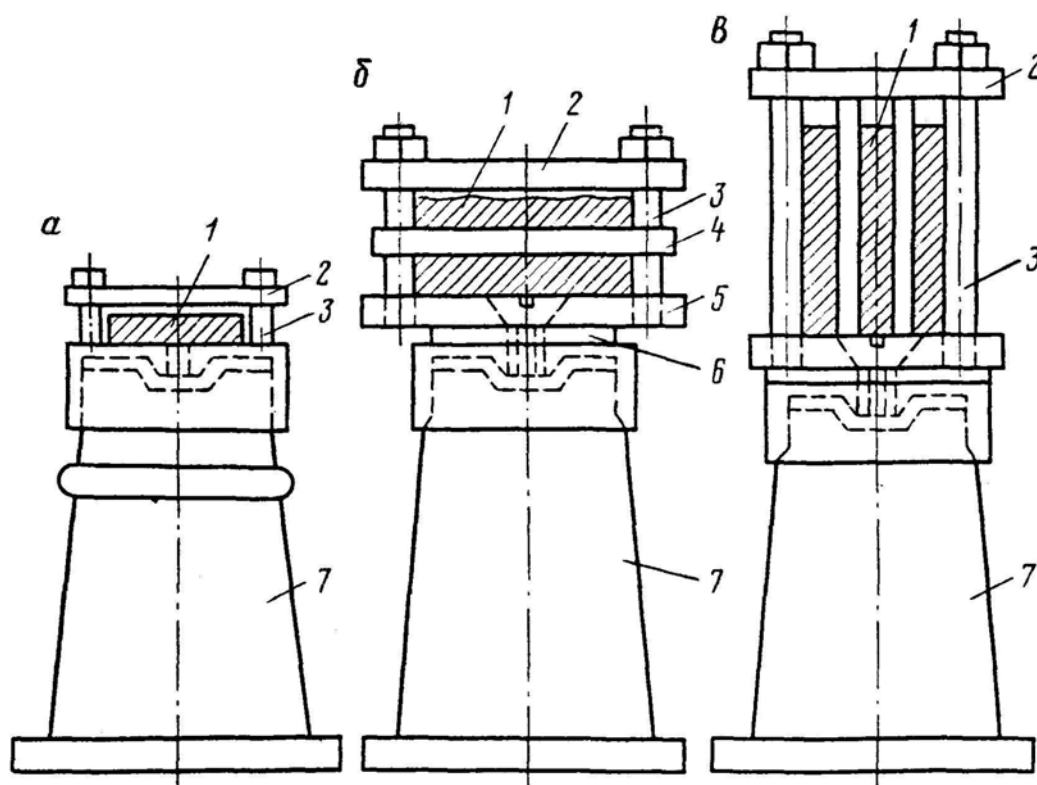


Рис. 17.3. Способы крепления шин:

а – однополюсных – болтами и планкой; б – многополюсных плоских – плашмя; в – многополюсных плоских на ребро; 1 – шина; 2 – верхняя планка; 3 – шпилька; 4 – стальная планка; 5 – нижняя планка; 6 – прокладка из электрокартона; 7 – изолятор

В середине общей длины или в середине участка между компенсаторами шины закрепляются жестко. Шинодержатели не должны создавать замкнутый контур вокруг шины, для этого одна из подкладок или все стяжные болты, расположенные по одной из сторон шины, выполняются из немагнитного материала. Продолжение шины выверяют натянутой проволокой, уровнем или отвесом, так как оно располагается на изоляторах прямолинейно, без перекосов, и видимой поперечной кривизны и волнистости.

Соединяют шины сваркой или болтами. Предпочтение следует отдавать соединению сваркой. Болтовое соединение применяют только тогда, когда по условию эксплуатации необходима его разборка. Такое соединение для алюминиевых шин, алюминиевых с медным сплавом с применением средств стабилизации – метизов из цветных металлов или из стали, но с использованием тарельчатых пружин. Шины из остальных материалов можно соединять стальными болтами и гайками. В электроустановках с высокой влажностью и в помещениях с агрессивной химической средой для соединения шин с медными, а также присоединения шин к аппаратам рекомендуется применять переходные пластины: медноалюминиевые или из алюминиевого сплава.

Стыки сборных шин при болтовом соединении должны отстоять от головок изоляторов и мест ответвлений на расстояние не менее 50 мм.

После окончания работ выборочно проверяют качество соединений, сварные швы не должны иметь трещин, раковин, прожогов, непроваров длиной более 10 % длины шва (но не более 3 мм), подрезов глубиной более 10 % (но не более 3 мм) и др. В болтовых соединениях проверяют плотность прилегания контактных поверхностей. При затяжке щуп толщиной 0,02 мм должен входить между контактами на глубину не более 5-6 мм.

При монтаже ошиновки можно обеспечивать правильное чередование фаз, что достигается определенным расположением шин. В закрытых РУ должны выполняться следующие условия их установки: *при вертикальном положении шин фаз А-В-С – сверху вниз; при горизонтальном, наклонном или треугольном расположении наиболее удаленная шина фазы А, средняя – В и ближняя к коридору обслуживания – С; ответвления от сборных шин – слева направо А-В-С, если смотреть на шины из коридора обслуживания. Окраска одноименных шин в каждой электроустановке должна быть одинаковой. ПУЭ установлена следующая окраска шин: при трехфазном токе шина А – желтая, В – зеленая, С – красная, нулевая рабочая – голубая; при постоянном токе: положительная шина (+) – красная, отрицательная шина (-) синяя, нулевая рабочая шина - голубая [13; 23].*

17.2. Монтаж разъединителей, отделителей, короткозамыкателей и предохранителей

Разъединители для внутренней установки поставляются заводами полностью собранными и отрегулированными, а разъединители, короткозамыкатели и отделители для наружной установки – отдельными полюсами и собираются в один аппарат на месте монтажа.

Для включения указанных аппаратов применяют ручные, электро- или пневматические приводы.

Перед монтажом разъединителей и короткозамыкателей проверяют изоляторы полюсов и фарфоровые тяги; сварные швы рамы аппаратов, состояние поверхности подвижных и неподвижных контактов, заземляющих ножей, контактных выводов аппаратов. Контактные пружины не должны иметь следов коррозии, трещин; сжатие пружин по обе стороны от ножа устанавливается одинаковым, а зазор между витками не менее 0,5 мм. Валы, тяги, чугунные подшипники, рукоятки, фиксирующие заделки, элементы механических блокировок используются без механических повреждений. В необходимых случаях дефекты и мелкие повреждения должны быть устранены, смазка дополнена или заменена.

Монтаж разъединителей выполняют в следующей последовательности: подъем и установка на рабочее место; выверка аппарата; установка привода; соединение аппарата с приводом и его регулировка; окончательное закрепление и заземление аппарата. Подъем разъединителей в зависимости от массы выполняют вручную, таями или краном за металлическую раму (рис. 17.4). Разъединители (7) и привода внутренних установок крепят к конструкции или на стене (3), а наружных – к раме фундамента или конструкции. После установки аппарат выверяют по уровню или отвесу, проверяют соосность с другими аппаратами РУ и отдельных полюсов между собой и приводом. Смонтированный привод временно сцепляют с аппаратом тяги (5). Длина тяги и углы их установки выбирают в соответствии с заводскими данными. Ножи (6) устанавливаются правильно (по центру) и попадают в неподвижные контакты (8) без ударов и перекосов, а при выключении не доходят до упора на 5-6 мм. Для проверки одновременности замыкания контактов медленно включают разъединитель до момента соприкосновения первого ножа и в этом положении измеряют зазоры между оставшимися ножами. Разновременность их замыкания не должна превышать 3, 5 и 10 мм для напряжений соответственно до 10, 35 и 110 кВ. Раскрытие разъединителя или угол поворота ножей при отключении находится в пределах, установленных заводом-изготовителем, а усилие ножей соответствовать нормам ПУЭ. Проверка усилия производится динамометром.

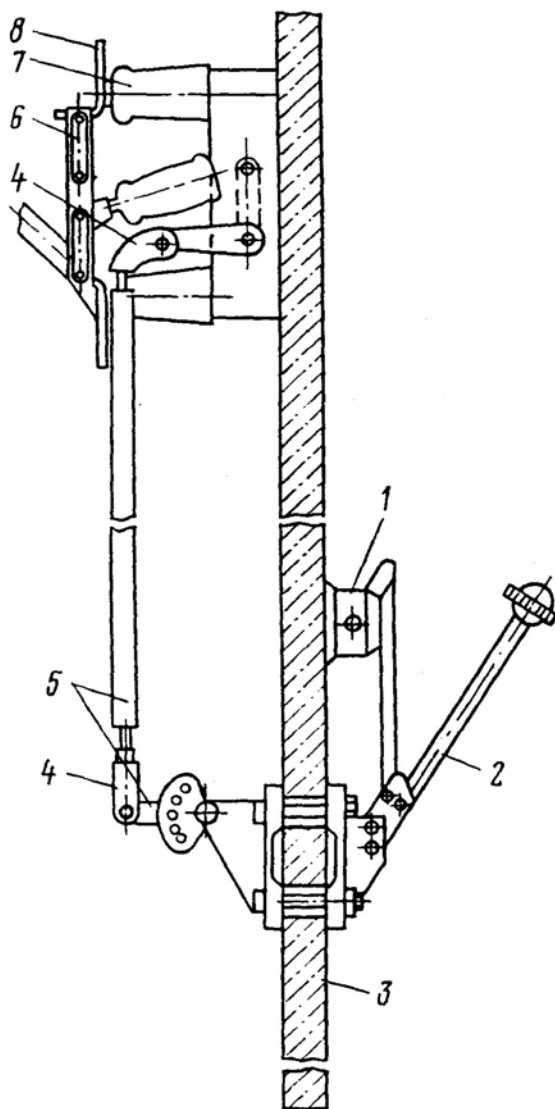


Рис. 17.4. Общий вид установки разъединителя: 1 – блок вспомогательных контактов; 2 – рукоятка; 3 – стена; 4 – вилка; 5 – тяги; 6 – нож; 7 – разъединитель; 8 – неподвижные контакты

Монтаж предохранителей. Предмонтажная подготовка предохранителей предусматривает проверку изоляторов полноты заполнения патрона песком, целостности плавкой вставки, надежности крепления узлов и деталей, удобства установки и извлечения патронов из контактных губок, надежность контакта патрона в них.

Предохранители монтируют на стальной раме или непосредственно на стене. Рама устанавливается вертикально. Оси изоляторов совпадают по вертикали с продольной осью патрона и контактных губок. Отклонение осей не должно превышать 0,5 мм. Смонтированные и отрегулированные предохранители обеспечивают мягкую установку и извлечение патрона, фиксацию его правильного положения в губках, удержание его

Блокировка разъединителей с выключателями, а также главных ножей разъединителей с заземляющими не должна допускать оперирования приводом при включенном положении выключателя, а также заземляющими ножами при включенном их положении.

При монтаже разъединителей горизонтально-поворотного типа отклонение опорной рамы полюса от горизонтали не должно превышать 3 мм на 1 м, отклонение осей собранных колонок изоляторов от вертикали – 2,5 мм. Колонки устанавливаются равными по высоте. Оси контактных ножей во включенном положении находятся на одной прямой. Смещение в горизонтальной плоскости не превышает 5 мм, в вертикальной – 4 мм.

После выполнения регулировки производят окончательное крепление рычагов на валах привода и аппаратов и смазку контактов и трущихся частей, а также заземления.

Монтаж отделителей и короткозамыкателей выполняют также, как и разъединителей.

от продольных перемещений и от выпадения при вибрациях и сотрясениях. Указатели срабатывания устанавливаются на переднюю сторону.

17.3. Монтаж выключателей

Наибольшее распространение получили (для установок $U=6-10$ кВ) маслообъемные выключатели типа ВМП, ВГМ, ВММ. Воздушные выключатели с электромагнитным приводом ВЭМ широко применяют в комплектных распределительных устройствах. Вакуумные выключатели ВВТЭ преимущественно используют для управления машинами с частыми пусками. В РУ применяют масляные выключатели МГ-35, С-35, МКП-35 на напряжение 35 кВ. Для управления выключателями используют приводы: ручные, электромагнитные, электрические и пружинные. Выключатели и приводы поставляются заводами собранными и отрегулированными. Перед монтажом внешним осмотром проверяют качество сварных швов рамы, надежность крепления деталей, исправность фарфоровых изоляторов и изолирующих деталей цилиндров, тяг, межфазных перегородок, металлических деталей крышек, корпусов, фланцев и др. контактных выводов выключателя, маслоналивных и маслоспускных отверстий, маслоуказателей. Для осмотра внутренних деталей вскрывают соответствующие крышки и проверяют состояние контактных систем, дугогасительных устройств, гибких связей, пружин, тяг и т.д. Выключатели для закрытых распредустройств поставляют собранными на раме. Их монтаж предусматривает установку рамы на основание, выверку правильности установки по горизонтали и вертикали, надежное закрепление, установку и соединение привода с выключателем. Шины к масляным выключателям присоединяют так, чтобы контактные пластины не испытывали механических повреждений (рис. 17.5).

Выключатели для открытых распредустройств устанавливают краном на фундамент, выверяют горизонтальность установки и крепят к фундаменту анкерными болтами.

Масляные выключатели после окончания монтажа заливают маслом в соответствии с заданным уровнем. Смонтированные выключатели регулируют согласно заводской инструкции. Они должны свободно включаться и выключаться. Поверхность соприкосновения подвижных и неподвижных контактов должна составлять не менее 70 % всей контактной поверхности. Контактное давление, ход подвижной контактной системы, соосность подвижных и неподвижных контактов должны соответствовать заводским данным. Главные дугогасительные контакты должны замыкаться и размыкаться в установленной последовательности. После окончания монтажа производятся испытания выключателей в соответствии с требованиями ПУЭ.

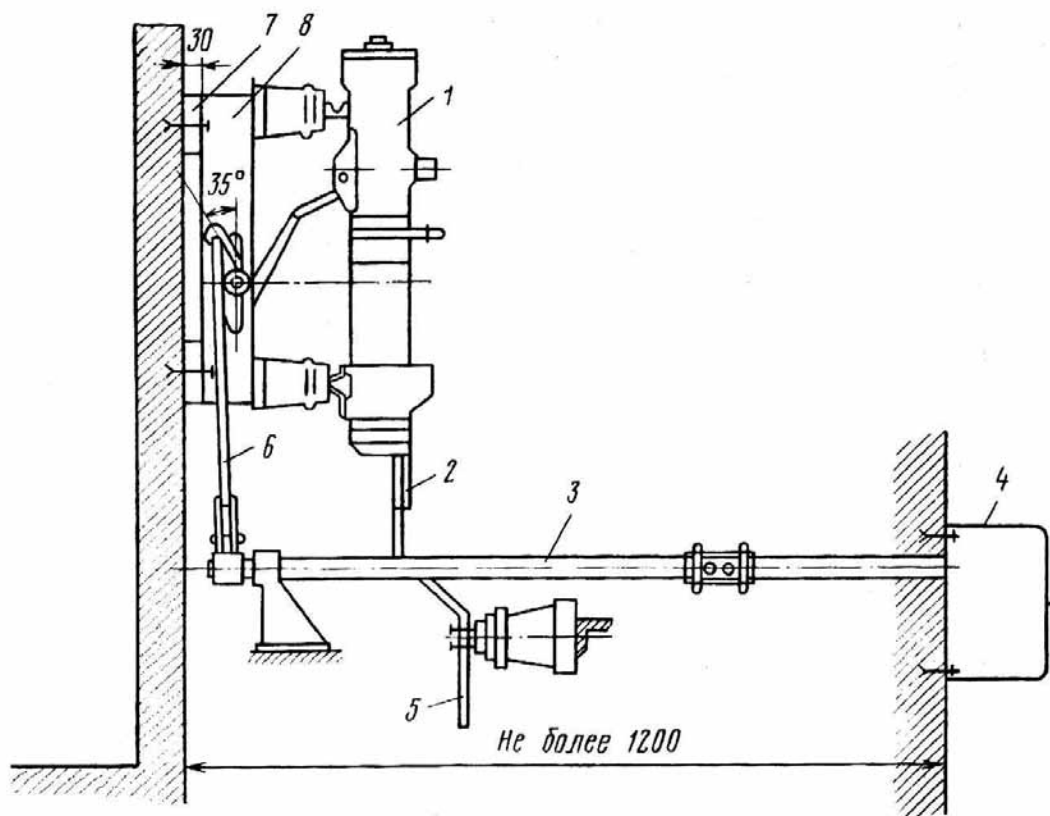


Рис. 17.5. Общий вид установки выключателя ВМП-10:
 1 – выключатель; 2 – контактная пластина; 3 – вал; 4 – привод;
 5 – алюминиевая шина; 6 – тяга; 7 – основание; 8 – рама

17.4. Монтаж реакторов

Реакторы изготавливают для вертикальной, горизонтальной или ступенчатой установки. Они имеют маркировку фаз: В – верхняя, С – средняя, Н – нижняя, Г – горизонтальная, СГ – среднегоризонтальная. При установке реакторов строго соблюдают положение фаз, расстояние реакторов от стен **а** и потолка **б**, а также между осями реакторов в зависимости от их типа определяется их проектом (рис. 17.6). Подготовленные к монтажу реакторы не должны иметь трещин, сколов, отбитых краев и повреждений лакового покрытия у колонок; обрывов и повреждений изоляции обмоток; сопротивление изоляции должно быть не ниже 50 МОм (рис. 17.7). При монтаже реакторов для их перевозки применяют двойные тележки, а для подъема – специальные приспособления. Реакторы с вертикальной установкой начинают монтировать с верхней фазы, которую поднимают на высоту, достаточную для установки ниже средней фазы. После установки опорных изоляторов на верхней фазе ее опускают и прикрепляют к средней фазе.

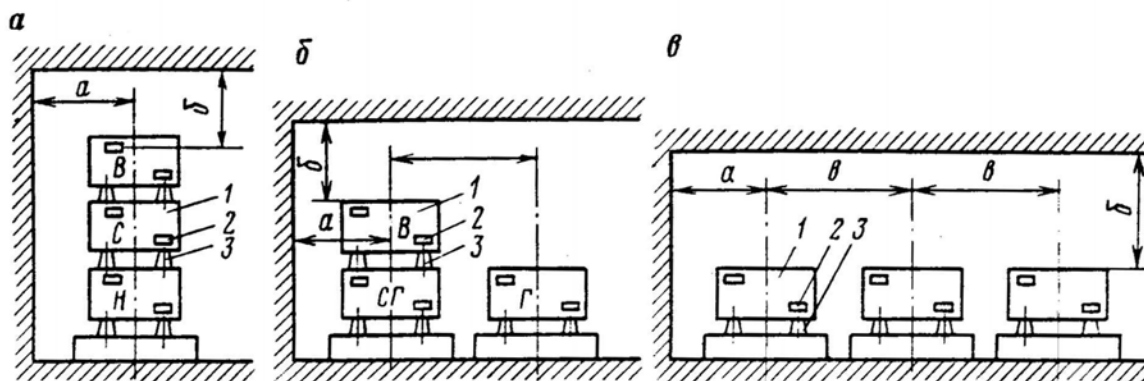


Рис. 17.6. Виды установки реакторов:
 а – вертикальная; б – ступенчатая; в – горизонтальная;
 1 – реактор; 2 – контактная пластина; 3 – изолятор

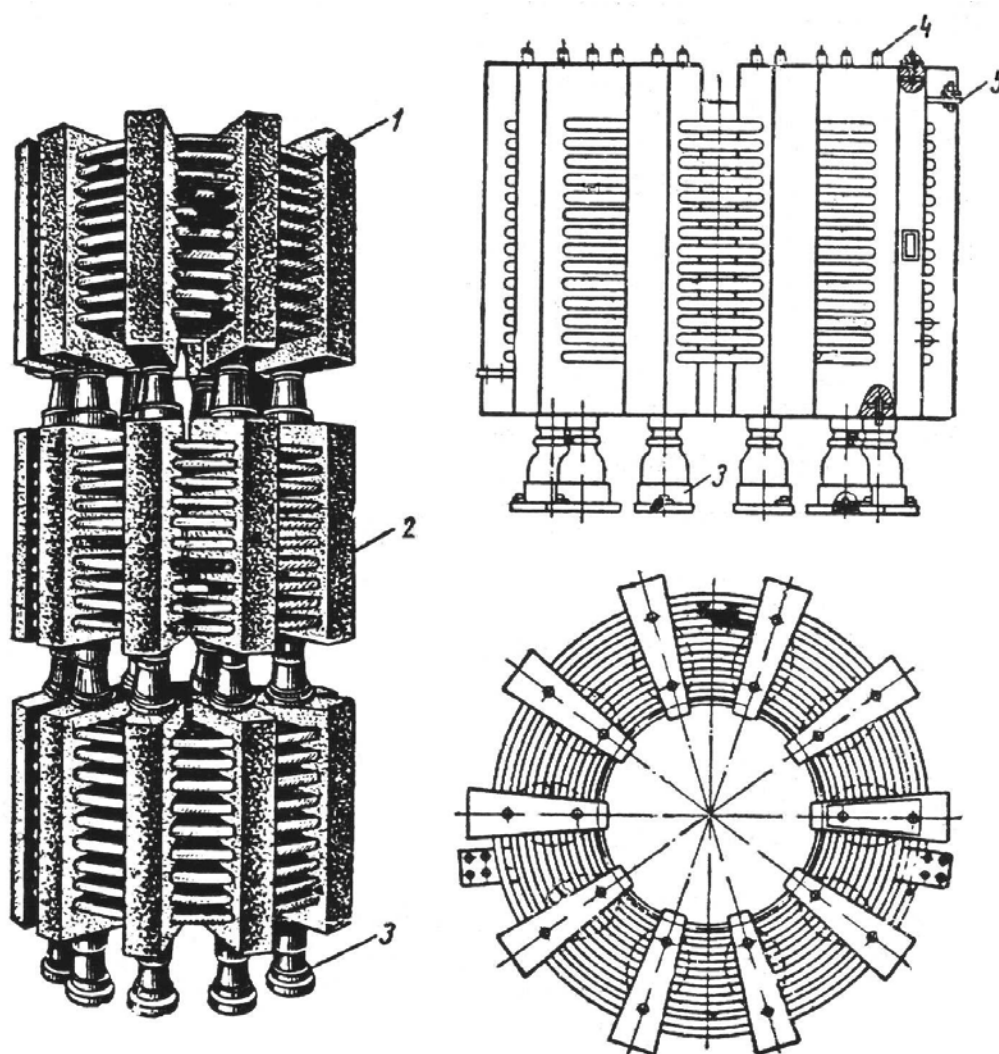


Рис. 17.7. Бетонный реактор РБ-10 на 10 кВ:
 1 – обмотка; 2 – колонка; 3 – опорный изолятор; 4 – анкерный болт;
 5 – контактный зажим

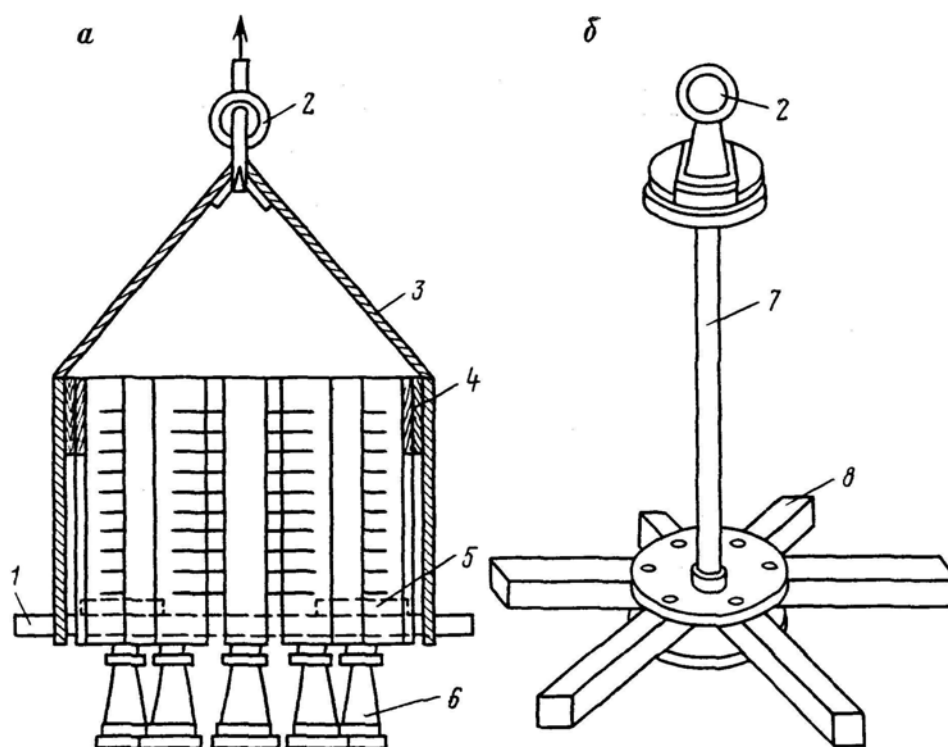


Рис. 17.8 Приспособление для установки реакторов:
а – при помощи швеллера; б – при помощи специальной подвески;
1 – швеллер; 2 – кольцо; 3 – трос; 4, 5 – деревянные прокладки; 6 – опорный изолятор; 7 – стержень; 8 – звездочка

Закрепив все фазы, реакторы устанавливают на фундамент, и прикрепляют к нему. Каждая фаза реактора должна опираться на основание всеми изоляторами, колонки устанавливают вертикально, присоединение шин должно соответствовать обозначению на контактных пластинах. Длина шины от опорного изолятора до выводов не должна превышать 500 мм. С целью исключения отрицательного влияния мощного магнитного поля, образуемого реактором необходимо соблюдать следующие условия: расстояние от края реактора до стальных конструкций должно быть не менее половины диаметра реактора; стальные конструкции, расположенные вблизи реактора, не должны иметь замкнутых контуров; армировка опорных изоляторов и болты контактных соединений должны изготавливаться из немагнитных материалов; контур заземления вокруг реактора должен иметь разрыв. На рис. 17.8 представлена схема приспособления для установки реакторов.

17.5. Монтаж измерительных трансформаторов

Перед монтажом измерительных трансформаторов визуально убеждаются в отсутствии повреждений и дефектов. При испытаниях проверяют: отсутствие обрыва в обмотках; состояние изоляции первичной и вторичной обмоток; электрическую прочность; правильность маркировки

выводов и соответствие их заводским обозначениям; сообщаемость бака с маслоуказателем. В маслонаполненных трансформаторах для испытания берут пробу масла.

Трансформаторы тока (ТТ) в закрытых распреустройствах устанавливают на конструкциях из уголковой стали, а также на стальных и железобетонных плитах. Они могут располагаться на фланце или на лапке.

Выводы ТТ располагают так, чтобы шины со стороны питания подходили к зажимам Л1, а отходящие – Л2. Вторичные обмотки ТТ в целях безопасности должны быть замкнуты на прибор или перемычку. При установке трансформаторов тока выше 1000 А стальные угольники, плиты или арматура для устранения возможности индукцирования в них тока должны быть разорваны.

Трансформаторы напряжения устанавливают на опорную конструкцию так, чтобы расстояние между баками было не менее 100 мм, а маслоспускной кран и указатель уровня масла были обращены в сторону коридора управления. Во время установки трансформаторов зажимы высшего напряжения закорачивают и заземляют. После установки производят выверку установки по осям ячейки и производят присоединение первичных и вторичных цепей и заземления. У однофазных трансформаторов заземляется вывод с маркировкой – х, у трехфазных – нулевая точка и вывод обмотки, собранной по схеме открытый треугольник.

17.6. Монтаж силовых трансформаторов

В зависимости от массы и по условиям ограничения габарита масляные трансформаторы поставляют полностью собранными и залитыми маслом или частично демонтированными и загерметизированными в собственном баке без масла, заполненные инертным газом (азотом). Герметизация позволяет сохранить изоляционные свойства обмоток трансформаторов и вводить их в эксплуатацию без ревизии активной части. При этом обязательным условием является выполнение требований РТМ 16.800.723-80 «Трансформаторы силовые. Транспортирование, разгрузка, загрузка, хранение, монтаж и ввод в эксплуатацию». А также СНиП 3.05.06-80. В противном случае производят их ревизию. Все трансформаторы, поставляемые без масла или не полностью залитые маслом, должны быть залиты или долиты маслом в возможно короткий срок, не позднее 3 месяцев со дня прибытия.

Трансформаторы небольшой мощности поставляют в собранном виде, готовыми к монтажу. Монтаж их заключается в установке в специальные камеры катками на направляющие, заложенные в процессе строительства. Катки трансформатора, после установки, специально закрепляют на направляющих упорами. Трансформаторы большой мощности устанавливают в открытых распреустройствах на фундаментах. Порядок их определяется ППЭР (рис.17.9).

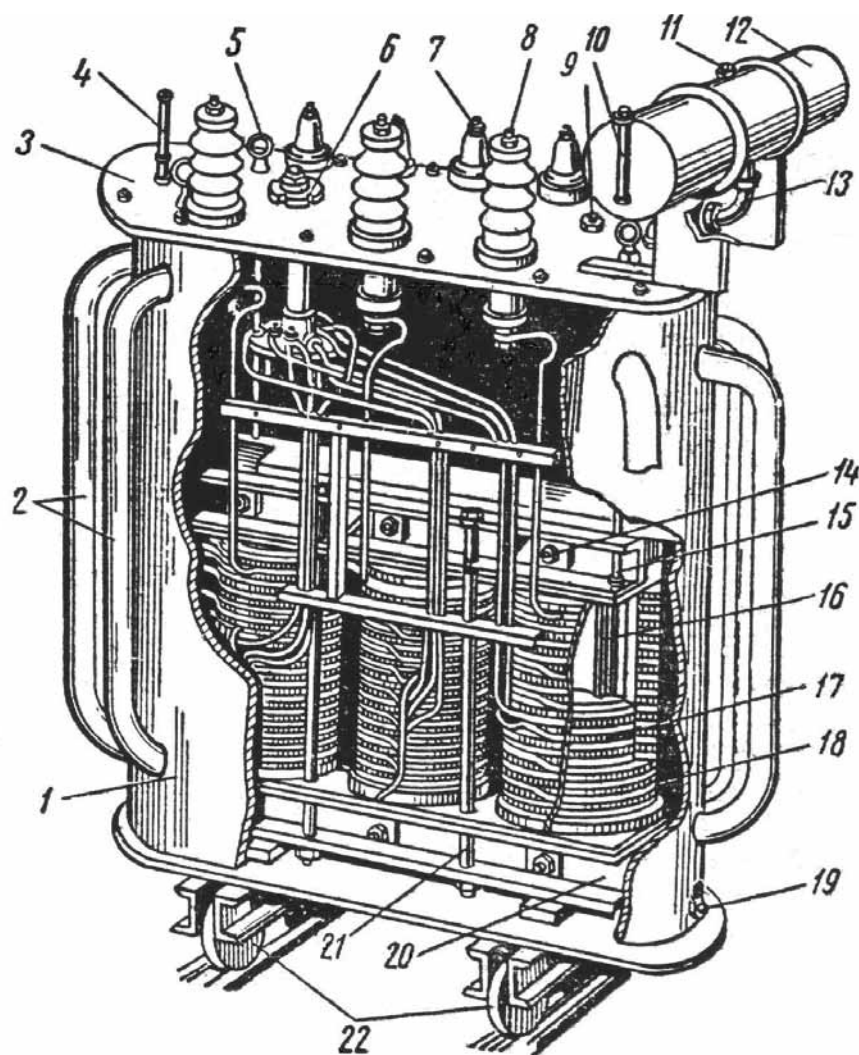


Рис. 17.9. Силовой трехфазный масляный трансформатор:

1 – корпус бака; 2 – циркуляционные трубы; 3 – крышка; 4 – термометр; 5 – подъемное кольцо; 6 – переключатель регулирования напряжения; 7, 8 – вывод обмоток ВВ и ВН; 9 – пробка, закрывающая отверстие для заливки масла; 10 – маслоуказатель; 11, 12 – расширитель и его пробка; 13 – патрубок, соединяющий расширитель с баком; 14 – горизонтальная прессующая шпилька; 15 – вертикальная подъемная шпилька; 16 – магнитопровод; 17, 18 – обмотка НН и ВН; 19 – маслоспускная пробка; 20 – ярмовая балка; 21 – вертикальная стяжная шпилька; 22 – катки

К началу монтажа трансформаторов $U=35$ кВ и выше должны быть подготовлены: фундамент для установки; помещение трансформаторно-масляного хозяйства или площадка вблизи трансформатора для производства ревизии, прогрева и сборки трансформаторов; пути и средства передвижения трансформатора до места установки; система электроснабжения; масляное хозяйство; подъемное оборудование; инструмент и приспособления.

При монтаже трансформаторов выполняют: разгрузку и транспортирование, сборку и установку трансформаторов, заливку или доливку маслом; испытание или пробное включение.

Трансформаторы вводят без сушки, если условия транспортирования и монтажа соответствуют требованиям. В противном случае производят сушку индукционным нагревом, за счет вихревых потерь в стали бака; прогрев токами короткого замыкания; токами нулевой последовательности; обдувом горячим воздухом в утепленном укрытии.

Сборку трансформатора перед установкой начинают с монтажа радиаторов, расширителя и газового реле, реле уровня масла, воздухоочистительного и термосифонного фильтра и заканчивают установкой вводов, встроенного трансформатора тока и приборов контроля. Перед сборкой проводят ревизию, проверку и испытание этих узлов.

Монтаж основных частей трансформатора, требующих разгерметизации, проводят в сухую и ясную погоду. Температура активной части должна превышать температуру точки росы окружающего воздуха не менее чем на 5°C и во всех случаях должна быть не ниже 10°C . Если эти требования не выдерживаются, то трансформатор необходимо нагреть. При относительной влажности воздуха более 85 % разгерметизация допустима только в закрытом помещении. Время нахождения трансформатора в разгерметизированном состоянии не должно превышать: 16 часов при относительной влажности до 75 %, 12 часов для трансформаторов до 35 кВ и 10 часов – 100 кВ и выше при относительной влажности 85 %. Началом разгерметизации считается начало слива масла (для трансформаторов без масла – снятие заглушки), окончание – заливка масла.

В трансформаторы, прибывшие с завода с маслом, доливают только свежее масло. Перед окончательной сборкой трансформаторы, прибывшие без масла, промывают сухим, горячим маслом (бак и все элементы).

Скорость заливки масла не должна превышать 3 т/ч. Температура масла не должна отличаться от температуры масла трансформатора более чем на 5°C . Масло заливают непрерывно, уровень устанавливают в зависимости от температуры по имеющимся указателям. После заливки масла открывают воздухопускные пробки и выпускают воздух. Если после 12 часов отстоя уровень масла понизится, то его доливают, после этого проверяют герметичность уплотнений трансформатора с избыточным давлением столба масла и отбирают пробу масла для анализа.

Трансформаторы могут устанавливаться на каретке с катками и фундаменте. Для подъема и установки трансформатора на место могут использоваться краны, лебедки, домкраты и др. средства.

Для обеспечения надежной работы газового реле трансформаторы должны устанавливаться так, чтобы крышка имела подъем к реле на $1\text{--}2^{\circ}$. После установки к трансформатору присоединяют шины, кабели или провода, а также выполняют его заземление.

Испытание трансформатора во время монтажа и после его окончания выполняют в соответствии с ПУЭ. Определяют условия включения трансформаторов; измеряют параметры, характеризующие состояние изоляции, и проверяют ее прочность повышенным напряжением про-

мышленной частоты; производят измерение сопротивления обмоток, тока и потерь холостого хода; проверяют коэффициент трансформации, группу соединений, работу переключающего устройства и системы охлаждения, состояние силикагеля. Баки с радиаторами испытывают гидравлическим давлением. Включение трансформатора можно производить не ранее, чем через 12 ч после последней доливки. При этом максимальная защита не должна иметь выдержку времени на отключение, а контакты газовой защиты должны быть присоединены на отключение – выключателя. Пробное включение производится толчком на номинальное напряжение на время не более 30 минут, в течение которого следят за состоянием трансформатора. При нормальной работе трансформатор отключают, устанавливают защиты в рабочее состояние и производят 3-5 включений его на номинальное напряжение для проверки отстройки защиты от бросков намагничивающего тока. При удовлетворительных результатах трансформатор включают под нагрузку и сдают в эксплуатацию.

17.7. Монтаж комплектных трансформаторных подстанций (КТП) и комплектных распределительных устройств (КРУ)

КТП на напряжение 6-110 кВ и КРУ – 6-35 кВ представляют шкафы, укомплектованные аппаратами первичных цепей, приборами и аппаратами защиты и заземления, учета и сигнализации, ошиновками и проводами вторичных цепей. Выключатели с приводами устанавливаются стационарно или на выкатных устройствах.

КТП состоят из трансформатора, распределительного или вводного комплектного устройства высокого напряжения и РУ низкого напряжения.

К монтажу КРУ приступают после окончания всех строительных и отделочных работ, чтобы исключить увлажнение изоляции монтируемых устройств. Шкафы КРУ устанавливают, начиная с крайнего соответственно схеме заполнения. Смежные шкафы соединяют болтами. Зазор между ними не должен превышать 1 мм. После выверки установленных шкафов их прикрепляют к закладным деталям сваркой. Затем устанавливают сборные шины, присоединяют ответвления, монтируют шины оперативных цепей, устанавливают приборы.

При монтаже КТП наружной установки силовые трансформаторы и КРУ разгружают на фундамент, выверяют и закрепляют. Затем устанавливают ошиновку и ведут работы по монтажу вторичных цепей, заземления и освещения. Кабели на территории подстанции укладывают в лотки или короба. В блочных подстанциях токоведущие соединения выполняют жесткой ошиновкой. Вокруг подстанций устанавливают сеточное ограждение.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение подстанции и распределительного устройства.
2. В чем заключается подготовка изоляторов к монтажу?
3. Расскажите о правилах монтажа опорных изоляторов.
4. Назовите правила монтажа проходных изоляторов.
5. Каковы правила монтажа подвесных изоляторов?
6. Из какого материала изготавливаются шины?
7. Приведите основные параметры шин.
8. Как шины крепятся к изоляторам и соединяются между собой?
9. Как обеспечивается правильное чередование шин по фазам?
10. Приведите правила монтажа разъединителей.
11. Какие требования предъявляются к монтажу предохранителей?
12. Какие высоковольтные выключатели вы знаете?
13. Что входит в предмонтажный осмотр выключателей?
14. Приведите порядок монтажа выключателей.
15. Какие схемы установки реакторов вы знаете?
16. Какие требования предъявляются к монтажу реакторов?
17. Расскажите правила монтажа трансформаторов тока.
18. Расскажите правила монтажа трансформаторов напряжения.
19. В каком виде поставляются на горные предприятия силовые трансформаторы?
20. Расскажите о предмонтажной подготовке трансформаторов.
21. Как производится монтаж силовых трансформаторов?
22. Приведите порядок монтажа КТП и КРУ.

Глава 18. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Для управления работой электрических машин применяют разнообразные пускорегулировочные аппараты: рубильники, переключатели, автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели, реостаты и др. В последнее время все больше и больше применяют полупроводниковые приборы и микроэлектронную технику, станции управления, представляющие собой комплектные устройства, из необходимого числа электрических аппаратов. Они могут быть открытого и шкафного исполнения.

Применение станций управления позволяет повысить уровень монтажа, снизить его трудоемкость и стоимость и сократить его продолжительность.

Перед монтажом пускорегулирующих аппаратов и станций управления производят их ревизию и наладку. При этом проверяют комплектность поставки, состояние главных и вспомогательных контактов и пружин, опорных призм или подшипников, крепежных болтов, гаек, дугогасительных камер, деталей магнитных систем, легкость хода подвижных частей, гибкой связи и др.

Станции управления устанавливают непосредственно на полу на специальном основании из швеллеров, корабчатой и угловой стали. До их установки в полах (основаниях) выполняют отверстия для крепления оснований станций и для прохода кабелей. При установке станций они выверяются по вертикали и горизонтали. Установку нескольких станций производят от середины в обе стороны и соединяют болтами в общий щит. Закрепляют к основанию и между собой после установки и выверки всех станций. Соединение главных цепей аппаратов с задней стороны станции выполняют голыми проводами – шинами или изолированными проводами. Шины к аппаратам присоединяют при помощи болтов или штепсельных разъемов.

Рубильники, автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели устанавливают на силовых распределительных сборках, распределительных щитах, специальных стойках, опорных конструкциях или на конструкциях, прикрепляемых к станинам, колоннам. Закрепляют аппаратуру на предварительно установленных закрепленных деталях.

Рубильники, как правило, устанавливают с вертикальным положением ножей. Горизонтальное их расположение допускается только в том случае, если цепи отключаются без нагрузки.

Автоматические выключатели, контакторы и магнитные пускатели устанавливают вертикально. Допускается отклонение от вертикального положения не более чем на 5° . Рекомендуемая высота установки аппарата – 1,3-1,8 м, а рукояток включения – 1,5-1,7 м от пола. Аппараты открытого исполнения необходимо устанавливать так, чтобы расстояние от дугогасительных камер до ближайших токоведущих частей других аппаратов и до заземляющих конструкций были не менее допустимых (12 мм по воздуху и 20 мм по изоляции).

Для обеспечения надежной работы контактной системы аппарата должны быть обеспечены требуемые усилия нажатия контактов. С этой целью перед установкой аппараты проверяют и при необходимости регулируют размеры растворов, провалов и усилия нажатия главных и вспомогательных контактов. Методы проверки и количественные значения этих величин приводятся в инструкциях по монтажу и эксплуатации соответствующих аппаратов.

Надежность работы магнитных систем контакторов в значительной степени определяется точностью подгонки подвижной и неподвижной частей системы. Для проверки этого между ними прокладывают листок белой и копировальной бумаги. А затем включают аппарат. Полученный отпечаток должен занимать 2/3 поверхности касания. При меньшей площади соприкосновения якоря к сердечнику поверхности подгоняют регулировкой или шабровкой.

Ящики сопротивлений устанавливают на стеллажах в пожаробезопасном помещении. Они монтируют так, чтобы элементы сопротивлений находились в вертикальной плоскости. При этом должен быть обеспечен свободный приток воздуха снизу и выход сверху. Соединение между ящиками сопротивлений выполняют шинами или голыми проводами. С проводов, подключаемых к ящикам, должна быть снята изоляция на расстояние не менее 100 мм от зажима.

Детали электрических машин и аппаратов перед монтажом должны размещаться в соответствии с рабочей схемой на расстоянии не менее 1 м от края перекрытия или площадки и только в устойчивом положении. При этом необходимо следить, чтобы нагрузки на 1 м² перекрытия не превышали предельно допустимых значений. Оставлять электрические машины в поднятом состоянии и не закрепленными на конструкциях после их установки не разрешается. Во время монтажа запрещается выполнять какие-либо работы, находясь на краю неогражденного района и под поднятыми машинами. При необходимости выполнения таких работ проемы должны быть закрыты временными настилами или ограждениями. Проверку совпадения отверстий соединяемых частей выполняют только с помощью монтажных приспособлений. Перед опробованием смонтированных вращающихся механизмов проверяют надежность крепления фундаментных болтов и узлов оборудования и движущихся частей.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая пускорегулирующая аппаратура применяется для управления работой электрических машин?
2. Расскажите о предмонтажных работах на электрических аппаратах.
3. Приведите порядок монтажа станций управления.
4. Каковы правила монтажа магнитных пускателей, рубильников, контакторов и др.?
5. В чем заключается порядок монтажа ящиков сопротивлений?

Глава 19. МОНТАЖ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Линия для передачи электрической энергии или отдельных импульсов, состоящая из одного или нескольких кабелей с соединительными стопорными или концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, получила название кабельной линии. Сооружение, специально предназначенное для размещения в нем кабелей, кабельных муфт и другого оборудования, называется *кабельным сооружением*, к нему относятся кабельные туннели, каналы, блоки, этажи, двойные полы, кабельные эстакады, галереи и камеры.

Область применения кабелей зависит от условий внешней среды и опасности помещения, вероятности повреждения, места прокладки, разности уровней прокладки. Порядок прокладки кабелей определяется для установок на поверхности Едиными техническими указаниями по выбору и применению электрических кабелей, а в горных выработках отраслевыми ПБ.

Перед монтажом кабель должен быть тщательно проверен. Наружным осмотром убеждаются в отсутствии механических повреждений, увлажнении изоляции на концах кабеля и др. При наличии повреждений кабель необходимо размотать и проверить мегомметром сопротивление изоляции и целостность жил.

Кабельные линии должны выполняться так, чтобы в процессе их эксплуатации и монтажа было исключено возникновение механических повреждений. Для этого кабели укладываются по длине, обеспечивающей компенсацию от возможных температурных деформаций, как кабелей, так и конструкций, по которым он проложен, а также смещение почвы. Конструкции для укладки кабелей должны исключать возможность их механического повреждения. При прокладке кабелей радиусы внутренней кривой изгиба жил должны иметь кратности по отношению к их наружному диаметру не менее указанных в ГОСТе или ТУ.

С целью исключения стекания пропиточного состава в кабелях с бумажной изоляцией при прокладке их на вертикальных и наклонных участках трассы должны быть ограничены разностью уровней начала и конца кабелей. Разность уровней для кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией не ограничивается.

При отрицательных температурах изоляция оболочки и покровы кабелей теряют пластичность и могут быть легко повреждены, поэтому в холодное время года размотка, переноска и прокладка разных типов кабеля допускается тогда, когда температура воздуха в течение 24 часов до начала прокладки не снижалась ниже указанной в справочниках температуры.

При более низких температурах прокладка кабеля допускается только после предварительного их прогрева. При этом сроки прокладки кабеля ограничиваются следующими значениями времени: не более 60 мину при $t = 0-10^0 \text{ C}$; не более 40 минут при $t = -10-20^0 \text{ C}$; не более 30 минут, когда температура воздуха ниже $t = -20^0 \text{ C}$. Если прокладка кабеля в указанные

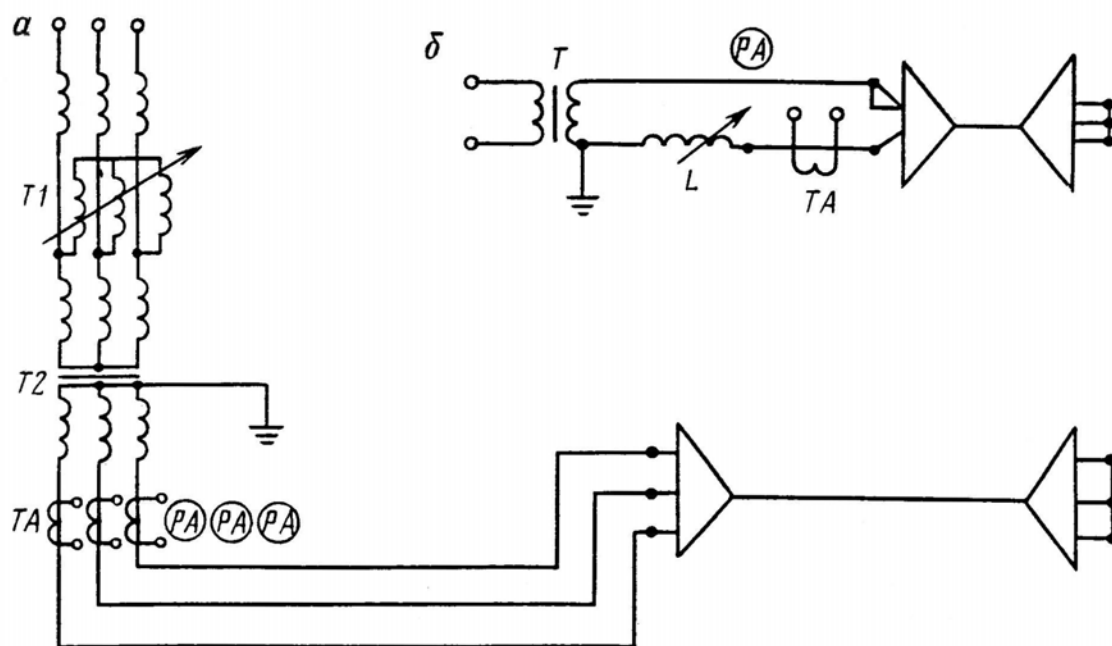


Рис. 19.1. Схема прогрева кабелей:
а – трехфазным током; б – однофазным током

сроки невозможна, то должен быть обеспечен постоянный подогрев кабеля или перерывы для дополнительного прогрева кабеля.

Наиболее просто и безопасно осуществлять прогрев кабеля внутри теплых помещений, находящихся вблизи мест прокладки кабеля, что не всегда выполнимо. Недостатком такого метода является большая продолжительность прогрева – до 72 часов, которая значительно снижается (до 1-4 часов) в зависимости от температуры воздуха и сечения кабеля, при прогреве кабеля трехфазным или однофазным током. Прогрев кабеля осуществляется сварочным или специальным трансформатором мощностью 15-25 кВ·А. Требуемые параметры прогрева кабелей (допустимый ток и напряжение) обеспечивают регулировочными устройствами. Обычно прогрев прекращается, когда температура наружного покрова внешних витков кабеля достигает 20-30⁰ С. Выбор способа прогрева кабелей зависит от условий прокладки и технических возможностей (рис. 19.1).

19.1. Раскатка кабелей

Раскатка кабелей – одна из трудоемких операций, от которой в значительной степени зависит в последующем надежность работы кабельных линий. Для раскатки кабелей следует применять механизированные способы: протяжку кабеля по трассе с помощью приводных протяжных устройств, лебедок или дуговых механизмов; передвижного барабана с кабелем, установленным на кабельной тележке, грузовом автомобиле, трубоукладчике, с одновременной раскаткой кабеля. Этот способ применяется на

трассах, свободных от препятствий, где возможно передвижение применяемых механизмов. Для раскатки кабеля тяжением барабан устанавливают на кабельные домкраты и поднимают на высоту, обеспечивающую свободное вращение. Кабель с тяговым механизмом соединяется тросом, который крепится к кабелю при небольших усилиях (до 1 кН) с помощью проволочного чулка, брезентового пояса, а при больших усилиях непосредственно за жилы кабеля или с помощью специального зажима. Тяжелые кабели с пластмассовой или свинцовой оболочкой крепятся только за жилы. Усилия тяжения при прокладке кабеля не должны превышать механических прочностей на растяжение, допустимых для токоведущих жил, оболочек и изоляции. Усилие тяжения рекомендуется контролировать с помощью динамометра. При раскатке кабель на прямолинейном участке укладывают на линейные ролики, устанавливаемые через 2-5 м; в местах поворота трассы устанавливают угловые ролики. Радиус установки последних должен быть не меньше допустимого изгиба кабеля. Ролики устанавливают так, чтобы исключалось трение кабеля о землю, пол, кабельные конструкции и т.д.

Раскатка кабелей вручную допустима только на коротких трассах или когда применение средств механизации экономически не выгодно.

19.2. Прокладка кабеля на поверхности шахт и рудников

На поверхности шахт и рудников кабели прокладывают в траншеях и каналах, а при большом их количестве для этих целей используют туннели, эстакады, галереи и др.

При выборе способа прокладки кабелей учитывают первоначальные капитальные затраты и затраты, связанные с выполнением эксплуатационно-ремонтных работ. А также надежность, удобство и экономичность обслуживания сооружений.

Прокладку кабелей в траншеях целесообразно применять на неасфальтированных территориях, в местах с малой вероятностью повреждения.

Кабели в траншеях укладывают на глубине не менее: 0,7 м – для линий напряжением до 20 кВ (рис.19.2); 1 м – U=35 кВ; 1,5 м – выше 35 кВ. Кабели прокладывают «змейкой» с запасом по длине до 1 % при положительных температурах и до 4 % – при отрицательных. Они должны иметь снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем мелкой земли или речного песка не менее 100 мм, не содержащих камней, строительного мусора и шлака. Для защиты контрольного и силового кабелей от механических повреждений над слоем засыпки укладывают железобетонные плиты или обыкновенный кирпич. Затем траншея засыпается землей. В последнее время находит применение бестраншейная прокладка кабеля в земле. При этом используют буровые грунтовые машины или специальные кабелеукладчики с тяговыми механизмами.

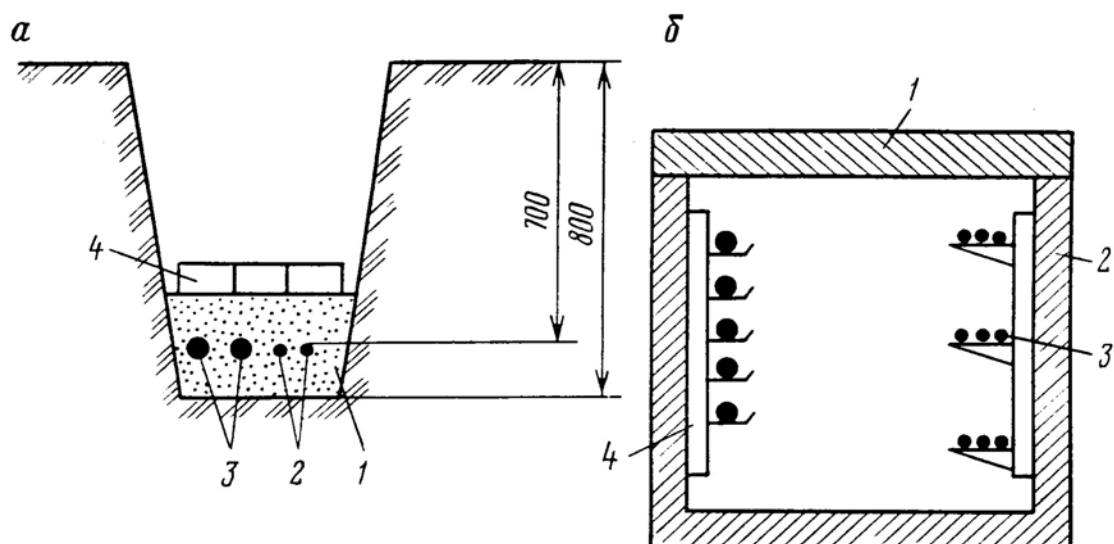


Рис. 19.2. Способы прокладки кабелей:
а – в траншеях: 1 – песок; 2, 3 – кабели; 4 – кирпичи;
б – в каналах: 1 – крышка; 2 – стенка; 3 – кабели; 4 – поддерживающая рамка

Прокладка кабелей в траншеях имеет ряд преимуществ: меньше капитальные затраты, хорошие условия охлаждения, позволяющие более рационально использовать сечение кабелей. Однако при такой прокладке затруднен осмотр, а при выполнении ремонтов или замене кабеля требуется выполнение значительного объема работ.

Прокладка кабелей в каналах. Такой способ прокладки применяют как внутри производственных помещений, так и вне зданий. Каналы сооружают из унифицированных каналов лоткового или сборного типа. Вне зданий кабельные каналы засыпают поверх съемных плит слоем земли не менее 300 мм. Внутри зданий каналы закрывают несгораемыми плитами или рифленым железом. Для прокладки кабеля применяют кабельные стойки с полками и профили с закладными подвесками. Допускается также укладка кабеля по дну канала.

Прокладка кабелей в туннелях, галереях, эстакадах. Кабельные сооружения имеют высокую стоимость, поэтому их применяют при больших потоках кабелей.

Кабели в таких сооружениях укладываются на кабельные стойки с полками из профиля или профили с закладными подвесками. Способ раскатки и укладки кабелей на кабельные конструкции зависит от вида кабельного сооружения. В закрытых кабельных конструкциях для раскатки кабелей используют различные тяговые механизмы: лебедки, протяжные устройства и др. Кабели, прокладываемые в кабельных сооружениях, не должны иметь защитных покровов из горючего материала. Муфты для соединения кабелей должны располагаться на специальных площадках на необслуживаемой стороне сооружения.

Прокладка кабеля в условиях вечной мерзлоты. В районах вечной мерзлоты вследствие изменения теплового и гидрологического режимов грунт деформируется в виде пучения, просадки (термокарст), образования морозобойных трещин, оползней и оврагообразования. Такие явления могут привести к повреждению кабеля. В этих районах может выполняться как подземная (в траншеях, каналах, туннелях, коллекторах), так и наземная (в защитных коробах, по эстакадам, галереям, по стенам и конструкциям зданий, по водоводам, воздушной подвеской) прокладка кабеля.

Глубина прокладки кабеля в траншее зависит от вида грунта, глубины летнего оттаивания, неравномерности пучения, характера образования морозобойных трещин.

После укладки кабеля на песчаную подушку он прикрывается дренирующими слоями песка, щебня или гравия; засыпается местным размельченным грунтом, а затем покрывается слоями торфа или дренирующего грунта.

Защиту кабеля от механических повреждений предпочтительнее осуществлять досками или горбылем. Они понижают границу летнего оттаивания, что позволяет ослабить действие морозобойных трещин на кабель.

Каналы для прокладки кабелей выполняются из монолитного железобетона, с битумным покрытием для полной гидроизоляции. Они должны иметь уклон, а в нижних точках заглубления для стока воды. При сооружении каналов во влажных пучистых грунтах под каналы и с боков подсыпают слой дренирующего грунта толщиной до 0,5 м.

Для обеспечения требуемой эксплуатационной надежности кабеля, проложенные в земле, целесообразно соединять не с помощью муфт, а в специальных шкафах, устанавливаемых на поверхности земли, на бетонных фундаментных плитах. В шкафах монтируют концевые муфты, и шинные переемы для соединения жил кабеля.

Для исключения теплового воздействия, могущего привести к оттаиванию грунта и к посадке зданий, кабели из траншеи должны выводиться на некоторое расстояние от зданий. При этом рекомендуется выполнять воздушный ввод кабеля.

При прокладке по эстакадам для предотвращения повреждения кабеля от выпучивания грунта на несущей балке предусматривают компенсаторы в виде петлевых провесов.

19.3. Прокладка кабелей в подземных выработках

Прокладка кабелей в вертикальных стволах может выполняться двумя способами. При бесканатном способе барабан с кабелем устанавливают в клеть и опускают по стволу. По мере опускания клетки барабан разматывается, и кабель крепят на постоянные конструкции. Такой способ применяют в основном для прокладки контрольного кабеля. При втором способе кабель опускают в ствол на канате. Вблизи ствола устанавливают лебедку с 2-мя тормозами, барабан с кабелем на домкратах. Для предохра-

нения кабеля и каната от зависания на них закрепляют конусообразный отвес, который служит и для геометрической защиты кабеля (рис. 19.3).

Грузоподъемность лебедки и диаметр каната принимают с 4-кратным запасом прочности. Диаметр направляющего шкива зависит от наружного диаметра кабеля, применяется по справочнику для разных видов кабеля. Шкив должен иметь деревянную футеровку. Кабель с канатом крепятся через каждые 20-25 м металлическими зажимами и через каждые 2-3 м между собой пеньковыми канатами. После спуска кабель сразу крепится к постоянным конструкциям согласно проекта, но с шагом не более 7 м.

Длина кабеля принимается такой, чтобы в стволе не возникала необходимость монтажа муфты. При необходимости муфты располагаются на промежуточных горизонтах или в нишах. Запас кабеля у соединительных муфт должен быть длиной 2-3 м для предотвращения восприятия ими весовых нагрузок.

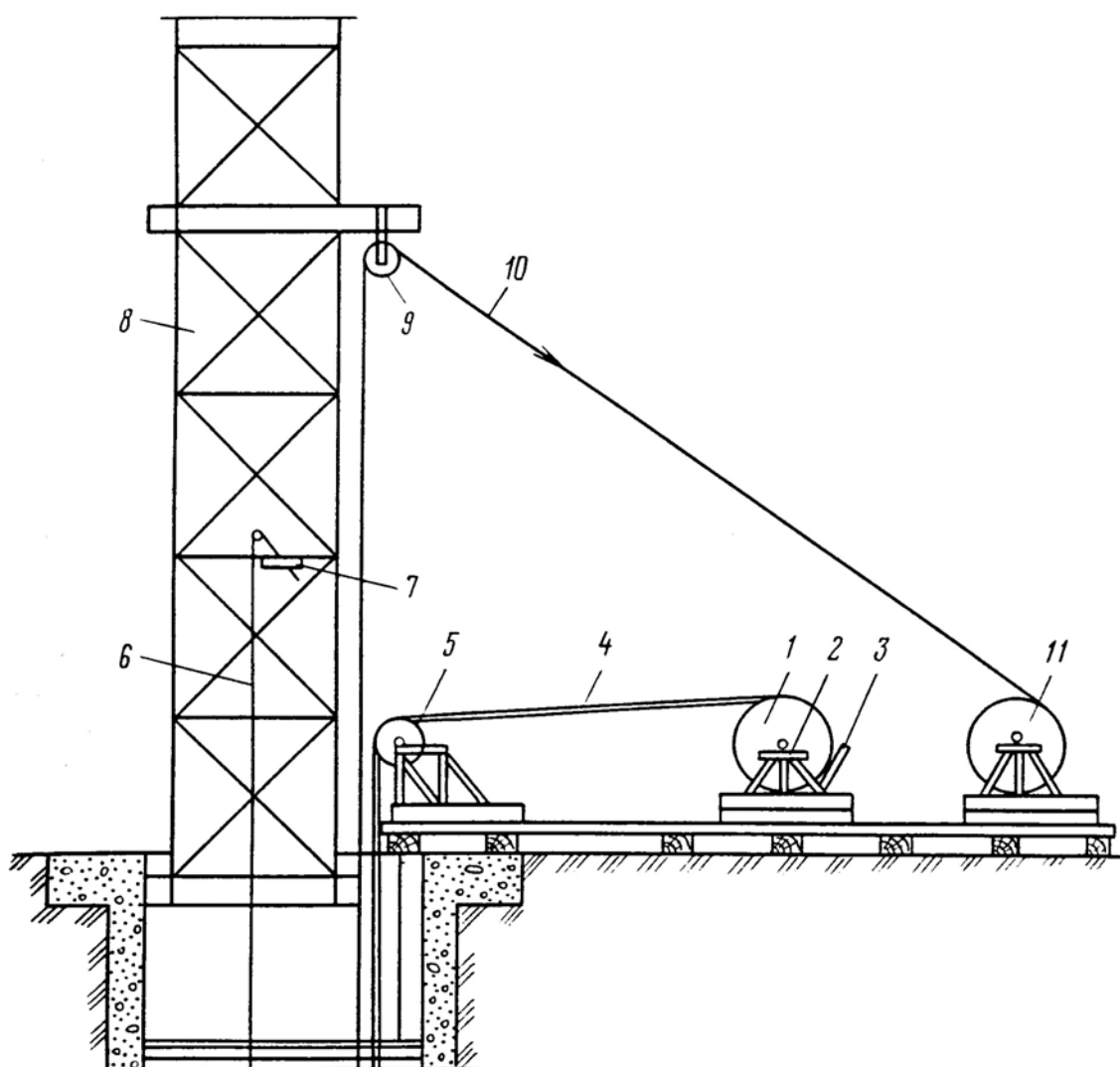


Рис. 19.3. Схема прокладки кабеля в стволе:

- 1 – барабан; 2 – кабельный домкрат; 3 – тормоз; 4 – кабель; 5 – направляющий шкив; 6 – сигнальный трос; 7 – сигнальное устройство; 8 – копер; 9 – блок; 10 – поддерживающий трос; 11 – лебедка

Прокладка кабелей в горизонтальных и наклонных выработках. Бронированные кабели могут прокладываться непосредственно с кабельного барабана, установленного на тележке или на козлах, допускающих свободное вращение барабана. Раскатка кабеля должна производиться по роликам, установленным между рельсами посредством лебедки. Усилие, требуемое для раскатки кабеля, определяется исходя из массы кабеля.

Гибкий кабель в шахту доставляют в вагонетке или на специальной площадке, где его укладывают кольцами и защищают от механических повреждений. Кабели, прокладываемые в выработках с бетонной, кирпичной или аналогичной крепью, жестко закрепляют на сборных конструкциях из профильной, полосовой стали или из проволоки. Учитывая высокую вероятность обрушения в выработках, закрепленных металлической и деревянной крепью, кабели подвешиваются эластично на лентах или с провесом на колышках (рис. 19.4). При вывале породы такие провесы обрываются, и снижается вероятность повреждения кабеля. Кабель подвешивается на стороне, противоположной прокладке вентиляционных труб, контрольным кабелям и кабелям связи. Если это условие нельзя выполнять, то расстояние между кабелями выбирается не менее 0,2 м. Высота подвески должна исключать повреждение кабелей при сходе вагонеток с рельсов, а в случае обрыва – попадание на рельсы или решетки. В горизонтальных выработках расстояние между местами подвески кабеля не должно превышать 3 м, в наклонных – 5 м. Расстояние между силовыми кабелями должно быть не менее 50 мм.

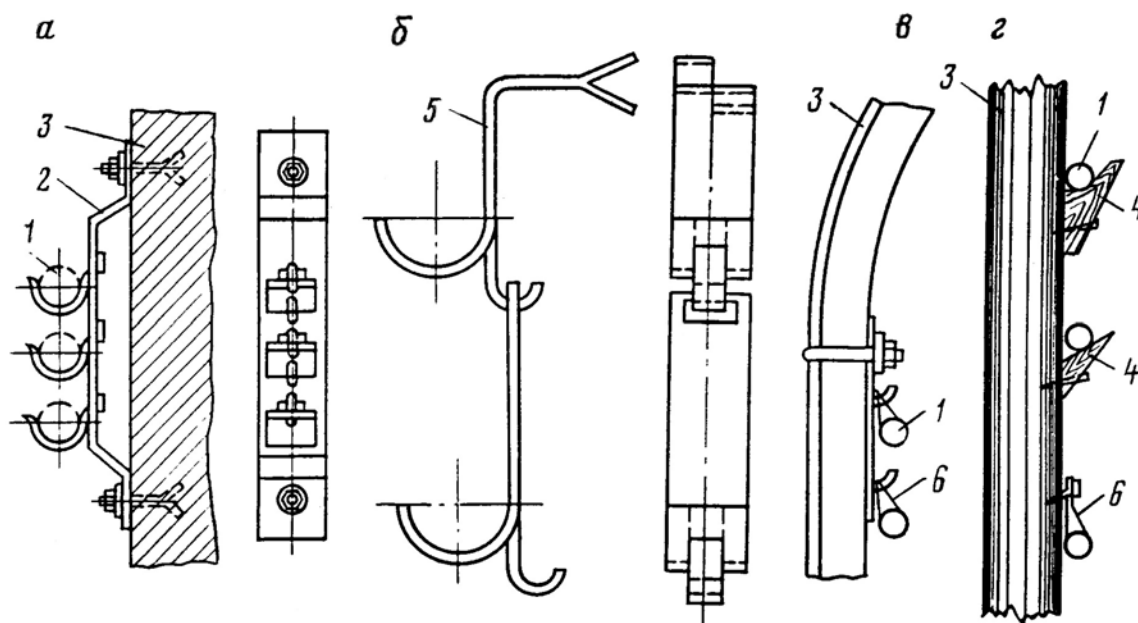


Рис. 19.4. Конструкции для крепления кабелей:
а, б – для жесткой подвески; в, г – для эластичной подвески;
1 – кабель; 2 – скоба; 3 – крепь; 4 – деревянный колышек;
5 – металлический крючок; 6 – эластичная лента

При угле наклона более 20° для предотвращения сползания под действием собственного веса, кабель должен быть дополнительно жестко закреплён металлическими скобами и мягкими прокладками. Расстояние между скобами должно быть: 40-50 м при угле наклона $20-30^{\circ}$; 20-30 м при наклоне – $31-45^{\circ}$; 6-20 м при угле выше 45° .

Кабели через перемычки вентиляционных противопожарных дверей и камер прокладывают в трубах, зазоры в которых уплотняют глиной.

В очистных забоях кабели прокладываются в желобах навесного оборудования конвейеров, а перемещаемые в процессе работы части кабеля размещают в траковой цепи кабелеукладчика. При отсутствии навесного оборудования на конвейере допускается эластичная подвеска кабеля на стойках крепи. Кабели, питающие передвижные машины, могут быть расположены на почве на протяжении не более 30 м.

19.4. Соединение и присоединение кабеля

От качества монтажа соединений и присоединений в значительной степени зависит надежность работы схем электроснабжения.

Соединение и присоединение бронированных кабелей выполняют с помощью кабельных муфт, концевых заделок и арматуры. Область применения муфт и концевых заделок определяют уровнем напряжения, условиями применения, разностью уровней прокладки кабелей, маркой кабеля и др.

Для соединения кабелей напряжение **6000 В и выше** должны применяться эпоксидные (СЭ) и свинцовые (СС) муфты, а для **кабелей напряжением до 1000 В** кроме этих могут применяться также и чугунные (СЧ и СЧМ) (рис. 19.5). Для оконцевания кабелей внутри помещений могут использоваться концевые заделки с применением полихлорвинилхлоринового клея (КВВ) и самосклеивающихся лент (СКВ), резиновых перчаток (КВР), перчаток из эпоксидного компаунда (КВЭ), а также концевые муфты, заливаемые битумным составом (КВБ).

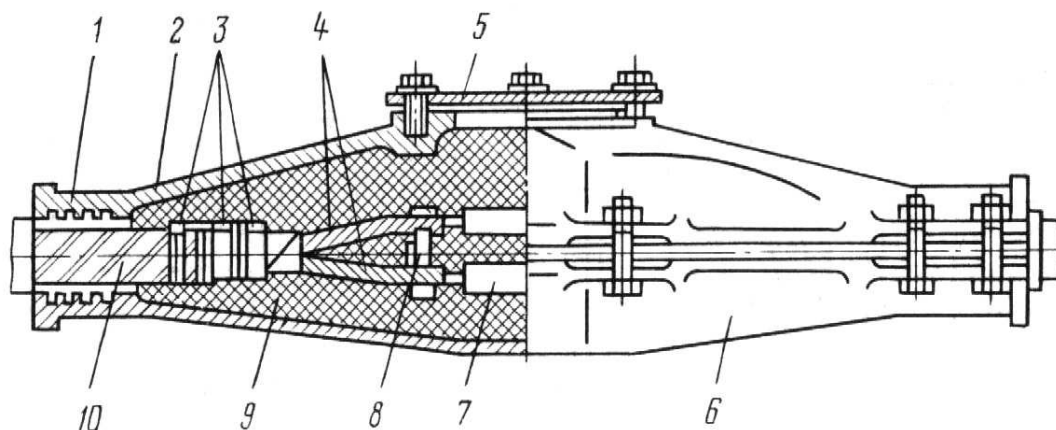


Рис. 19.5. Чугунная соединительная муфта СЧ:

1 – подмотка смоляной лентой; 2 – верхняя половина корпуса; 3 – проволочные бандажи; 4 – жилы кабеля; 5 – крышка; 6 – нижняя половина корпуса; 7 – соединительная гильза; 8 – распорка; 9 – битумный состав; 10 – кабель

Присоединение кабельных линий к воздушным выполняют с помощью мачтовых муфт (КМ), устанавливаемых на опорах, а к открыто установленному оборудованию – с помощью муфт наружной установки КН и КНЭ.

Монтаж муфт и концевых заделок выполняют в строгом соответствии с указаниями нормативно-технической документации.

При разделке кабеля последовательно удаляют наружный защитный покров (1), броню (2), свинцовую оболочку (3), поясную (4) и фазную (5) изоляции. Размеры разделки зависят от конструкции муфты или заделки, марки и сечения кабеля. На расстоянии А поверх джутового покрова накладывают бандаж и разматывают кабельную пряжу, которую не срезают – ее используют для защиты от коррозии оголенной брони кабеля после монтажа (рис. 19.6). В кабелях с пластмассовым шлангом на это расстояние удаляют шланг.

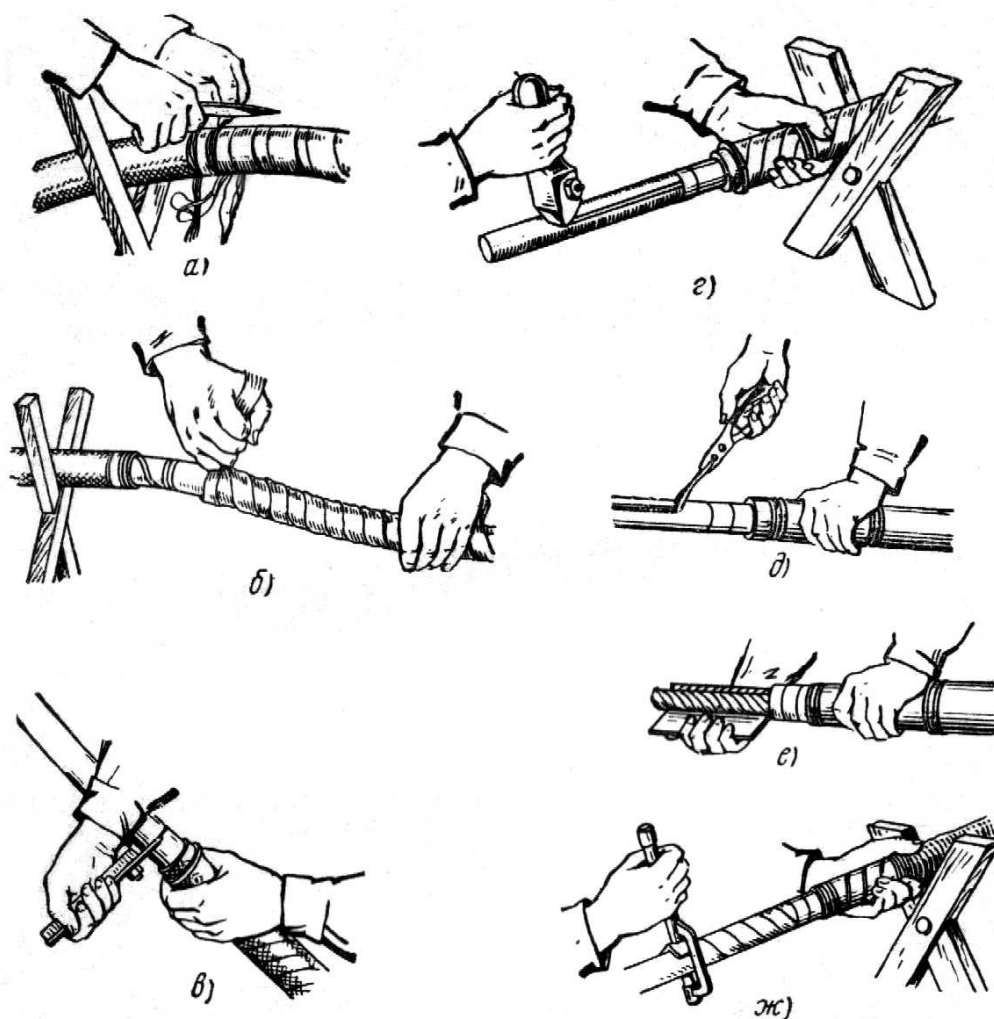


Рис. 19.6. Последовательность операции разделки кабеля:
а – удаление джутовой оплетки; б – удаление брони; в – выполнение кольцевого надреза свинцовой оболочки; г – выполнение продольных надрезов свинцовой оболочки; д – удаление полосы свинцовой оболочки; е – удаление всей свинцовой оболочки; ж – выполнение спирального надреза поясной изоляции

На расстоянии Б (50-100 мм) от первого бандажа на броню кабеля накладывают 2-й бандаж. По кромке бандажа ножовкой надрезают броню, с ограничением по глубине, после этого свинцовую подушку под ней удаляют. Свинцовую оболочку кабеля тщательно зачищают и на расстоянии О и П от среза брони осторожно производят кольцевые разрезы на половину толщины оболочки специальным кабельным ножом с ограничением глубины резания. Затем на расстоянии Ж выполняют два продольных надреза и с помощью плоскогубцев удаляют оболочку. Оболочку между кольцевыми надрезами временно оставляют для предохранения поясной изоляции, которую удаляют, разматывая ленты от конца кабеля и обрывая от кольцевого надреза.

После разделки жилы кабеля разводят и выгибают так, чтобы удобно было произвести их соединение. Эту операцию производят специальными шаблонами или вручную. Снимают оставшийся поясok оболочки между кольцевыми надрезами и накладывают поясную изоляцию из суровых ниток.

При соединении кабеля с концов жил на длине Г, определяемой способом соединения или окольцевания, удаляют бумажную изоляцию. Предварительно у места среза изоляции накладывают бандаж из суровых ниток. Для соединения и окольцевания жил кабеля применяют способы опрессовки, сварки и пайки.

Для удаления влаги, которая может попасть на бумажную изоляцию после соединения или окольцевания, разделку обрабатывают разогретой маслоканифольной массой (МП-1). Изолированные соединения выполняют лентами кабельной бумаги, сматываемой с рулонов. Лента должна быть наложена плотно и ровно, с 50 % перекрытием. После изолирования между жилами устанавливают фарфоровые распорки, которые обеспечивают установленные расстояния между жилами. Закончив изолирование разделки, приступают к сборке муфты и заземлению оболочки и брони кабеля.

Разделку кабеля укладывают симметрично в нижнюю половину корпуса и соединяют многопроволочный заземляющий проводник к заземляющему зажиму муфты. Верхнюю половину корпуса накладывают на нижнюю и скрепляют болтами.

Собранные свинцовые и чугунные муфты заливают битумной массой (МБ-60, МБ-70, МБ-90, МБМ), а эпоксидные – эпоксидным компаундом (К-176, К-115) с соответствующими отвердителями.

Особенностью выполнения **концевых заделок во взрывозащищенном электрооборудовании** является применение специальных вводов, обеспечивающих взрывонепроницаемость, которая достигается соответствующими параметрами взрывозащиты в местах соединения фланцев вводов с оболочкой оборудования и применением уплотнительных колец или заливкой битумной массой корпусов муфт. Применение прижимных планок втулок защищает кабель от выдергивания из муфты. Требуемая герметизация кабеля достигается заливкой заделок во вводном устройстве ка-

бельной массой или применением сухих заделок. В сухих заделках могут применяться трехслойные пластмассовые трубки, трубки из нейтритовой резины, заделки поливинилхлоридной лентой и лаками и резиновые перчатки. Последняя заделка состоит из резиновой перчатки, к пальцам которой приклеены резиновые трубки. В нижней части перчатки приклеивается к оболочке кабеля и уплотняется стальным хомутом, а в верхней части жилы уплотняются стальным бандажом. Область применения заделок рудничного электрооборудования и технология их выполнения определяются ПТЭУ.

Соединение и присоединение силовых гибких кабелей. Соединение гибких кабелей выполняют способом горячей вулканизации. Жилы соединяемых кабелей разделяют вразбежку (рис.19.7). Жилы соединяют с помощью медных гильз с последующим обжатием скрутки с пайкой оловянным припоем, дуговой сваркой. Соединенные жилы вначале обматывают лакотканью, лентой ПВХ или другой высококачественной изоляцией, а затем лентой из сырой резины в несколько слоев так, чтобы накладываемый резиновый слой был не менее толщины основной изоляции жил. Для восстановления электропроводящего экрана на восстановленную изоляцию наматывают в один слой липкую изоляционную ленту (ЛТ-40) липкой стороной вверх и посыпают ее порошком мелкого графита. После этого все жилы кабеля обматывают миткалевой лентой в один слой с 1 % перекрытием, поверх которого накладывают ленту из сырой резины, пока диаметр намотанной части не станет больше диаметра кабеля на 5 мм. Поврежденное место кабеля укладывают в вулканизатор, нагретый до 140°C . Вулканизация проводится в течение 40-50 минут. Соединенный таким образом кабель подвергают испытаниям: *механическим* – путем изгибания его в разные стороны на 180° вокруг цилиндра с диаметром, равным 10-кратному наружному диаметру кабеля (после 5 изгибаний кабель не должен иметь трещин и отслаиваний оболочки).

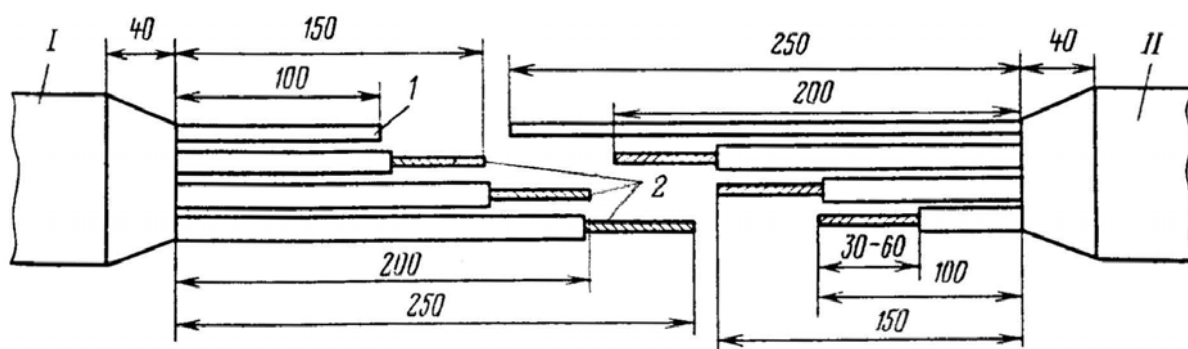


Рис. 19.7. Схема разделки четырехжильного гибкого кабеля:
1 – заземляющая жила; 2 – силовая жила; 3 – оболочка кабеля

Номинальной токовой нагрузки основных жил до установившейся температуры кабеля (разность температур на целом месте и на участке ремонта не должна превышать 5°C). Сопротивление изоляции жилы в холодном состоянии должно быть не менее 100 Мом, а в нагретом – 10 Мом на 1 км длины.

Соединение гибких кабелей возможно также посредством соединителей электрических (СНВ). Они могут применяться только в цепях с дистанционным управлением, при котором при разъединении соединителя обеспечивается опережающее отключение силовой цепи. Размеры разделки кабеля должны соответствовать требованиям инструкции по эксплуатации. При разделке кабеля полупроводящий экран должен быть снят на длину не менее 100 мм. После подсоединения жил кабеля к контактным зажимам вилку и розетку устанавливают в корпусе. Уплотнение кабеля обеспечивается уплотнительным кольцом. Для присоединения гибких силовых и контрольных кабелей в рудничном оборудовании предусмотрены специальные кабельные вводы. Длина разделки кабеля определяется размерами входных устройств. При разделке силовых жил электропроводящий экран снимают до среза шланговой оболочки. Расстояние от оголенной жилы до электропроводящего слоя экрана по изоляции должно быть не менее 50 мм. Разводку жил во вводном устройстве выполняют так, чтобы изоляция жил не соприкасалась с токоведущими частями.

Соединение контрольных жил. При соединении контрольных жил обрезку производят так, чтобы места соединений располагались вразбежку, по возможности ближе к центру муфты. Медные жилы соединяют скруткой с последующей пайкой. Восстановление изоляции в месте пайки может выполняться путем надвигания отрезка поливинилхлоридной трубки, надетой перед сращиванием на одну из жил, или намотки на место пая двух слоев поливинилхлоридной ленты.

19.5. Защита металлических оболочек кабеля от коррозии

Металлические оболочки и броня кабеля в процессе эксплуатации подвергаются коррозионному разрушению. Все виды коррозии разделяются на два основных типа: *химическую* и *электрохимическую*. Наибольшую опасность представляет электрохимическая.

Для стальной брони кабеля наиболее удобными критериями оценки агрессивности грунта является его удельное сопротивление, химический состав и показатель ионов водорода pH. При оценке опасности коррозии от блуждающих токов, определяют потенциал оболочки кабеля относительно земли, рельсов и др. сооружений, значение и направление тока на оболочке кабеля, плотность тока, стекающего с кабеля.

Защиту открыто проложенного кабеля от коррозионного воздействия окружающей среды выполняют путем окраски брони или металлической оболочки антикоррозийными лаками или красками. Для защиты кабелей,

проложенных в земле, применяют два вида защит: пассивную и активную. *Пассивная защита* представляет использование надежного и стойкого защитного покрова металлических оболочек. *Активная или электрохимическая* основана на подведении к металлическим оболочкам кабелей отрицательного потенциала относительно земли, в результате чего на них прекращается процесс электрической коррозии. Применяют четыре вида электрохимической защиты: катодную, протекторную, поляризованную протекторную и электрический дренаж (рис. 19.8).

Катодная защита поляризация в ней осуществляется постоянным током, протекающим из грунта в кабель 1 под действием приложенной разности потенциалов кабель - земля.

Протекторная защита – это разновидность катодной, она не требует внешнего источника тока. Источником поляризованного тока в ней служит гальванический элемент, образованный металлом оболочки кабеля 1 «катод» и металлом протектора 6 «анод».

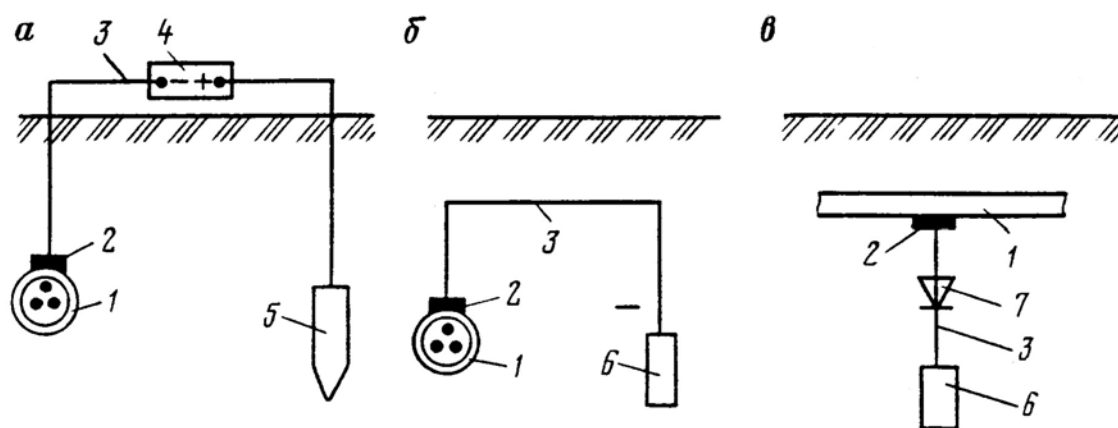


Рис. 19.8. Методы защиты кабеля от коррозии:

а – катодный; б – протекторный; в – поляризованный протекторный; 1 – кабель;
 2 – контакт стальной шины с металлической оболочкой кабеля; 3 – стальная шина;
 4 – источник постоянного тока; 5 – электрод; 6 – протектор; 7 – диод

Для защиты от блуждающих токов промышленной частоты и в зонах знакопеременных блуждающих токов применяют поляризованные протекторы. Они отличаются от обычных тем, что подключаются к кабелю через диод 7.

Принцип защиты от блуждающих токов методом электрического дренажа состоит в отводе блуждающих токов в рельсы, отсасывающие пункты, или в зону земли, где блуждающие токи отсутствуют, через дренажное устройство, обеспечивающее нужные значения и направления тока. Все типы указанных защит выпускаются в виде комплектных аппаратов.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение кабельной линии.
2. Для каких целей производят прогрев кабельной линии?
3. Назовите способы прогрева кабельных линий.
4. Расскажите о правилах раскатки кабельных линий.
5. Перечислите правила прокладки кабелей в траншеях.
6. Каковы правила прокладки кабелей в каналах?
7. Особенности прокладки кабелей в туннелях, галереях, эстакадах.
8. Какие условия необходимо соблюдать при прокладке кабелей в условиях вечной мерзлоты?
9. Назовите правила прокладки кабелей в вертикальных горных выработках.
10. Перечислите правила прокладки кабелей в горизонтальных и наклонных горных выработках.
11. Какова последовательность разделки концов кабелей для их соединения?
12. Приведите правила соединения кабельных линий при помощи муфт и вулканизацией.
13. Назовите методы защиты кабеля от коррозии.

Глава 20. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Воздушные линии (ВЛ) электропередачи находят широкое применение для передачи и распределения электроэнергии между потребителями горных предприятий. В таких линиях электроэнергия передается по голым проводам, расположенным на открытом воздухе и закрепляемом при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на зданиях и инженерных конструкциях. ВЛ внешнего электроснабжения могут быть одно- и двухцепными.

К основным элементам воздушных линий относятся опоры, провода, изоляторы и арматура.

Опоры. Опоры ВЛ поддерживают провода на необходимом расстоянии от поверхности земли, проводов других линий, крыш зданий, горного оборудования и т.д. Они должны быть механически прочными при воздействии нагрузок ветра и гололеда.

По назначению опоры делятся на промежуточные, анкерные, концевые, угловые и специальные.

Промежуточные опоры служат только для поддержания проводов. Они не рассчитаны на одностороннее тяжение, поэтому устанавливаются на прямых участках линий.

Анкерные опоры устанавливают на пересечении ответственных инженерных сооружений, естественных преград, а также в опорных местах монтажа. В отличие от промежуточных, они воспринимают продольную нагрузку, поэтому для надежности работы линий анкерные опоры устанавливают на прямых участках не реже, чем через 5 км, а при условиях возможности образования льда на проводах толщиной свыше 10 мм – не реже чем через 3 км.

Концевые опоры являются разновидностью анкерных и их устанавливают в начале и в конце линии.

Угловые опоры устанавливают в местах изменений направления ВЛ. Углом поворота линии считается угол, дополняющий до 180^0 внутренний угол линии.

Специальные опоры устанавливают при переходах через здания, сооружения, реки, железные дороги и т.д. Они обычно выше нормальных и их выполняют по специальным проектам.

На открытых горных работах сооружаются *стационарные и передвижные ВЛ*. *Стационарные* внутрикарьерные линии сооружают на нерабочих уступах для подачи электроэнергии к внутрикарьерным распределительным пунктам и подстанциям. *Передвижные* линии электропередачи, подлежащие перемещению, удлинению или укорачиванию, сооружаемые на рабочих уступах, выполняются с железобетонными, деревянными или металлическими основаниями.

При сооружении ВЛ должны быть выдержаны расстояния между проводами и другими сооружениями, находящимися в непосредственной близости от линии.

Для монтажа ВЛ применяют типовые унифицированные опоры. Они могут быть деревянными, комбинированными (стойки деревянные, пасынки железобетонные), железобетонными, а для линий 110 кВ и выше металлическими.

Основной недостаток деревянных опор – сравнительно небольшой срок службы, а металлических – большая стоимость. Поэтому нашли более широкое применение железобетонные опоры, которые имеют достаточно большой срок службы и исключают большие капитальные и эксплуатационные расходы.

Деревянные опоры изготавливают из леса не ниже III сорта, пропитанного антисептиками. Глубина зарубов, затесов и отколов не должна превышать 10 % диаметра бревна и отличаться от проектного значения более чем на 5 мм.

Для железобетонных опор напряжением до 10 кВ применяют, как правило, вибрированные стойки, а для опор напряжением 35 кВ и выше – центрифугированные. С целью предохранения арматуры от коррозии опоры на заводе-изготовителе покрываются гидроизоляцией. Поверхность опор не должна иметь раковин и выбоин более 10 мм по ширине, длине, глубине, а при меньшем размере их должно быть не более двух на 1 м длины опоры.

Стальные опоры изготавливаются в виде отдельных секций, элементы которых соединяют сварным и болтовым креплением. Конструкция этих опор должна соответствовать требованиям СНиП на изготовление, монтаж и приемку металлических конструкций.

В карьерных линиях 6-10 кВ используются деревянные, железобетонные и комбинированные (деревянные с железобетонными пасынками) опоры. Для линий 35 кВ применяются металлические и железобетонные опоры.

Переносные опоры выполняются из железобетонной приставки и деревянной стойки или полностью из дерева. *Передвижные опоры* имеют железобетонное основание, в которое прочно заделан кусок трубы длиной 1200 мм для деревянной стойки. Стойки изготавливаются из лиственницы. Допускается применение древесины пихты, но из нее нельзя изготавливать траверсы опор. При изготовлении опор бревна должны иметь конусность 8 мм на 1 м длины. Диаметр бревна в верхнем отрубе для ВЛ 6-10 кВ должен быть не менее 16 см, для линий 0,38-0,22 кВ – не менее 14 см, для вспомогательных линий – не менее 14 см.

Различные сопряжения элементов опор должны осуществляться без врубов. При соединении допускается применять затесы глубиной не более 10 % диаметра детали. **Соединение элементов** опор осуществляется бол-

тами диаметром не менее 16 мм, при этом резьба над гайкой должна выступать не менее чем на 40 мм.

Проволочные бандаж для соединения стоек с приставками должны выполняться из мягкой проволоки $\varnothing = 4-6$ мм, имеющей антикоррозионное покрытие. Число витков проволоки в бандаже должно быть при диаметре проволоки: 4 мм – 12; 5 мм – 10; 6 мм – 8 витков. Витки укладываются плотно один к другому. Концы проволоки забивают в дерево.

Демонтаж, монтаж и транспортировка передвижных опор производится с помощью специально оборудованных механизмов (буростолбов, подъемных кранов).

Расстояние между опорами линий электропередачи определяется расчетами при составлении проекта линий. Для передвижных опор расстояние между ними не должно превышать 50 метров. При спуске линии с уступа на уступ расстояние между опорами определяется по проекции на горизонтальную плоскость, которая не должна превышать 40 м.

Провода и тросы. Провода, применяемые на ВЛ, должны иметь высокую электрическую проводимость, достаточную механическую прочность и быть устойчивыми против коррозии.

При соединении ВЛ применяют медные провода (марки М), алюминиевые (А), стальные (ПС), и сталеалюминевые (АС)

На внутрикарьерных ВЛ для передвижных линий используются алюминиевые провода сечением не более 120 мм². Для карьеров, где скорость ветра превышает 20 м/с, в условиях гололеда с толщиной стенки 10 мм и более – должны применяться сталеалюминевые провода сечением не более 95 мм². Стальные многопроволочные провода необходимо применять для прокладки по опорам ВЛ заземляющих магистралей от главных заземлителей на поверхности карьера до приключательных пунктов и комплектных подстанций в карьере. Сечение проводов рассчитывается, но оно должно быть не ниже минимально допустимых по механической прочности значений.

При сооружении ВЛ необходимо соблюдать расстояние от нижнего фазного провода до поверхности земли при максимальной стреле провеса, которое должно быть не менее следующих значений.

При прохождении ВЛ напряжением до 35 кВ по территории карьеров и породных отвалов 6 м; откосам уступов – 3 м; в местах, труднодоступных для людей и наземного транспорта – 5 м.

На опорах *стационарных ВЛ электропередачи карьера* допускается совместная прокладка проводов напряжением 6-10 кВ, осветительной сети и магистрального заземляющего провода при условии, что провода более высокого напряжения располагаются выше проводов низкого напряжения, крепление проводов на штыревых изоляторах двойное. Расстояние между проводами разных напряжений принимается как для линий более высокого напряжения. На передвижных опорах запрещается подвеска проводов линий напряжением до и выше 1000 В.

Стальные оцинкованные тросы применяют для защиты ВЛ от грозовых перенапряжений.

Изоляторы. Для ВЛ напряжением до 1 кВ применяют штыревые изоляторы, на ВЛ напряжением 6-35 кВ – штыревые и в особых случаях подвесные; для ВЛ напряжением 110 кВ и выше – только подвесные. Как штыревые, так и подвесные изоляторы изготавливаются из фарфора или стекла. Они должны иметь высокую электрическую и механическую прочность, а также обладать достаточной теплостойкостью в широком диапазоне изменения температуры окружающей среды. При сооружении ВЛ в районах с загрязненной средой должны применяться специальные изоляторы, предназначенные для работы в таких условиях и обеспечивающие требуемую надежность.

Штыревые изоляторы используются только для одного напряжения, поэтому для линий разных напряжений должны применяться соответствующие изоляторы. Подвесные изоляторы состоят из изолирующих деталей, шапки и стержня, что позволяет собирать из отдельных изоляторов гирлянды необходимой длины в зависимости от напряжения ВЛ.

Арматура. С ее помощью осуществляется крепление изоляторов и тросов к опорам, проводов к изоляторам, соединение между собой изоляторов, проводов и тросов.

Арматура для ВЛ к подвесным изоляторам подразделяется на натяжную, подвесную, сцепную, защитную.

Натяжная арматура – предназначена для натяжения провода и крепления его на анкерных опорах; *подвесная* – для крепления проводов к подвесным изоляторам на промежуточных опорах; *сцепная* – для сцепления подвесных изоляторов в гирлянду и подвеске ее к опоре; *защитная* – для защиты подвесных изоляторов от повреждений их электрической дугой и проводов вследствие вибрации.

20.1. Строительные работы

Строительные работы предусматривают устройство котлованов под фундаменты и заглубление опор ВЛ; устройство фундаментов или свай; сборку и установку опор.

Опоры могут закрепляться непосредственно заглублением их в грунт или при помощи фундаментов. Фундамент представляет собой специальную конструкцию, заделываемую в грунт и воспринимающую массу опоры с изоляторами и проводами и обеспечивающую устойчивость при воздействии на них внешних нагрузок (гололед и ветер). Конструкция и размеры основания и высота фундамента зависят от характера грунта, типа опоры и климатических условий и определяются проектом. Фундаменты для металлических и железобетонных опор применяются с оттяжками.

Перед рытьем котлованов производят разбивку из контуров, а для этого разбивают оси котлована и наносят на поверхность земли очертания

в соответствии с размерами котлована, при этом учитывается крутизна откосов, при которых исключается его обвал. Размеры котлована не должны превышать размеров опорной плиты фундамента более чем на 150 мм на сторону. Дно котлованов для подножников должно быть зачищено, выровнено по уровню и выверено по нивелиру.

Для рытья котлованов используются ямобуры, бурильные и бурильно-крановые машины. После устройства котлованы оставлять открытыми на длительный срок не рекомендуется.

Котлованы засыпают грунтом непосредственно после установки и выверки фундаментов горизонтальными слоями толщиной 25-30 см. Каждый слой тщательно трамбуют. Для этого применяются электро- и пневмотрамбовки. Высота засыпки принимается с учетом осадки. Для защиты от влияния агрессивного действия грунта, фундаменты должны иметь гидроизоляцию. При приемке готовых фундаментов проверяются геометрические размеры, уровни отметок, правильность расположения анкерных болтов.

Элементы опор изготавливаются на специализированных заводах и на трассу доставляются элементами или узлами. Деревянные опоры напряжением $U = 6-10$ кВ, как правило, собираются в мастерских. К сборке ВЛ можно приступать только при наличии готовых опор непосредственно у фундаментов.

Сборка деревянных опор. Детали поступают с заводов со всеми необходимыми вырубками, затесами и отверстиями. Сопряжения деталей плотно пригоняются. Болты для их соединения надежно затягиваются. Выступающая часть болта должна быть не менее 40 мм и не более 100 мм. Сопряжение стоек с пасынками выполняется проволочным бандажом из мягкой стальной оцинкованной проволоки $\varnothing = 4$ мм или не оцинкованной $\varnothing = 5-6$ мм. Не оцинкованная проволока покрывается асфальтовым лаком. Каждый бандаж должен стягивать не более двух деталей. Число ниток в одном бандаже устанавливается проектом.

Сборка железобетонных опор. При их сборке применяют краны и другие средства механизации. Размеры болтов и отверстий должны соответствовать проекту, их оси перпендикулярны к плоскости соединяемых элементов.

Сборка металлических опор. Металлические опоры могут соединяться болтами или сваркой. Для подъема опоры должны применяться грузоподъемные устройства. При этом к фундаменту посредством шарниров крепится основание, затем поднимают опору в вертикальное положение, проверяют и устанавливают в соответствии с проектом. Выверенные опоры прочно закрепляют: в грунте – тщательной послойной трамбовкой; на фундаментах и сваях – навинчиванием гаек на анкерные болты.

После выверки и закрепления опор на них наносят постоянные знаки – порядковые номера опор, год установки и условное обозначение, устанавливают предупредительные плакаты и др. Правильность установки

опор подтверждается паспортом, в котором также оформляется разрешение на производство работ по монтажу проводов и тросов.

20.2. Монтаж воздушных линий электропередачи

К монтажным работам на ВЛ относятся: раскатка проводов и тросов, включая их соединение и подъем на опоры; натяжка проводов и тросов, включая их визирование и регулировку стрел провеса; крепление проводов и тросов на изоляторах.

Раскатку проводов и тросов производят двумя способами: с неподвижных станков или с помощью специализированных тележек или саней.

При первом способе барабаны устанавливаются неподвижно на раскаточные устройства на расстоянии 15-20 м от анкерной опоры. Раскатку проводов производят с помощью тягового механизма, движущегося вдоль трассы. После прохода за промежуточную опору на расстоянии 40-60 м раскатку останавливают, провода отцепляют и разносят в положение, исходное для подъема на опору. Затем провода с помощью телескопической вышки или монтажного троса поднимают и укладывают в раскаточные ролики. Далее провода при помощи тягового механизма раскатывают к следующей опоре, на которой в это время выполняют работы на навеске гирлянд, провода опять укладывают в ролики и т.д. Поднятие проводов на опору и закрепление на изоляторах производится после полной раскатки проводов.

При втором способе провода и тросы закрепляют на анкерной опоре, после этого раскаточная тележка передвигается к промежуточной опоре. Перед передвижением к следующей опоре провода и тросы поднимают на опору. Раскатку проводов и тросов производят только по раскаточным роликам.

При втором способе прокладки обеспечивается лучшая сохранность проводов и тросов, но передвижение раскаточной тележки ограничивается рельефом местности, а при П и АП-образных опорах он вообще не применим.

Соединение проводов зависит от мест соединения и напряжения линий. В петлях анкерных опор их соединение может осуществляться: термической сваркой, прессуемыми соединителями (муфтами), болтовыми зажимами, а в линиях до 1000 В кроме этого может применяться соединение анкерными ответвительными плашечными зажимами и овальными соединениями, монтируемыми методом скручивания проводов. На рис. 20.1. представлены способы соединения проводов ВЛ.

В линиях напряжением выше 1000 В должно быть не более одного соединения в пролете на каждый провод или трос. Не допускается соединений в пролетах при пересечении линий ВЛ, улиц, линий связи и сигнализации и т.д.

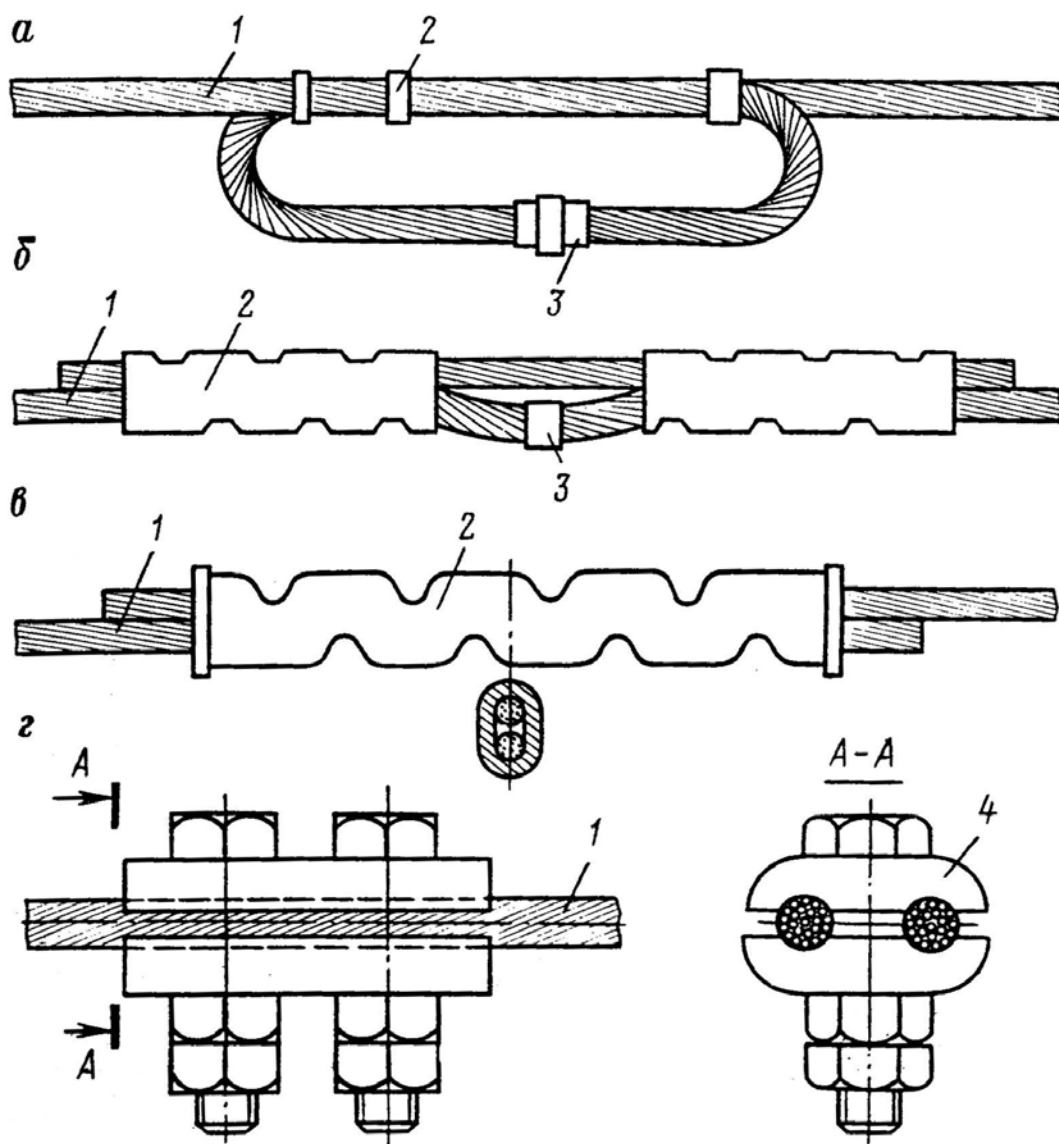


Рис. 20.1. Схемы соединения проводов ВЛ:
 а – опрессовкой в гильзе и сваркой в петле; б – опрессовкой провода с шунтом в овальном соединителе; в – опрессовкой внахлестку в гильзе; г – болтовым сжимом;
 1 – провод; 2 – гильза; 3 – сварка; 4 – болтовой зажим

Натяжение проводов. После окончания работ по раскатке и соединению проводов производят их натяжение. Для этого тракторы и автомобили или лебедки, которые используют для натяжения, соединяют такелажным тросом с проводами при помощи монтажных клиновых или шарнирных зажимов. Натяжение производят в пролете, ограниченном анкерными опорами или анкерно-угловыми опорами. Во время натяжения следят за подъемом проводов, проходом соединительных муфт и зажимов через раскаточные ролики, удаляют с проводов зацепившиеся предметы и грязь.

Стрелы провеса устанавливают согласно проекту (по монтажным таблицам или кривым) в соответствии с температурой воздуха. Фактическая стрела провеса не должна отличаться от проектного значения более

чем на ± 5 %. При этом габариты до земли или до объектов, над которыми проходят провода должны соответствовать ПУЭ и СНиП. Визирование проводов и тросов ВЛ производят по длине более 3 км в каждой трети анкерного участка, а при длине анкерного участка менее 3 км – в двух пролетах – наиболее отдаленном и наиболее близком от механизма, тянущего трос. Визирование начинается со среднего провода – при горизонтальном расположении проводов и с верхнего – при вертикальном. Провода (тросы) после визирования крепятся на опорах анкерного типа, а затем промежуточных.

Штыревые изоляторы монтируются во время сборки опор на штырях или крюках с помощью полиэтиленовых колпачков или пакли, пропитанной суриком, а также способом армирования раствором из цемента 40 % и песка 50 %.

Гирлянды подвесных изоляторов собираются в мастерских и доставляются к месту монтажа в готовом виде. Перед монтажом изоляторы тщательно осматривают, проверяют надежность закрепления замков для подвесных изоляторов и сопротивление изоляции, которое должно быть для каждого изолятора не менее 300 МОм.

Вопросы для самоконтроля

1. Из каких основных элементов состоят воздушные линии электропередачи?
2. Какие виды работ входят в предмонтажные?
3. Какие способы монтажа ЛЭП вы знаете?
4. Какова последовательность монтажа ЛЭП?
5. Расскажите о способах соединения проводов.

Глава 21. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

21.1. Назначение и конструкция заземляющих устройств

Заземляющие устройства (заземление и зануление) выполняют для защиты людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции.

Электрические сети выполняют проводниками, изолированными друг от друга и от земли. Однако в сетях всегда имеют место утечки тока через изоляцию. Кроме того, электрические сети представляют собой протяженный конденсатор, обкладками которого являются токоведущие проводники и земля. Между проводами и землей проходит емкостной ток. Таким образом, между изолированными проводниками и землей существует электрическая цепь, замкнутая через сопротивление изоляции и емкость сети.

Прикосновение не только к оголенным, но и изолированным частям, находящимся под напряжением, фактически включает человека в электрическую цепь. Ток, проходящий через тело человека, будет тем больше, чем выше напряжение сети, чем больше ее емкость и меньше сопротивление изоляции.

При нормальном состоянии этот ток ничтожно мал и не представляет никакой опасности. Опасность для человека возникает в случае повреждения изоляции токоведущих частей, при котором металлические корпуса электрооборудования оказываются под напряжением. На эти случаи для защиты людей от поражения электрическим током предусматривается преднамеренное соединение с землей металлических корпусов электрооборудования, а также других металлических частей, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции токоведущих частей. Такое соединение выполняется с помощью заземляющих проводников и заземлителей.

В качестве заземления рекомендуется использовать естественные заземлители, находящиеся в соприкосновении с землей: электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений (трубопроводы, обсадные трубы, свинцовые оболочки кабелей и т.д.) Заземлители должны быть связаны с магистралями не менее чем двумя проводниками, присоединенными в разных местах. Если такие заземлители, по сопротивлению растекания и токовым нагрузкам, не соответствуют требованиям ПУЭ, то должны применяться искусственные заземлители – специально помещенные в землю металлические электроды.

Зоной растекания называют область земли, в пределах которой возникает заметный градиент потенциала при стекании тока с заземлителя.

Сопротивлением заземляющего устройства, называют отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

Заземление, согласно ПУЭ следует выполнять при $U=380$ В и выше переменного тока и 440 В и выше постоянного тока.

При напряжениях выше 42 В, но ниже 380 В переменного, и выше 110 В, но ниже 440 В постоянного тока – в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках обязательно устройство заземления электрооборудования.

В электроустановках в сетях с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства R при прохождении тока замыкания на землю в любое время года с учетом сопротивления естественных заземлителей должно быть не более: для подземных горных работ – 2 Ом; для открытых горных работ – 4 Ом; общая сеть защитного заземления должна создаваться путем непрерывного, как правило, параллельного соединения всех заземляющих элементов между собой.

При использовании заземляющего устройства для всех электроустановок напряжением до 1 кВ

$$R = \frac{125}{I}, \quad (10.1)$$

где I – расчетный ток однофазного замыкания на землю, А.

При этом должны выполняться требования для заземления электроустановок напряжением до 1 кВ.

При использовании заземления только для установок выше 1 кВ

$$R = \frac{250}{I}, \text{ но не более } 10 \text{ Ом} \quad (10.2)$$

В открытых электроустановках выше 1 кВ сетей с изолированной нейтралью вокруг площади, занимаемой оборудованием, на глубине не менее 0,5 м должен быть проложен замкнутый горизонтальный заземлитель (контур), к которому присоединяется заземляемое оборудование. Если сопротивление заземляющего устройства выше 10 Ом (для земли с удельным сопротивлением более 500 Ом·м), то следует дополнительно проложить горизонтальные заземлители вдоль рядов оборудования со стороны обслуживания на глубине 0,5 м и на расстоянии 0,8-1,0 м от основания оборудования.

Сопротивление заземляющего устройства, используемого для заземления электрооборудования, должно быть не более 4 Ом.

21.2. Заземление электрического оборудования

Силовые трансформаторы заземляются гибкой перемычкой с заземляющим контуром.

В установках с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В обмотка трансформатора должна заземляться через пробивной предохра-

нитель. Нейтрали трансформаторов с глухо-заземленной нейтралью вторичной обмотки напряжением до 1000 В соединяют с заземлителем отдельным проводником. При этом заземлитель располагают по возможности ближе к трансформатору. В трансформаторах напряжения нулевая точка обмотки высшего напряжения присоединяется медным проводом к заземляющей шине; нулевая точка или фазный провод обмотки низшего напряжения – к заземляющему болту на корпусе трансформатора. У трансформаторов тока помимо корпуса заземляют вторичные обмотки с помощью гибкой перемычки между одним зажимом обмотки и заземляющим винтом на корпусе. Каждая вторичная обмотка должна заземляться только в одной точке (рис. 21.1).

Масляные выключатели, разъединители, опорные проходные изоляторы, предохранители высокого напряжения при установке на конструкциях, не проводящих электрический ток, заземляются путем присоединения заземляющего проводника к заземляющей шине. При установке на металлической конструкции допускается заземляющий проводник приваривать к конструкции.

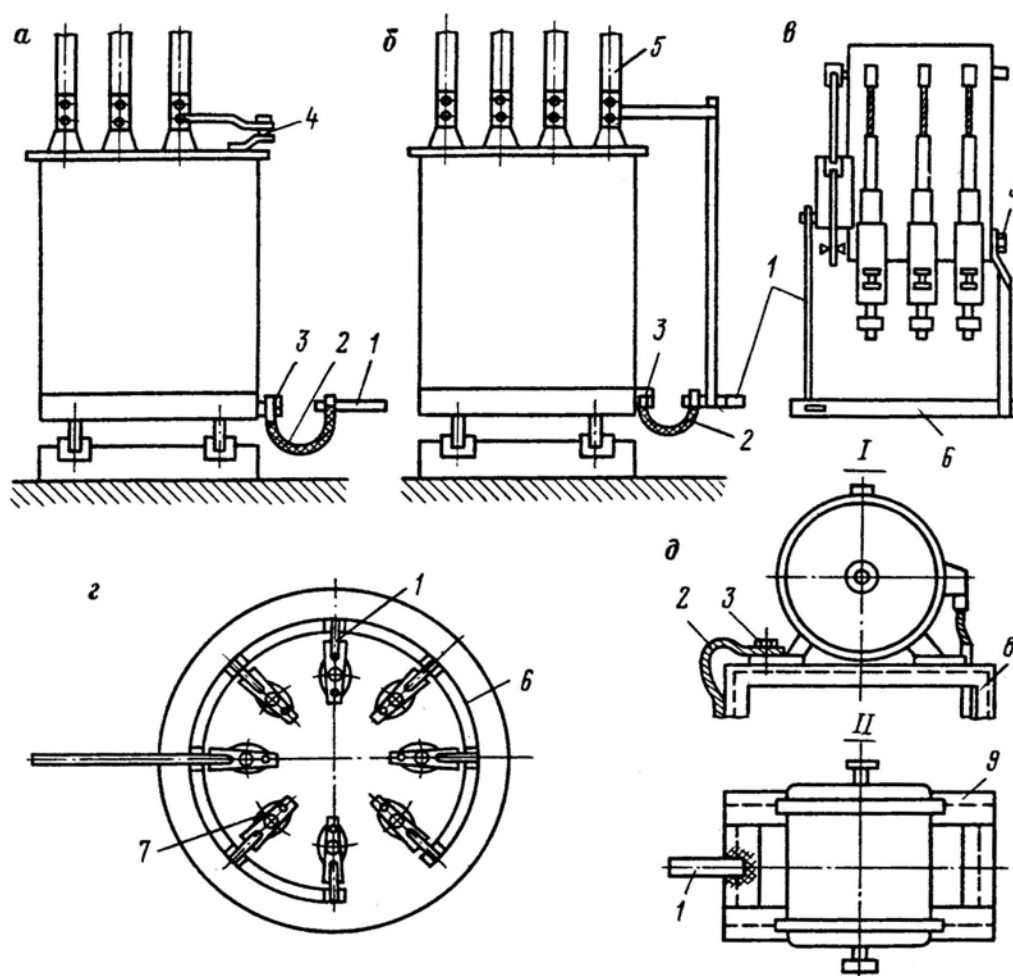


Рис. 21.1. Схема заземления электрооборудования:
а, б – силовых трансформаторов соответственно с изолированной и глухозаземленной нейтралью; в – выключателя; г – реактора; д – электродвигателей

Реакторы. При горизонтальной установке реакторов заземляют фланцы всех опорных изоляторов, при вертикальной – фланцы опорных изоляторов нижней фазы. Фланцы изоляторов с шиной соединяются медным проводником. Заземляющие шины не должны образовывать вокруг реакторов замкнутых контуров.

Электродвигатели, устанавливаемые на салазках или вибрирующей поверхности, должны заземляться с помощью гибкой перемычки. При установке двигателей на металлических заземленных основаниях, их дополнительно не заземляют.

КТП и КРУ, панели управления защит должны присоединяться не менее чем в двух местах сваркой к закладным элементам или образующим магистраль заземления. Отдельные участки такой магистрали должны быть надежно сварены между собой.

Отдельно установленные аппараты должны соединяться при помощи болтов с заземляющим проводником.

Бронированный кабель. Металлическая оболочка и броня кабелей соединяются между собой металлическими муфтами или коробками и металлическими корпусами электрооборудования. Для этого используют перемычки из гибкого многопроволочного медного проводника. Присоединение перемычки осуществляется пайкой. Заземляющую перемычку соединяют с броней, места соединения зачищают до блеска и обслуживают припоем. После этого заземляющая перемычка крепится бандажом из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1-1,5 мм и припаивается.

Воздушные линии электропередач. В сетях напряжением до 1000 В заземляется при изолированной нейтрали – крюки, штыри фазных проводов, устанавливаемых на железобетонных опорах, и арматура этих опор; при заземленной нейтрали эти элементы должны быть присоединены к нулевому проводу.

В сетях напряжением выше 1000 В заземляют опоры, имеющие устройства грозозащиты; железобетонные и металлические опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы и аппараты.

Заземляющие элементы с нулевым проводником присоединяют к опоре перемычкой из голого провода. Эту перемычку присоединяют к болтовому зажиму или нулевому проводнику специальным ответвительным зажимом.

21.3. Монтаж заземления подземных электроустановок

Для заземления подземных электроустановок в шахтах устраивается общая сеть заземления. Она состоит из главных и местных заземлителей, сборных заземляющих шин и заземляющих проводников.

В качестве главных заземлителей используют стальные полосы площадью не менее $S=0,75 \text{ м}^2$, длиной не менее 2,5 м и толщиной не менее 5 мм. Таких заземлителей должно быть не менее двух. Причем они должны раз-

мещаться в разных местах: один в водосборнике, другой – в зумпфе. К главному заземлителю приваривается заземляющий проводник (стальной трос или полоса) сечением не менее $S=100 \text{ мм}^2$, который используется для присоединения его к сборной шине центральной подземной подстанции. Местные заземлители устанавливаются в местах стационарной установки электрооборудования. Для устройства местных заземлителей могут использоваться стальные полосы или трубы (рис. 21.2).

Стальные полосы применяют в обводненных выработках. Их укладывают в углубление сточной канавки на слой песка или мелкой породы толщиной не менее 50 мм и сверху засыпают таким же материалом слоем 150 мм. Стальные трубы применяют в сухих выработках. Трубу вставляют в предварительно забуренный шпур глубиной не менее 1,4 м. Размеры заземлителей регламентируются ПБ. Трубу и свободное пространство в шпуре заполняют гигроскопичным материалом (песок, зола и т.д.) и заливают водным раствором поваренной соли. При этом создается надежный контакт между трубой и породами выработки, а малая площадь испарения влаги обеспечивает достаточную влажность в течение длительного периода времени. Для местных заземлителей может использоваться устоявшаяся металлическая крепь, применяемая для крепления выработок. Для этого используют не менее трех рам крепи преднамеренно соединенной между собой гибким проводом или полосой (шиной) из стали или меди, прикрепляемой к рамам металлокрепи посредством накладок (рис. 21.3).

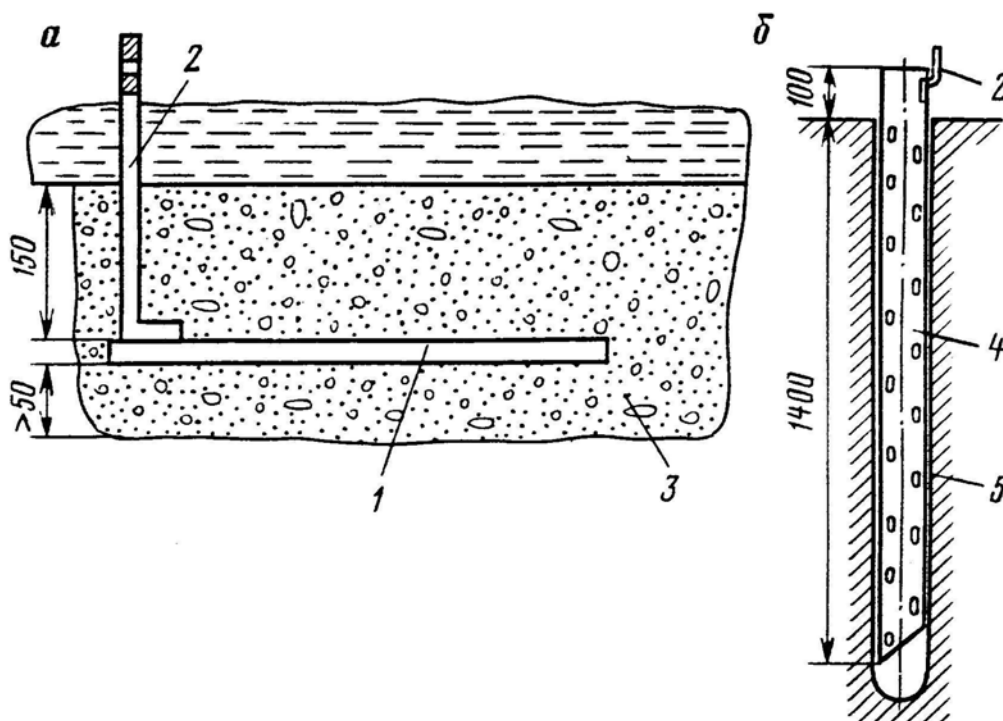


Рис. 21.2. Устройство местных заземлителей:
а – полосового, б – трубчатого; 1 – стальная полоса; 2 – заземляющий отвод; 3 – песок; 4 – труба; 5 – шпур

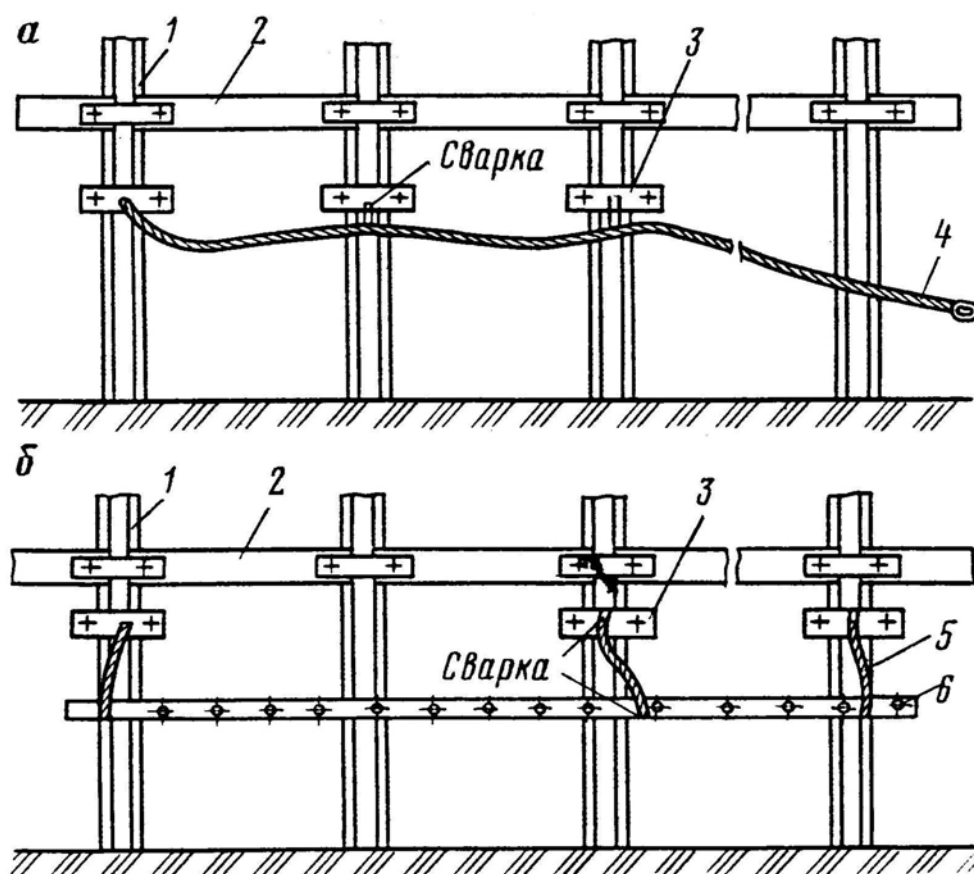


Рис. 21.3. Устройство местных заземлителей с использованием крепи:
 а – соединение гибким проводом (тросом); б – соединение при помощи шины;
 1 – рама металлической крепи; 2 – распорный элемент; 3 – наладка; 4 – трос;
 5 – гибкий проводник; 6 – металлическая шина

Устройство таких заземлителей регламентируется Инструкцией по выполнению шахтных заземлителей, разработанных МакНИИ и ВостНИИ.

При одиночной установке аппараты, кабельные муфты, машины, подстанции присоединяются к местному заземлителю непосредственно. Местный заземлитель устанавливается на группу заземляемых объектов, применяя сборную заземляющую шину, к которой присоединяют, как местный заземлитель, так и каждый подлежащий заземлению объект при помощи отдельного ответвления. Заземляющие проводники присоединяют: к заземлителям, как правило, сваркой, и, в отдельных случаях, надежным болтовым соединением; к заземляющей шине – сваркой или болтовым соединением; к корпусам машин, аппаратов, механическим конструкциям – с помощью специальных заземляющих зажимов, предусмотренных на них.

Сборные шины и заземляющие проводники (плоские или круглые) в выработках, закрепленных деревянной крепью, крепятся скобами или гвоздями, а в выработках и машинных камерах с бетонной крепью – на специальных держателях на расстоянии не менее 20 мм от стенки выработки. Расстояние между точками крепления должно быть не более 2-х метров.

Схемы заземления электрооборудования представлены на рис. 21.4.

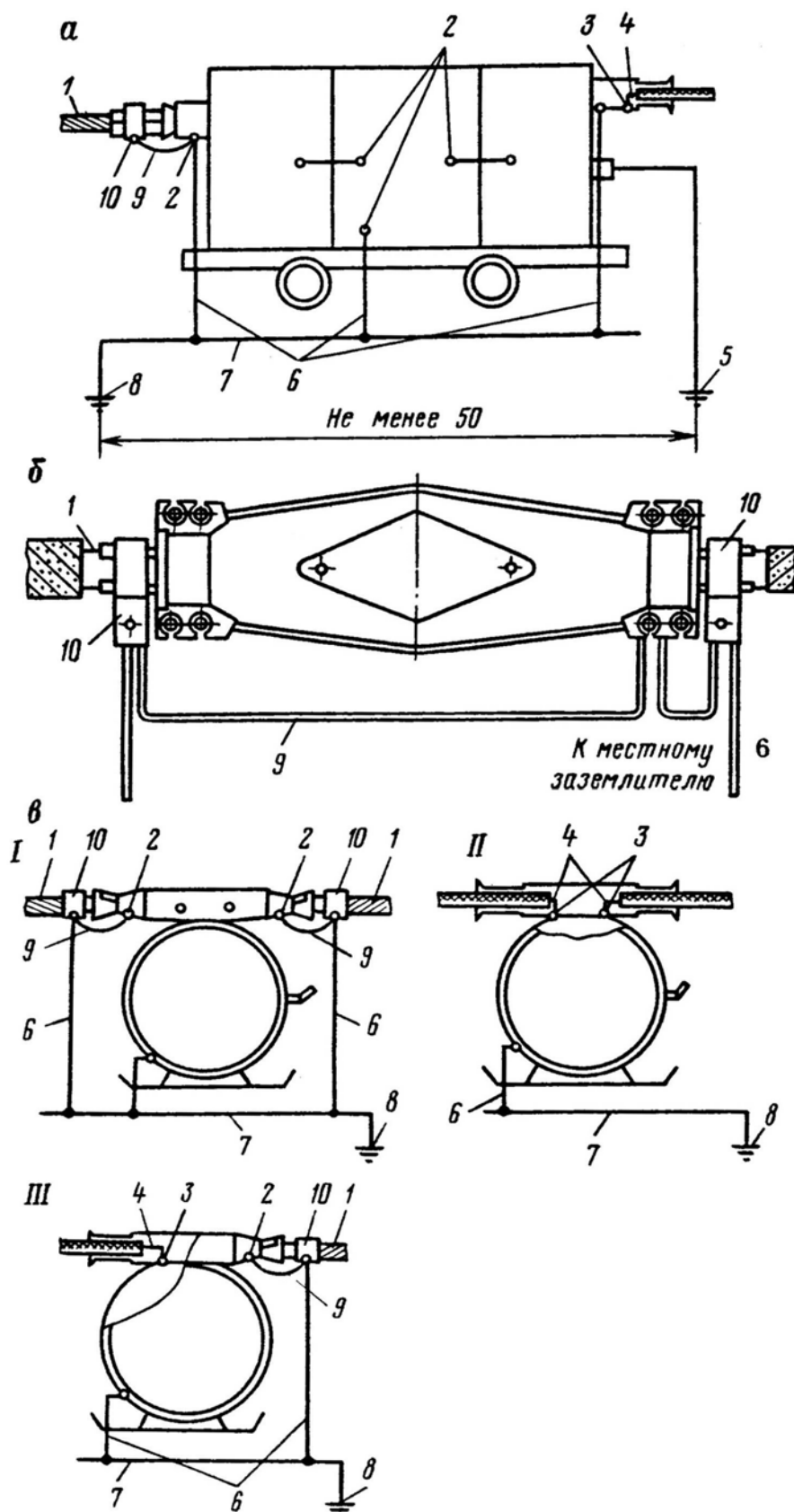


Рис. 21.4. Схемы заземления рудничного электрооборудования:
а – КТП; б – муфты; в – электрических аппаратов; 1 – броня кабеля; 2 – наружный заземляющий зажим; 3 – внутренний заземляющий зажим; 4 – заземляющая жила гибкого кабеля; 5 – дополнительный заземлитель; 6 – заземляющий проводник; 7 – заземляющая шина; 8 – местный заземлитель; 9 – перемычка; 10 – стальной хомут

Для создания общешахтной сети заземления все местные заземлители должны быть присоединены к главным заземлителям. Для этого используют: заземляющие жилы (4) кабелей, свинцовую оболочку и стальную броню кабеля (1), другие проводники. Все электрооборудование, присоединяемое бронированными кабелями, должно быть снабжено перемычками (9) из стали или меди сечением не менее 25 мм^2 .

На рис. 21.5 представлена схема шахтной заземляющей сети. Общее переходное сопротивление любого заземлителя сети не должно быть более 2 Ом.

21.4. Защитное заземление на карьерах

Согласно правил безопасности в условиях открытых разработок заземлению подлежат корпуса экскаваторов, буровых станков, насосов, конвейеров, выключателей и другого электрооборудования; приводы электрической аппаратуры; вторичные обмотки измерительных трансформаторов; каркасы распределительных щитов и щитов управления; корпуса стационарных и передвижных трансформаторов, распределительных устройств и приключательных пунктов; корпуса муфт; оболочки бронированных кабелей; металлические и железобетонные опоры и конструкции линий электропередачи, корпуса прожекторов, осветительной арматуры и т.д.

Защитное заземление работающих в карьере стационарных и передвижных машин и механизмов напряжением до 1000 В и выше делается общим. Общая часть заземления должна осуществлять непрерывное электрическое соединение между собой заземляющих проводов и заземляющих жил гибких кабелей, с помощью которых заземляющие части присоединяются к заземлителям. Заземляющая сеть должна иметь автоматический контроль ее непрерывности.

Общая заземляющая сеть разреза должна состоять из центрального и местных заземляющих устройств. Местные заземлители выполняют в виде контура у передвижных комплектных трансформаторных подстанций напряжением ПКТП 6-10/0,4 кВ и других установок. ПКТП 6-10/0,4 кВ и другие передвижные объекты, расположенные в разрезе с удельным сопротивлением грунта более 200 Ом·м, должны быть заземлены от одного из центральных заземляющих устройств одно- или многопроводными заземляющими проводниками, обеспечивающими общее сопротивление заземляющего устройства не более 4 Ом. Длина заземляющих проводников от передвижных электроустановок до центрального заземляющего устройства должно быть не менее 2 км. В районах со скалистым грунтом и вечной мерзлотой с удельным сопротивлением более 500 Ом·м допускается увеличение сопротивления, но не более 10-кратного.

Центральные заземляющие устройства располагаются у главной понижительной подстанции ГПП карьера или отдельно на его борту. Местные заземляющие устройства выполняют в виде заземлителей, сооружаемых у передвижных приключательных пунктов, КТПП 6-10/0,4 кВ и других установок (рис. 21.6).

Различают контурные и выносные заземляющие устройства. Контурные – применяют на понизительных подстанциях, принцип их действия заключается в уменьшении напряжений прикосновения и шага за счет выравнивания потенциалов.

Непосредственно в карьерах применяют выносные заземляющие устройства. Они характеризуются значительным удалением от электрооборудования, вследствие чего напряжение прикосновения может достигать падения напряжения на сопротивление растеканию тока на заземляющих устройствах. Безопасность в данном случае обеспечивается малым сопротивлением растеканию тока заземляющего устройства.

Заземляющим устройством может служить круглая, прямоугольная или угловая сталь, не имеющая окраски, с размерами не менее: для круглых не оцинкованных заземлителей $\varnothing = 10$ мм; для оцинкованных $\varnothing = 6$ мм; для прямоугольных заземлителей $S = 48$ мм², с толщиной стенок и полок угловой стали $b = 4$ мм.

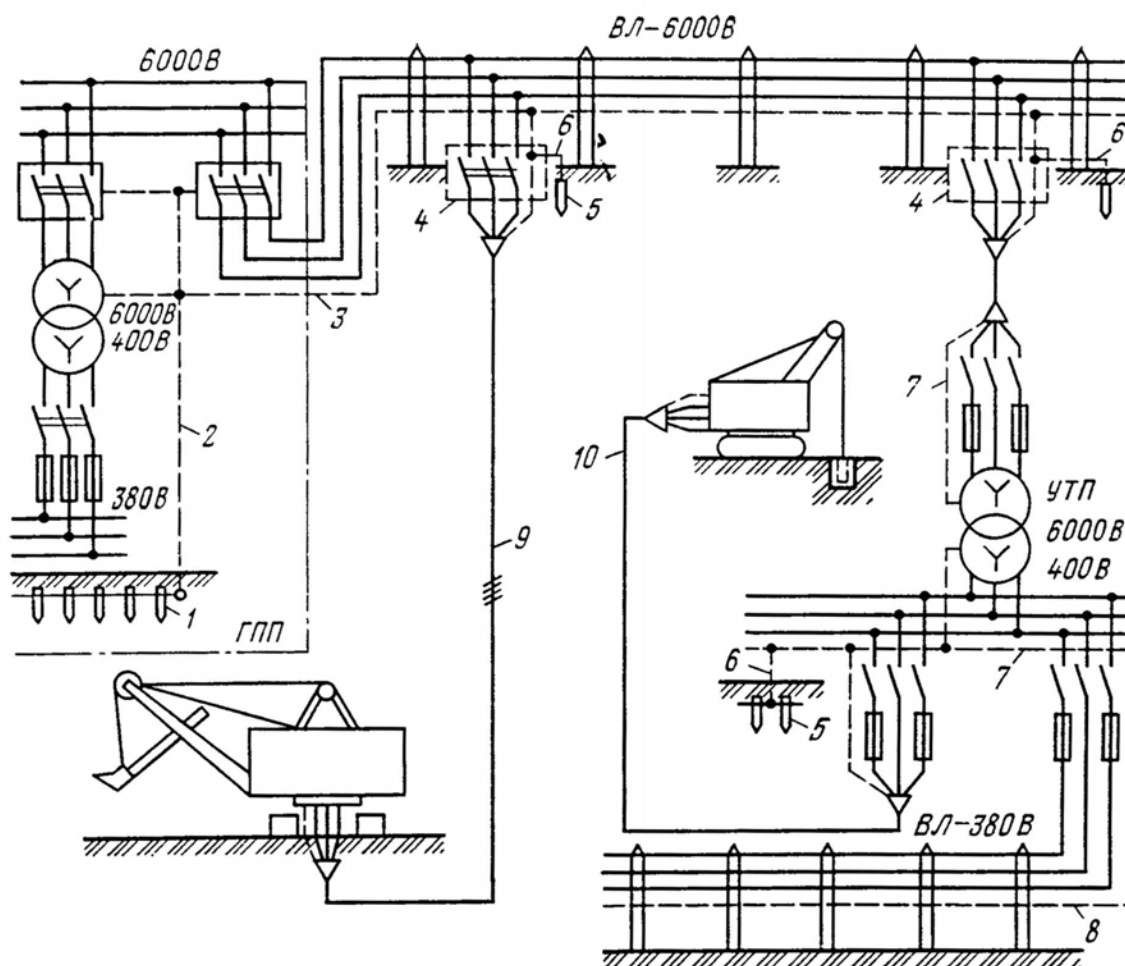


Рис. 21.6. Примерная схема устройства защитного заземления на карьере:
1, 5 – соответственно главный и местный заземлители; 2, 7 – заземляющие шины ГПП и жилы УТП; 3, 8 – заземляющие провода; 4 – приключательные пункты (ПП); 6 – отводы от местных землителей; 9, 10 – кабели КШВГ и ГРПС

Магистраль заземления должна быть связана не менее чем двумя проводниками с заземлителями, размещенными в разных местах. Размещать заземлители в местах, где возможно просушивание земли под действием тепла трубопроводов не разрешается. Сооружения заземлителей могут быть *вертикальными*, *углубленными* или *горизонтальными*. При устройстве углубленных заземлителей электроды закладывают на дно котлована после установки опалубки с максимально возможным удалением от фундамента. Для вертикальных заземлителей в качестве электродов применяют круглые стержни длиной $l = 2,5-3$ м. Заземлители вворачивают с помощью ямобуров или ручных приспособлений с приводом или забивают на дно котлована или траншеи глубиной 0,7-0,8 м непосредственно после окончания рытья. Погружение вертикальных электродов возможно также с копров вибраторами и т.д. После погружения верхний конец заземлителя должен выступать над дном на 0,1-0,2 м.

В горизонтальных заземлителях электроды прокладывают по дну траншей глубиной 0,7-0,8 м. Они выполняются из круглой или полосовой стали как самостоятельно, так и для связи между собой вертикальных заземлителей.

Соединение частей заземлителей между собой, а также заземлителей с заземляющими проводниками должно быть выполнено сваркой. Длина нахлестки для прямоугольных проводников должна быть не менее ее ширины, а для круглых – не менее 6 диаметров. Траншеи с заземлителями должны заполняться однородным грунтом, не содержащим щебня и мусора, с последующей утрамбовкой грунта. Перед засыпкой траншеи проверяют качество монтажа и составляют акт приемки.

Главные стационарные подстанции разрезом напряжением выше 110 кВ, а также тяговые подстанции переменного постоянного тока относятся к электроустановкам с большими токами замыкания на землю. Заземляющее устройство должно контуром охватывать всю территорию, где установлено оборудование. Для такого заземляющего устройства характерно наличие выравнивающих полог, которые закладываются на глубину 0,5-0,7 м через 6 м по всей площади подстанции и на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов под оборудование. Выравнивающие полосы, кроме того, закладываются в местах входа на территорию подстанции.

Если электроснабжение электроприемников, расположенных в карьере, осуществляется от двух бортовых или иных подстанций 35/6 (10) кВ или 6 кВ, то в качестве центральных заземляющих устройств необходимо использовать контуры заземления обеих подстанций.

Если питающая подстанция расположена от места производства горных работ на расстоянии 1000-1500 м, то в карьере рекомендуется сооружать отдельное центральное заземляющее устройство и не использовать заземляющий контур подстанции.

Для заземления передвижных машин, механизмов и установок, работающих непрерывно в карьере, от центрального заземляющего устройства вдоль питающей линии электропередачи ЛЭП прокладывают магистраль заземления. Ее подвешивают на опорах ЛЭП напряжением до 35 кВ. При этом расстояние от магистрального заземляющего проводника до проводов должно быть больше 0,8 м.

Минимальное расстояние от троса до земли 4,5 м.

Все соединения заземляющей сети должны иметь надежный контакт. Присоединения проводов к заземлителям и корпусам оборудования, а также соединения заземляющих проводников между собой должны быть выполнены сваркой или болтовыми соединениями. В заземляющей сети на поверхности и в сырых помещениях болтовые соединения лудят, или покрывают защитным слоем.

Последовательное присоединение заземляющих объектов к заземляющей сети не допускается. Заземляющий провод должен быть защищен от механических повреждений, а места присоединения проводов доступны для осмотра и испытаний.

В сетях с заземляющей нейтралью в качестве нулевых защитных и заземляющих проводников используют нулевые рабочие проводники, а также специально предусмотренные или естественные проводники (металлические конструкции зданий, арматура железобетонных конструкций, стальные трубы, электропровода, алюминиевые оболочки кабеля). При этом должна обеспечиваться непрерывность электрической сети на всем протяжении пользования.

В сетях с изолированной нейтралью во всех случаях должны применяться специальные заземляющие проводники. Допускается выполнение соединения болтами, если обеспечиваются меры против ослабления и коррозии контактных соединений.

В помещениях сухих, без агрессивной среды, заземляющие и нулевые защитные проводники, допускается прокладывать непосредственно по стенам. Во влажных, сырых помещениях с агрессивной средой – на расстоянии 10 мм от стен на специальных опорах для крепления. Расстояние между креплениями должно быть: на прямых участках 1000 мм; на поворотах и в местах ответвления – 100 мм; высота от уровня пола помещения 400-600 мм. Магистраль заземления, зануления и ответвления от них должны быть доступны для осмотра. Под один болт разрешается присоединять только один проводник. Электрооборудование, подверженное частым перемещениям или вибрациям, заземляется гибкими проводниками сечением соответственно не менее 50 и 25 мм².

Одним концом перемычку присоединяют к специальному заземляющему зажиму (2) на кабельном вводе электрооборудования, а к другим – к свинцовой оболочке и броне с помощью стального хомута (10). Для этого

свинцовую оболочку кабеля надрезают с двух сторон и отгибают на 180^0 таким образом, чтобы она вплотную прилегала к стальной броне. Стальная броня и свинцовая оболочка должны быть зачищены до блеска. На разделенное таким образом место после заливки муфты кабельной массой надевают стальной хомут шириной не менее 25 мм, к которому присоединяют заземляющий проводник. Передвижное и переносное электрооборудование заземляется при помощи заземляющих жил гибких кабелей. Эти жилы присоединяют к заземляющим зажимам, расположенным внутри кабельных вводов.

Общее сопротивление заземляющего устройства любого заземлителя не должно быть более 2 Ом.

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких целей устанавливают заземляющие устройства?
2. По каким причинам происходит утечка тока в электрических сетях?
3. Какие виды заземления вы знаете?
4. В каких электрических сетях, согласно ПУЭ, выполняют заземление?
5. Расскажите, как заземляются отдельные виды электрооборудования.
6. Назовите основные правила устройства местных заземлителей в подземных горных выработках.
7. Расскажите о правилах устройства общешахтной заземляющей сети.
8. Расскажите о правилах устройства защитного заземления на карьерах.
9. Когда на карьерах применяют зануление?
10. Назовите значение сопротивления наиболее удаленного заземлителя в шахте и на карьере.

Глава 22. РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

22.1. Организация ремонта электрооборудования

Ремонт электрооборудования ГМиО, согласно новым требованиям, производят только предприятия, получившие на этот род деятельности специальное разрешение (лицензию) от органов Госгортехнадзора России.

Началу ремонта электрооборудования предшествует тщательная подготовка производства, оснащение необходимым оборудованием, технологической оснасткой испытательными стендами, конструкторской и ремонтной документацией. Ремонт оборудования выполняют в определенной технологической последовательности. При оценке технического состояния электрооборудования устанавливается степень его повреждения, а также вид взрывозащиты. Сдаваемое в ремонт электрическое оборудование должно быть очищено от штыба. Перед дефектацией производится очистка сборочных единиц и деталей, мойка корпусных деталей. По результатам дефектации определяется объем работ по восстановлению и число необходимых запасных частей по замене вышедших из строя деталей аппаратов и блоков.

Восстановление и изготовление деталей и узлов производится по разработанным технологическим картам с применением сварки, наплавки, гальванических способов восстановления, механической обработки, намотки и т.д.

Восстановленные взрывонепроницаемые оболочки обязательно подвергаются гидравлическим испытаниям, результаты которого заносятся в журнал.

Восстановленные и заменяемые новыми функциональные части электрооборудования (блоки, аппараты, приборы) перед их монтажом в оболочку подвергаются испытаниям на выполнение команд. Собранные станции управления подвергаются регулировке, а после установки на машину, испытанию на исполнение команд. Окончательные испытания электрооборудования производятся под нагрузкой.

22.2. Ремонт электрических двигателей

Всякая электрическая машина во время ее эксплуатации изнашивается. Отдельные ее части срабатываются и требуют ремонта или замены. Наиболее важными мероприятиями, обеспечивающими бесперебойную работу электрических машин в процессе их срока службы, является правильная эксплуатация, своевременное ТО и качественный ремонт.

Периодический осмотр и ТО электродвигателей производят во время остановки механизмов. При осмотре очищают доступные части электродвигателей от грязи, заменяют изношенные щетки, определяют состояние щеткодержателей, подшипников, сопротивление изоляции, измеряют разбег и зазор между статором и ротором. При наличии износа или повреждений, в зависимости от их степени и характера, машину подвергают текущему или капитальному износу.

При текущем ремонте, который производится на месте установки машины, выполняют следующие работы:

- замена изношенных щеток новыми с пришлифовкой их;
- промывка и продоразивание коллектора;
- проверка состояния обмоток и восстановление ее местах повреждений;
- разборка подшипников, очистка их от остатков масла, промывка, шабровка подшипников скольжения или замена подшипников качения;
- подтяжка болтов крепления машины;
- замена изношенных зажимных болтов.

При капитальном ремонте, выполняемом в ЦЭММе или мастерской, производятся следующие работы:

- частичная или полная замена обмоток;
- замена подшипников;
- заварка трещин корпуса;
- перезаливка подшипников скольжения;
- ремонт коллектора с заменой пластин;
- ремонт и замена щеточного механизма;
- ремонт вала и балансировка ротора;
- рихтовка листов активного железа;
- пропитка обмотки лаками, сушка;
- ремонт контактных колец или прокладок, изолирующих их от вала.

Шероховатость поверхности коллектора возникает вследствие царапин, нагара или слоя окиси на коллекторе. Царапины наносятся твердыми частицами, попавшими на коллектор под щетки, нагар образуется от искрения, а слой окиси из-за большой влажности.

Шероховатость коллектора устраняют шлифовкой его поверхности мелкой стеклянной бумагой марки ООО. При шлифовке стеклянную бумагу прижимают колодкой из твердого дерева с вырезом по форме коллектора.

Если коллектор имеет неровную поверхность, то его протачивают резцом на токарном станке, тоже самое делают, если на коллекторе возникли желобки из-за неправильной установки щеток. Щетки устанавливают в шахматном порядке.

После проточки коллектора делают продоразивание, которое производят и после длительной работы машины. Продоразивание выполняют специальной пилкой или на токарном станке.

Нормальная работа электрических машин постоянного тока зависит от правильного выбора типа щеток и их установки. Щетки, стоящие на одном пальце, должны лежать на прямой линии, параллельной дорожкам коллектора.

Проверить правильность установки щеток возможно методом индукции. Он заключается в следующем. Сначала устанавливают щетки (примерно посередине полюсов), затем на обмотку возбуждения включают аккумулятор (у шунтовых машин непосредственно, у серийных – через ограничительное сопротивление). К щеткам подключается милливольтметр. При замыкании и размыкании рубильника на якоре двигателя (на зажимах милливольтметра) индуцируется ЭДС. Сдвигая траверсу, следует найти положение, при котором ЭДС якоря достигнет минимума и станет равной нулю, при этом щетки будут находиться на нейтрали. Нельзя включать милливольтметр на зажимы якоря, так как в этом случае в цепь якоря вводятся добавочные полюсы и искажают показания приборов.

Изоляция является наиболее уязвимым элементом электрической машины, так как она сравнительно легко нарушается от механических воздействий и влияния окружающей среды, попадания масла и пыли. Поэтому необходимо систематически удалять из машины при помощи сжатого воздуха пыль.

При эксплуатации электрических машин особое внимание уделяют состоянию изоляции. Для контроля за состоянием обмоток периодически измеряют сопротивление изоляции.

Кроме приведенных выше повреждений изоляции, существуют еще так называемое естественное старение и износ изоляции, заключающийся в ухудшении состояния из-за воздействия окружающей среды и выделяемого обмоткой тепла.

Вследствие нарушения изоляции происходит витковое замыкание (рис. 22.1, а). Если это замыкание произошло в обмотке якоря машины, то при вращении его в магнитном поле в замкнутых накоротко витках якоря вследствие их малого сопротивления возникнут большие токи и через несколько десятков секунд короткого замыкания изоляция обуглится.

Кроме виткового замыкания, часто происходит замыкание между секциями обмотки. Такое замыкание может возникнуть на коллекторных пластинах вследствие их деформации, заполнения промежутков между пластинами оловом или проводящей пылью (рис. 22.1, б).

Замкнутые накоротко витки можно определить на ощупь по нагреву или методом измерения величины падения напряжения в обмотке якоря. Для этого по обмотке якоря пропускают постоянный ток от аккумуляторной батареи или другого источника постоянного тока напряжением 6 В.

В цепь включают телефон и зуммер, прерывающий цепь (рис. 22.2). Концы проводов подключают к коллектору по полюсному шагу (при двухполюсной машине на $\frac{1}{2}$ коллектора, при четырехполюсной на $\frac{1}{4}$ коллектора).

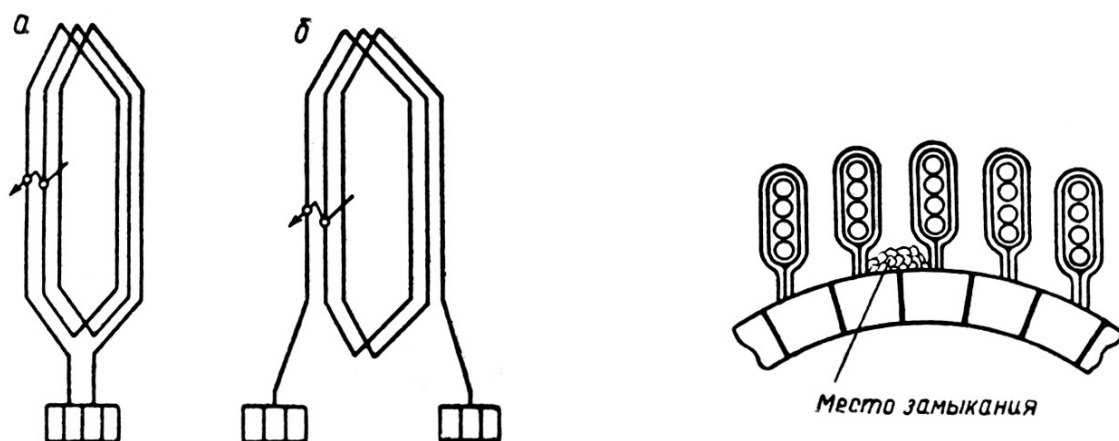


Рис. 22.1. Схемы замыкания между витками обмотки:
а – петлевой; б – волновой

При прохождении тока, прерываемого зуммера, создается характерный звук, который прослушивают телефоном, подключаемым поочередно к двум соседним коллекторными пластинам. Замыкание витков секции или между пластинами обнаруживается по исчезновению звука в телефоне.

Чтобы найти замыкание якорной обмотки на корпус, применяют это же устройство, только провода подсоединяют один к коллекторной пластине, другой – к валу.

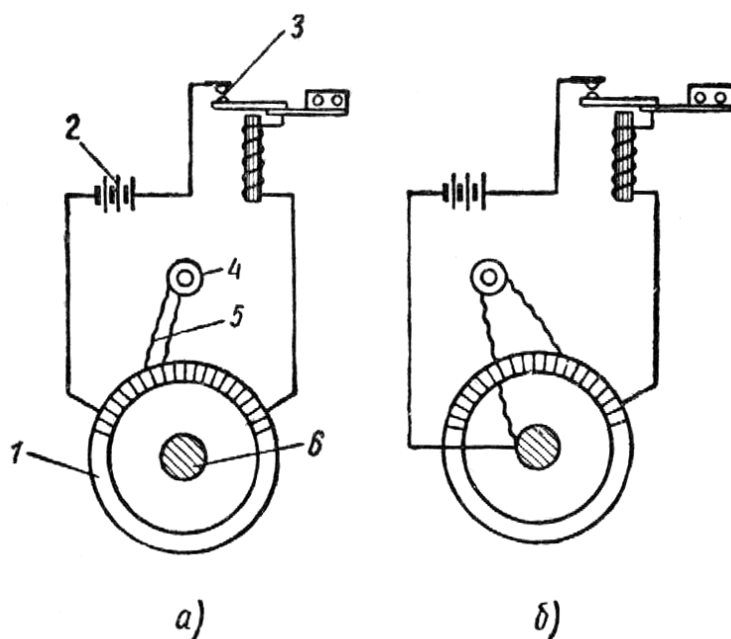


Рис. 22.2. Схемы определения мест повреждения якорной обмотки «прослушиванием»:
а – замыкание между витками; б – замыкание на корпус; 1 – коллектор;
2 – аккумулятор; 3 – зуммер; 4 – телефон; 5 – провода; 6 – вал машины

Для определения места замыкания на корпус в роторной обмотке используют *метод прожигания*, при котором на обмотку и вал ротора подается напряжение переменного тока 220 В через электролампу мощностью 300-500 Вт. Таким образом, прожигают поврежденную изоляцию и по искрению и дыму определяют место замыкания обмотки на корпус ротора.

Чтобы выявить в обмотках машины недоброкачественные пайки, применяют следующие способы:

- прогрев обмотки постоянным или переменным током величиной 1-1,2 номинального тока при неподвижном состоянии вращающихся частей машины. Дефектная пайка обнаруживается по более высокому нагреву;
- измерение омических сопротивлений обмоток. При хорошем качестве паяк сопротивление обмоток различных фаз не должны отличаться друг от друга или заранее измеренных величин более чем на 2 %.

Правильное определение места и характера повреждения позволяет избежать ненужных операций и сократить время ремонта.

22.3. Ремонт взрывозащищенного электрооборудования

Капитальный ремонт взрывозащищенного электрооборудования выполняется поэтапно. Вначале ремонту подвергаются взрывонепроницаемые оболочки и детали, затем проверяют взрывозащищенные зазоры в подвижных и неподвижных соединениях, производится испытание оболочки. В процессе монтажа деталей и аппаратуры в оболочке контролируют изоляцию и зазоры. После окончания монтажа оболочка подвергается испытаниям.

При ремонте корпусов и крышек взрывозащищенных оболочек их восстанавливают. Деформированные оболочки рихтуются, трещины завариваются, поврежденные отверстия восстанавливаются наплавкой с последующим фрезированием, привариваются охранные кольца. Взрывозащищенные плоские поверхности восстанавливаются механической обработкой, при которой удаляется коррозия и механические повреждения.

На взрывозащитных поверхностях, после механической обработки, допускаются поры глубиной не более 1 мм в количестве не более 20 на 1 см², из них не более 6 – диаметром от 0,5 до 1 мм.

Шероховатость восстановленных взрывозащитных поверхностей в подвижных и неподвижных соединениях должна быть не ниже следующих значений: для неподвижных соединений $R_z = 40$ мкм; для подвижных соединений (типа вал) $R_a = 2,5$ мкм; (типа втулка) $R_z = 20$ мкм.

Параметры взрывозащиты в оболочках (длина и ширина щели) устанавливаются в зависимости от вида взрывозащиты и свободного объема оболочки.

Кромки поверхностей, образующих взрывонепроницаемость соединения должны быть притуплены или иметь фаску $0,5 \times 45^0$. Изношенные резьбовые соединения заплavляются, и нарезаются снова.

Поверхности расточек вводных устройств для уплотнительных колец очищаются от коррозии, на них допускается такая же пористость, как и на взрывозащищенных поверхностях, шероховатость должна быть не ниже $R_z = 80$. После восстановления поверхности покрываются дугостойким изоляционным материалом (лаком) в целях защиты от коррозии. Все уплотнительные кольца подлежат замене. На каждом кольце краской обозначается наружный диаметр и товарный знак завода-изготовителя.

Неиспользуемые кабельные вводы должны закрываться металлическими или капроновыми заглушками. Капроновые заглушки тщательно осматриваются на наличие сколов и трещин. Одна из 100 заглушек подвергается гидравлическим испытаниям.

Головки затянутых болтов нажимного фланца и устройства для закрепления кабеля от выдергивания должны быть утоплены в отверстия или охранные кольца. Поврежденные таблички на оболочках с изображением электрических схем, положений рукояток и других надписей заменяют новыми и надежно закрепляют.

Выступающие площадки под заземляющие зажимы, а также детали зажимов должны тщательно зачищаться. Поврежденные детали заменяются новыми. Детали для внутренних зажимов изготавливаются из латуни, для наружных – из стали с последующим цинкованием или кадмированием.

Восстановленные взрывонепроницаемые оболочки должны быть очищены от металлической стружки и вместе с крышками и крепежными деталями подвергнуты гидравлическому испытанию. Длительность испытаний считается достаточной в течение 1 минуты, но если обнаруживается выпучивание стенок, то не менее 3 минут. Оболочка считается прошедшей испытание, если не наблюдалось истечение воды, а капеж, вызванный потением, не превышал трех капель в 1 минуту, и не возникали остаточные деформации.

Выявленные в процессе испытания неисправности должны быть устранены и проведено повторное испытание. Внутренние поверхности оболочек, вводных устройств и крышек после гидравлических испытаний окрашиваются на два слоя дугогасительной эмалью.

В процессе монтажа электрооборудования проверяют состояние проходных зажимов, расстояние от крышки до токоведущих частей. Изоляционные детали с прожогами, трещинами и сколами к повторному использованию не допускаются.

Все зажимы и концы проводов и кабелей должны иметь маркировку, наносимую нитрозмалью у проходных зажимов, дихлоэтановыми чернилами на оконцевателях проводов и кабелей.

Проверяется свободный ход подвижной части, растворы и провалы силовых контактов, одновременность их замыкания, вспомогательные це-

пи, затяжка винтовых соединений. Необходимо проверять соответствие значения напряжения катушек пускателей рабочему напряжению электрооборудования, работу каждого пускателя под напряжением.

Применяемые реле регулируются согласно рекомендациям заводов-изготовителей.

При монтаже электрических соединений используются медные или латунные наконечники.

Концы разделительных проводов изолируются трубкой поливинилхлоридного пластика и приклеиваются к резиновой изоляции провода клеем. Концы монтажных проводов соединяются с наконечниками спайкой твердым медно-фосфористым припоем.

В электрические схемы электроаппаратуры запрещается вносить какие-либо изменения.

Каждый вводимый кабель во взрывозащищенную оболочку надежно заземляется на внутреннем заземляющем зажиме. Кабель в расточке ввода уплотняется резиновым уплотнительным кольцом.

Блокировочные устройства собираются таким образом, чтобы исключить снятие крышки оболочки при наличии напряжения на токоведущих частях.

Исправность систем автоматического управления, состоящих из неразборных функциональных блоков, проверяется на специальных стендах, собранных из эталонных блоков этих же систем и контрольно-измерительных приборов. Проверяемый функциональный блок системы устанавливается в стенд для испытаний вместо эталонного и производится контроль его параметров.

В процессе монтажа пусковой аппаратуры проверяют сопротивление изоляции аппаратов, раствор, конечное нажатие, одновременность замыкания главных контактов и блок-контактов.

Сопротивление изоляции токоведущих частей измеряется относительно корпуса. Сопротивление изоляции силовых цепей при проверке мегомметром на 2500 В должно быть не менее 1 МОм, а цепей управления и освещения при проверке мегомметром на 1000 В – не менее 0,5 МОм.

После окончания испытаний взрывозащищенные поверхности оболочек (для защиты их от коррозии) покрываются слоем смазки НГ204У, а также проверяется затяжка крепежных деталей.

22.4. Ремонт выключателей

Плановый капитальный ремонт масляных выключателей осуществляется один раз в 6-8 лет, текущий – по мере необходимости. Внеочередной ремонт, зависящий от состояния выключателей, выполняется после определенного количества коммутационных отключений (для выключателя ВМП-10 после 6 коротких замыканий и 10 отключений в пределах 30-60 % от

номинального тока или выполнения 2000 операций отключений независимо от коммутирующих токов).

Масло в выключателях меняют при капитальных ремонтах, снижения его пробивной прочности ниже 15 кВ или при наличии в нем взвешенного угля.

Для безопасного ведения ремонтных работ отключают оперативные цепи привода выключателя и ослабляют заводящие пружины или запирают отключающий механизм привода.

Перед ремонтом выключатель тщательно очищают от пыли и грязи, после чего осматривают для уточнения объема работ. При внешнем осмотре обращают внимание на состояние изоляции частей механизма, отсутствие течи масла, надежность крепления выключателя и заземления его рамы. Все трущиеся части механизма выключателя после удаления старой смазки покрывают тонким слоем ЦИАТИМ-203 и при необходимости восстанавливают поврежденную окраску. Контактные выводы выключателей и концы шин покрывают тонким слоем смазки ПКВ.

Выключатели разбирают в следующей последовательности: сливают масло, проверяют работу маслоуказателей; отсоединяют от полюсов изоляционные тяги и полюсы снимают; открывают нижние крышки полюсов с укрепленными на них розеточными контактами и вынимают распорные цилиндры и дугогасительные камеры; открывают верхние крышки и вынимают маслоотделители.

При легком обгорании контактов поврежденные места зачищают шкуркой, большие наплывы удаляют напильником.

Для замены токопроводящего стержня снимают корпус механизма и диск, крепящий направляющие стержни, после чего вынимают их с верхним выводом.

При ремонте дугогасительной камеры обугленные места зачищают, после чего промывают чистым трансформаторным маслом. При сильных повреждениях цилиндры заменяют.

При ремонте приводного механизма очищают и осматривают его детали, находящиеся в раме выключателя. Заменяют смазку, тщательно осматривают отключающие пружины, которые не должны иметь дефектов. Расстояние между витками пружин должно быть одинаковым. Проверяют плавность хода штока масляного буфера.

После сборки контролируют регулировку выключателя. После проверки работы механизма полюсов выключатель заполняется чистым сухим трансформаторным маслом. Ход подвижных контактов контролируют с помощью трехламповой схемы. Неравномерность касания контактов не должна превышать 5 мм.

Сборку выключателя ведут в обратной последовательности разборке.

22.5. Ремонт разъединителей и предохранителей

Ремонт разъединителей складывается из ремонта изоляторов, токоведущих частей, приводного механизма и каркаса. Сначала удаляют с изоляторов слегка смоченной в бензине тряпочкой пыль и грязь и внимательно осматривают с целью выявления дефектов и устраняют их. Далее проверяют:

- крепление подвижных и неподвижных контактов на изоляторах, а также токопроводящих шин проходных изоляторов;
- отсутствие при включении смещения подвижного контакта относительно оси неподвижного. Если смещение вызывает удар подвижного контакта о неподвижный, его устраняют изменением положения неподвижного контакта;
- надежность контакта в месте соединения шин с неподвижными;
- плотность соприкосновения подвижного и неподвижного контакта с помощью щупа толщиной 0,05 мм, который должен проходить на глубину не более 5-6 мм. Изменение плотности достигается затяжкой спиральных пружин на подвижном контакте;
- одновременность касания «ножей» с «губками» трехфазного разъединителя.

Неравномерность касания контактов не должно превышать 3 мм. Регулировка достигается изменением длины поводков или тяг отдельных фаз. Нож разъединителя при включенном положении должен находиться от основания неподвижного контакта на расстоянии не более 5 мм.

Место контакта «ножа» и «губки» покрывают тонким слоем смазки или вазелина. Предварительно контактные поверхности зачищают мягкой стальной щеткой.

Капитально отремонтированный разъединитель должен пройти испытания.

Межремонтный срок для предохранителей не определен, их обычно ремонтируют при обнаружении дефектов. Ремонт начинается с очистки пыли и грязи с опорных изоляторов и контактов патрона. Затем в результате осмотра убеждаются в целостности фарфоровой изоляции, а также армировки латунных колпачков на торцах патрона. Треснувшие опорные изоляторы и патроны заменяют, а нарушенную армировку восстанавливают.

Проверяют плотность соприкосновения контактной поверхности латунных колпачков или «ножей» с пружинными контактами. Если требуется более плотный охват, подгибают контактные пружины и железную скобу. Если медь контактных зажимов от перегрева потеряла упругость, контакты заменяют.

Проверяют качество контактного соединения предохранителя с ошиновкой.

22.6. Ремонт электрических аппаратов

При длительной работе аппаратов в них могут возникнуть различные неисправности, которые проявляются в виде нагрева токоведущих частей сверхдопустимой нормы, неправильной работы аппарата, его отказа.

Наиболее частой причиной неисправности аппаратов бывает плохое состояние контактов. Грязные, окислившиеся или оплавленные контактные поверхности не могут создавать хорошего контактного соединения, и такие контакты, а вместе с ними и токоведущие части аппарата, недопустимо нагреваются. Повышенный нагрев контактов наблюдается при ослаблении давления на них вследствие потери контактными материалами или пружинами их свойств. Невключение или неотключение автомата может произойти при повышенном износе его деталей или нарушении его регулировки.

Для обеспечения длительной нормальной работы аппаратов их периодически ремонтируют.

При ремонте рубильников и переключателей выполняют следующее:

- тщательно очищают напильником контактные поверхности «ножей» и «губок» от грязи, копоти и частиц оплавленного металла. Если «ножи» и «губки» оплавлены, то их заменяют на новые;
- подтягивают все крепежные детали рубильников и переключателей;
- проверяют состояние пружин в «губках», при ослаблении их меняют;
- регулируют плотность вхождения «ножей» в «губки». «Ножи» должны входить в «губки» без ударов и перекосов, но с усилием;
- регулируют глубину вхождения «ножей» в «губки»;
- проверяют прочность соединения рубильника с рычагом тяги;
- проверяют состояние пружин искрогасительных контактов, слабые пружины заменяют новыми.

Качество ремонта и регулирования рубильников и переключателей проверяют многократным (10-15 раз) включением и отключением.

22.7. Ремонт изоляторов и шин

Отключение для ремонта любого распределительного устройства вызывает нарушение нормальной схемы электроснабжения потребителей, поэтому ремонт должен начинаться со сборных и линейных присоединений.

При ремонте шины очищают от пыли, проверяют их крепление и контактные соединения. Для удобства осмотра гайки болтов контактных соединений монтируют с видимой стороны.

Рабочие поверхности разборных контактных соединений непосредственно перед сборкой зачищают. Затяжку болтов контактных соединений выполняют моментными индикаторными ключами.

Электрическое сопротивление разборных соединений не должно превышать начальное значение более чем в 1,5 раза, а сварных и паяных - оставаться неизменным.

При эксплуатации нагрев контактов контролируют стационарными или переносными термоиндикаторами. В качестве стационарного индикатора применяют специальную пленку, наклеиваемую вблизи контактов. При температуре 60-70⁰ термопленка приобретает красный цвет, при дальнейшем нагреве – темнеет, что указывает на плохой контакт.

Швы стыков соединяемых шин (алюминиевых, медных с алюминиевыми) в сырых помещениях покрываются двумя-тремя слоями глифталевого лака.

По окончании проверки шины при необходимости вновь окрашивают эмалью в соответствующий цвет.

После протирки изоляторы внимательно осматривают, не появились ли за межремонтный срок на поверхности глазури трещины и сколы площадью более 1 см² и глубиной 1 мм, прочная ли армировка колпачков и фланцев.

Изоляторы, имеющие сколы площадью до 1 см², не меняют, а дефектные места покрывают двумя слоями бакелитового или глифталевого лака с просушкой каждого слоя.

Если армировка выкрошилась, ее восстанавливают. Для армирования поверхности фарфора и металла изолятор очищают от грязи и масляных пятен, и выкрошившийся объем заполняют замазкой (1часть портландцемента и 1,5 частей песка, замешенных на воде в пропорции 100 частей смеси 40 частей воды), которую можно использовать в течение 1-1,5 часов.

Если на изоляторах обнаружены крупные сколы и трещины, их заменяют новыми, которые не должны отличаться от установленных по высоте более чем на 1-2 мм, иметь смещение осей изолятора и колпачка более ±3 мм, а отклонение поверхности колпачка от горизонтали не более 1 мм.

22.8. Ремонт реакторов

Текущие ремонты реакторов производят два раза в год, а капитальные – по мере надобности и в зависимости от состояния реакторов. При ремонте поправляют деформированные витки обмотки, устраняют повреждение изоляции обмотки и бетонных колонок, восстанавливают разрушенные части колонок.

Поврежденный лаковый покров бетона полностью восстанавливают. При частичном разрушении бетонных колонок их реставрируют.

Бетон составляют из равных по объему частей цемента, кварцевого песка, гравия и воды. Опалубку для бетонных колонок выполняют из гладко оструганных досок. Поверхность досок, обращенных к бетону, покрывают слоем технического вазелина, чтобы раствор не приставал к опалубке.

Опалубку снимают только после окончания процесса схватывания через 5-60 часов.

Сушку и запечку отремонтированного реактора производят через 25-30 суток в сушильной камере при температуре $90-110^{\circ}\text{C}$ в течение 40-50 часов.

Окончив ремонт реактора, измеряют сопротивление изоляции его обмоток относительно болтов и испытывают изоляцию повышенным напряжением переменного тока. Сопротивление изоляции обмотки должно быть не ниже 1 МОм, обмотка реактора на 10 кВ должна выдерживать в течение 1 минуты напряжение 42 кВ.

22.9. Ремонт измерительных трансформаторов

При ремонте трансформаторов тока проверяют целостность фарфоровых изоляторов, крышек и их армировки, прочность крепления стержня в изоляторе, отсутствие обрыва в цепи вторичной обмотки, состояние изоляции между первичной и вторичной обмотками. Изоляторы с небольшими сколами и частично разрушенными армировочными швами не ремонтируются.

Отсутствие обрыва в цепи вторичной обмотки проверяют прозвонкой концов вторичной обмотки мегомметром. При отсутствии обрыва стрелка прибора должна стоять на нуле.

Состояние изоляции между обмотками, а также между ними и металлическим корпусом трансформатора проверяют при помощи мегомметра. Сопротивление это находится в пределах 50-100 МОм, при меньших значениях трансформаторы тока сушат первичным или вторичным током, при этом токи не превышают номинальных пределов, а температура нагрева – не более 75°C .

Окончив ремонт трансформатора тока, обтирают его фарфоровую крышку ветошью, а металлический цоколь и крышку окрашивают эмалевой краской.

Трансформаторы напряжения ремонтируют так же, как и силовые трансформаторы.

22.10. Ремонт силовых трансформаторов

Текущий ремонт силового масляного трансформатора (без выемки сердечника) производят одновременно с ремонтов остального оборудования трансформаторной подстанции, но не реже одного раза в 4 года.

При периодическом текущем ремонте масляного трансформатора производят его наружный осмотр и устраняют обнаруженные дефекты, чистят изоляторы, радиаторы, спускают грязь из расширителя, доливают масло, проверяют маслоуказатели, спускной кран и уплотнители, надеж-

ность контактных соединений, отбирают пробы масла, производят испытания и измерения.

При внешнем осмотре проверяют герметичность уплотнений. При обнаружении течи масла между баком и крышкой – подтягивают гайки, если это не помогает, уплотнения заменяют новыми из маслостойкой резины.

Бак трансформатора и радиаторы очищают от пыли и масла, изоляторы протирают бензином.

Затем контролируют состояние воздухоочистителя, при розовой окраске селикагеля его заменяют.

Далее устанавливают на место корпус масляного затвора. Заливают масло через трубку воздухоосушителя, засыпают осушитель.

При текущем ремонте проверяют надежность контактных соединений, заземление бака и отбирают масло на испытание.

При текущем ремонте сухого трансформатора необходимо снять кожух и убедиться в отсутствии механических повреждений обмоток изоляторов и других частей трансформатора, проверить надежность контактных соединений и заземление, тщательно продуть трансформатор сухим воздухом и протереть изоляторы.

По окончании ремонта измеряют сопротивление изоляции обмоток трансформатора $R_{60''}$ и определяют коэффициент абсорбции – отношение $R_{60''}/R_{15''}$ мегомметром на напряжение 2500 В ($R_{60''}$ – сопротивление изоляции, измеренное через 60 секунд, $R_{15''}$ – через 15 секунд после начала измерения).

Сопротивление изоляции измеряют между каждой обмоткой и корпусом и между обмотками. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции для обмоток вновь вводимых силовых трансформаторов должно быть не менее 70 % от сопротивления заводского испытания, а отношение $R_{60''}/R_{15''}$ не ниже 1,3.

22.11. Ремонт комплектного распределительного устройства (КРУ)

Ячейки КРУ подвергаются плановому осмотру, а также осмотрам после отключения коротких замыканий. При этом определяют состояние дверей шкафов, замков, цепей заземления, изоляции, смазки трущихся поверхностей всех металлических систем, тяг, блокировок, неподвижных разъемных контактов главных и вспомогательных цепей. Обнаруженные дефекты устраняются.

При плановом ремонте производят следующее:

проверку состояния болтовых и разъемных соединений главных и вспомогательных цепей, при необходимости замену ламелей, пружин и других деталей;

проверку и регулировку механизма заземлителя и замену изношенных деталей;

проверку работы блокировочных устройств, смазку трущихся поверхностей тонким слоем ЦИАТИМ 203 или 201;

проверку работы шторочного механизма;

очистку всего оборудования и особенно изоляционных деталей от пыли и грязи;

проверку сочленения выдвижных тележек со шкафами КРУ по размерам, приведенным в заводских инструкциях соответствующего типа КРУ.

Ремонт выключателей и другой комплектующей аппаратуры, смонтированной в шкафах и на выдвижных тележках, выполняется с соблюдением требований инструкций на соответствующую аппаратуру.

22.12. Ремонт кабелей

В процессе работы кабелей может произойти электрический пробой между токопроводящими жилами, между жилами и оболочкой кабеля, корпусом воронки или муфты.

Ремонт кабеля выполняют непосредственно в месте повреждения.

К ремонтным работам на кабельных линиях приступают только после отключения кабеля и проверки отсутствия напряжения на его концах, наложения заземления и вывешивания плаката «Не включать – работают люди».

Если ремонтируемый кабель находится под открытым небом, то на месте производства работ, устанавливают палатку, в которой ведут ремонтные работы.

В поверхностных электроустановках для определения места повреждения наибольшее распространение получили следующие методы: *абсолютные* – индукционный и акустический и *относительные* – импульсный, колебательного разряда, петлевой и емкостной. На эффективность определения места повреждения существенное влияние оказывает величина переходного сопротивления в месте повреждения.

Аппараты общего назначения для испытания изоляции кабеля и поиска повреждения в подземных условиях применяться не могут. На поверхности горных предприятий и на открытых горных работах применяются для этой цели аппараты АШИК-1 и АШИК-2. Они позволяют испытывать электрическую прочность изоляции кабельных линий импульсным напряжением до 30 кВ в течение 10^{-5} - 10^{-3} с, определять места повреждения на трассе кабеля. Аппарат (рис. 22.3) состоит из двух блоков: испытателя изоляции импульсным напряжением (2) и искателя места повреждения (11) с датчиком – индукционная рамка (6).

При испытании кабельной линии испытатель изоляции присоединяют к одному из концов кабеля. Вращением рукоятки индуктора напряжение плавно повышают до испытательного. Затем нажатием на кнопку (5) «Испытания» в кабель (1) подается импульсное напряжение. Если изоля-

ция кабеля имеет достаточную прочность, то индикатор (4) пробоя изоляции будет показывать отсутствие тока утечки. При электрическом пробое индикатор покажет наличие тока утечки через поврежденную изоляцию.

Кабельная линия считается выдержавшей испытание, если не произошло электрического пробоя при 3-кратной подаче импульсного напряжения в каждую жилу кабеля.

Для определения места повреждения индукционную рамку (6) искателя напряжения устанавливают на оболочку кабеля в месте предполагаемого повреждения и по команде оператора подают импульсное напряжение в кабель. При перемещении рамки по кабелю и по показанию индикаторов (9) определяют место повреждения.

После определения места повреждения на кабеле вырезают поврежденное место, испытывают изоляцию отрезков кабеля. При удовлетворительных результатах испытания бронированные кабели соединяют муфтами, а гибкие кабели – при помощи вулканизации. После ремонта кабель должен быть осмотрен и испытан.

В процессе эксплуатации кабели периодически подвергаются профилактическим испытаниям: определению целостности жил, их фазировке, измерению сопротивления изоляции испытанием повышенным напряжением, определению нагрузки и температуры кабельной линии.

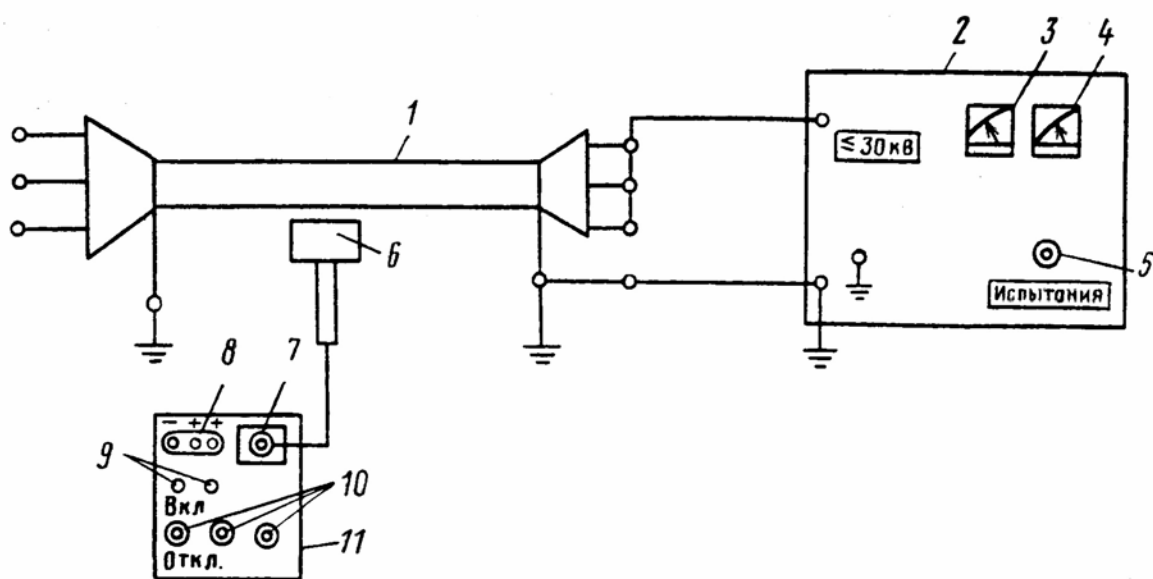


Рис. 22.3. Схема испытания и определения места повреждения кабеля:
1 – кабель; 2 – блок испытателя изоляции; 3 – индикатор импульсивного напряжения; 4 – индикатор пробоя; 5 – кнопка «Испытание»; 6 – индукционная рамка; 7 – разъем для присоединения датчика; 8 – контроль питания; 9 – индикатор подачи импульсивного напряжения и пробоя; 10 – кнопки включения напряжения, сброса и проверки; 11 – блок искателя места повреждения

22.13. Обход, осмотр, техническое обслуживание (ТО) и ремонт линий электропередачи (ЛЭП)

К техническому обслуживанию ЛЭП относятся работы по своевременному предохранению отдельных конструкции и деталей от преждевременного износа путем проведения профилактических измерений и устранения мелких повреждений и неисправностей.

К таким ремонтам относятся:

- обходы и осмотры ВЛ;
- установка, замена и осмотр трубчатых разрядников;
- измерение сопротивлений соединений проводов – болтовых, плас-
шечных, опрессованных;
- проверка тяжения и оттяжка опор;
- проверка и подтяжка болтовых соединений и гаек анкерных болтов.

Периодические обходы ВЛ производят с целью наблюдения за состоянием трассы и выявления неисправностей. Периодичность осмотров должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев. Кроме того, 2 раз в 12 месяцев производятся осмотры ВЛ инженерно-техническим персоналом, с целью определения объема ремонтных работ.

Во время обхода электромонтер, двигаясь вдоль оси линии, осматривает все ее элементы. При осмотре желательно пользоваться биноклем.

При осмотре ВЛ следует обращать внимание на наличие и высоту деревьев и кустарников, на проведение строительных и земляных работ под линиями электропередачи.

При выполнении под ЛЭП работ электромонтеру необходимо проверить наличие разрешения на их выполнение.

При осмотре ЛЭП обратить внимание на наклон опор, проседание грунта у опор, отсутствие в креплениях деталей опор, болтов и гаек, трещин сварных швов, ослабление проволочных бандажей, загнивание деревянных деталей опор, наличие на опорах птичьих гнезд.

При осмотре проводов и тросов обращают внимание на наличие следов перекрытия гирлянд и отдельных элементов, отклонение от нормального положения подвесных гирлянд вдоль линии, отсутствие замков и шплинтов в гирлянде, ржавление арматуры, загрязненность и сколы тарелок изоляторов, наличие помета птиц на гирлянде.

При осмотре арматуры необходимо проверить наличие шплинтов, шайб на деталях арматуры, отсутствие коррозии на зажимах, проскальзывание проводов из зажимов.

При осмотре заземляющих устройств необходимо обращать внимание на состояние заземляющих спусков на опоре и указателей срабатывания разрядников. После окончания обхода ВЛ электромонтер заполняет листок осмотра, куда заносит все выявленные дефекты и неисправности.

В случае выявления дефектов аварийного характера это место огораживается и сообщается руководителю или диспетчеру.

При осмотрах с земли не удастся проверить состояние верхней части опор, узлов крепления гирлянд к опоре. Поэтому на ЛЭП 35 кВ и выше с периодичностью не реже 1 раза в 6 лет проводят верховой осмотр.

На воздушных линиях 0,4-20 кВ верховые осмотры проводятся по мере необходимости.

Кроме осмотров на ВЛ должны проводиться профилактические мероприятия: подтяжка болтов – 1 раз в месяц; проверка загнивания деревянных опор, ржавления металлических – 1 раз в год.

Работы на ЛЭП выполняются по наряду и устному распоряжению.

По наряду на выполнение работ на ЛЭП, отключенных или находящихся под напряжением, выполняются работы, требующие подъема работника выше 3 м от уровня земли и связанные с возможностью прикосновения к проводам, тросам или изоляции при работах по замене или реконструкции элементов опоры, а также откапыванием стойки опоры более чем на 0,5 м.

Приступать к работе на ВЛ можно только после разрешения производителя работ, который предварительно должен проверить отсутствие напряжения и наличие заземления.

При работе на двухцепных линиях ни одна линия не должна находиться в эксплуатации, т.е. на нее не должно подаваться напряжение. Для защиты персонала от воздействия электрических потенциалов, наводимых в тросах, они должны быть закорочены и заземлены на всех анкерных опорах. В ночное время на ЛЭП работы не проводятся. Во время грозы персонал выводится за пределы трассы. Должна быть обеспечена регулировка положения опор расчалками с целью предотвращения их падения. Подъем на вновь установленную опору допускается только по специальному разрешению работ.

22.14. Техническое обслуживание (ТО) и ремонт защитного заземления

Заземляющее устройство обеспечивает безопасность людей при прикосновении к корпусам электрооборудования и другим металлическим частям, которые случайно могут оказаться под напряжением в результате пробоя или повреждения изоляции. В подземных электроустановках при замыкании токоведущих частей на землю токи через заземляющую сеть выводятся из взрывозащитных оболочек в землю. В том случае, если имеются ослабленные контакты, соединяющие заземляющие проводники, то они могут вызывать искру, которая в свою очередь воспламенит взрывоопасные воздушные смеси или подожжет пожароопасные материалы.

С целью обеспечения функций, выполняемых заземляющими устройствами, регулярно в сроки, установленные ПТЭ и отраслевыми ПБ, производят их осмотры, проверки и измерения, которые предусматривают: *внешний осмотр* видимой части элементов и проводников заземляющего

устройства; *измерение сопротивления* заземляющего устройства; *проверку сопротивления* цепи «фаза-нуль»; *проверку надежности* соединений естественных заземлителей; *выборочное вскрытие грунта* для осмотра элементов в заземляющих устройствах, находящихся в земле; *измерение удельного сопротивления грунта* для опор линии электропередачи напряжением выше 1000 В.

Осмотр видимой части выполняется вместе с осмотром электрооборудования подстанций, распределительных устройств, других электроустановок.

В подземных выработках такой осмотр выполняют перед началом каждой смены обслуживающим персоналом, а также при каждой перестановке оборудования и ремонте заземлителей. При осмотре проверяют целостность заземляющих проводников, правильность присоединения электрооборудования к шине, соответствие сечения заземляющих проводников, ослабление или окисление контактов. При этом не должно быть обрывов и неудовлетворительных контактов в проводниках. Контакты на болтах зачищаются до блеска, поджимаются и покрываются слоем защитной смазки. Размеры, сечение и конструктивное исполнение остальных элементов соответствуют требованиям ПУЭ, отраслевым ПБ и другим нормативным документам. В подземных выработках особое внимание уделяется проверке непрерывности заземляющей сети.

Сопротивление заземляющих устройств для электроустановок выше 1000 В определяют не реже 1 раза в 6 лет, а ниже 1000 В – 1 раз в год. На ВЛ напряжением выше 1000 В такие измерения проводят не реже 1 раза в 10 лет. Для получения наиболее достоверных результатов измерения рекомендуется проводить в периоды наибольшего удельного сопротивления грунта. В подземных установках измерение переходного сопротивления заземлителя проводят не реже 1 раза в 3 месяца специально назначенными лицами, в составе не менее двух человек. При этом предварительно выполняют осмотр и устранение неисправностей.

Измерение сопротивления заземления на поверхности и в шахтах не опасных по газу или пыли, может выполняться любыми приборами, для этого предназначенными. В шахтах, опасных по газу и пыли, могут использоваться только измерители сопротивления заземления, допущенные к применению в них: М416, М416/1. М1103 и др. Максимальное значение сопротивления заземляющих устройств не должно превышать значений, установленных ПУЭ и отраслевыми ПБ.

Проверку сопротивления цепи «фаза-нуль» выполняют для определения тока короткого замыкания между фазами и заземляющим проводником. Измерение проводится прибором М417 или по методу амперметра-вольтметра. При этом оборудование отключают от сети и делают искусственное замыкание одного фазного провода на корпус оборудования. Измерение выполняют на переменном токе от понижающего трансформатора Т2, ток которого не менее 10-20 А. Сопротивление петли «фаза-

нуль» должно быть таким, чтобы обеспечивалось надежное отключение поврежденного участка максимальной токовой защитой.

Осмотр элементов заземляющих устройств, находящихся в земле, со вскрытием грунта для электроустановок производится выборочно, а у опор ВЛ не реже 1 раз в 10 лет у 2 % общего числа опор. Элементы заземления подлежат замене, если разрушено более 50 % его сечения.

Проверка главных заземлителей в шахте производится специально назначенными лицами не реже 1 раза в 6 месяцев. Их проверка и ремонт могут выполняться только поочередно так, чтобы один заземлитель обязательно находился в работе.

Все результаты осмотров, проверок, измерений и ремонтов устройств заземления заносят в журнал осмотра.

Электроустановки разрешается включать только при условии исправности заземляющих устройств. Если неисправность не может быть устранена, то должны быть приняты меры по недопущению включения электроустановки.

Заключение

Решающим фактором эффективного использования мощного горного оборудования является дальнейшее совершенствование организации и планирования ремонтного производства – внедрение индустриальных методов повышения качества ремонтов, снижения ремонтных затрат.

Ускорение ремонтного производства достигается: централизацией и специализацией всех видов ремонтного обслуживания, монтажных и наладочных работ; внедрения прогрессивных методов технического обслуживания и ремонта, а так же многосменной организацией труда; совершенствованием технологии ремонта оборудования, методов и средств технической для объективной оценки технического состояния оборудования, а также средств контроля за расходом ресурсов отдельных сборочных единиц и агрегатов; повышением уровня технического обеспечения ремонтного персонала средствами механизации; внедрением специализированных инструментов, приспособлений, контрольно-измерительных приборов и средств в практику выполнения ремонтных работ; внедрения номенклатуры и объема восстановления деталей путем внедрения износостойких наплавов и компенсационных вставок; применение металлокерамических добавок для восстановления трущихся деталей в процессе эксплуатации; техническим перевооружением ремонтных баз на основе современной техники.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая организация имеет право производить ремонт электрооборудования?
2. Какие работы выполняются при текущем ремонте электродвигателя?
3. Какие работы производятся при капитальном ремонте электродвигателя?
4. Как можно проверить правильность установок щеток электродвигателя?
5. Какими способами определяется замыкание между витками обмоток электродвигателя?
6. Как производится ремонт взрывозащищенного оборудования?
7. Когда выполняются текущие и капитальные ремонты масляных выключателей?
8. Какие работы входят в капитальный ремонт масляных выключателей?
9. Какие работы входят в ремонт разъединителей и предохранителей?
10. Какие работы выполняются при ремонте электрических аппаратов?
11. Расскажите о ремонте изоляторов и шин.
12. Назовите периодичность ремонтов реакторов.
13. Расскажите о правилах ремонта измерительных трансформаторов.
14. Какие работы выполняют при ремонте силовых трансформаторов?
15. Как определяют место повреждения силового кабеля на поверхности горного предприятия?
16. Расскажите порядок ремонта кабеля на поверхности горного предприятия.
17. Какими способами проводят испытание кабельной линии?
18. Какие работы выполняют при обходах и осмотрах ЛЭП?
19. Какие работы выполняются при ремонте защитного заземления в шахтах и на карьерах?

ГЛАВА 3. МОНТАЖ ГОРНЫХ МАШИН

3.1. Общие сведения

Монтажом называют комплекс работ, выполняемых на месте эксплуатации машины или оборудования (монтажной площадке) по ее сборке, установке в рабочее (проектное) положение, подключению к источнику питания, наладке и сдаче в эксплуатацию. Лишь отдельные виды горных машин – бульдозеры, одноковшовые экскаваторы с объемом ковша до 2 м³ и др. прибывают на рабочее место в собранном виде и требуют монтажа только навесного оборудования, т.е. ввод их в эксплуатацию не занимает много времени. Остальное горное оборудование имеет большую массу и размеры, их доставляют с завода-изготовителя в разобранном виде, причем некоторые из них собираются в подземных выработках в стесненных условиях. Для ввода их в эксплуатацию необходимо проведение сложного комплекса монтажных работ (рис. 3.1).

Объем и содержание работ по монтажу горных машин и электрооборудования зависят от конкретных условий их проведения, которые разнообразны вследствие различий конструкций самих машин и условий их применения.

Способы монтажа горного оборудования очень разнообразны. Наиболее часто машины монтируются постепенным наращиванием или крупноблочным методом. Если оборудование поступило разобранном на блоки, то его собирают из этих блоков [5; 56].

При выборе технических средств монтажа принимают во внимание: габариты и массу ГМиО, условия стесненности монтажной площадки, наличие подъездных путей, электрической и тепловой энергии и т.п.

При ведении монтажных работ подготавливаются: проектно-конструкторская, технологическая и организационная документация.

Проектно-конструкторская документация включает в себя: чертежи монтажного оборудования и приспособлений; схемы разбивки негабаритного оборудования на постановочные блоки; маркировку постановочных блоков и деталей; схемы строповки оборудования и т.д.

Технологическая документация включает в себя: технологические схемы монтажа оборудования, технологические карты на транспортирование и монтаж основного оборудования, ведомости монтажного оборудования материалов и оснастки.

Организационные материалы состоят из графиков производства монтажных работ, потребности основного оборудования, материалов и конструкций для производства монтажных работ, графиков работы монтажных машин, потребности в людских ресурсах, расчета технико-экономических показателей монтажа.

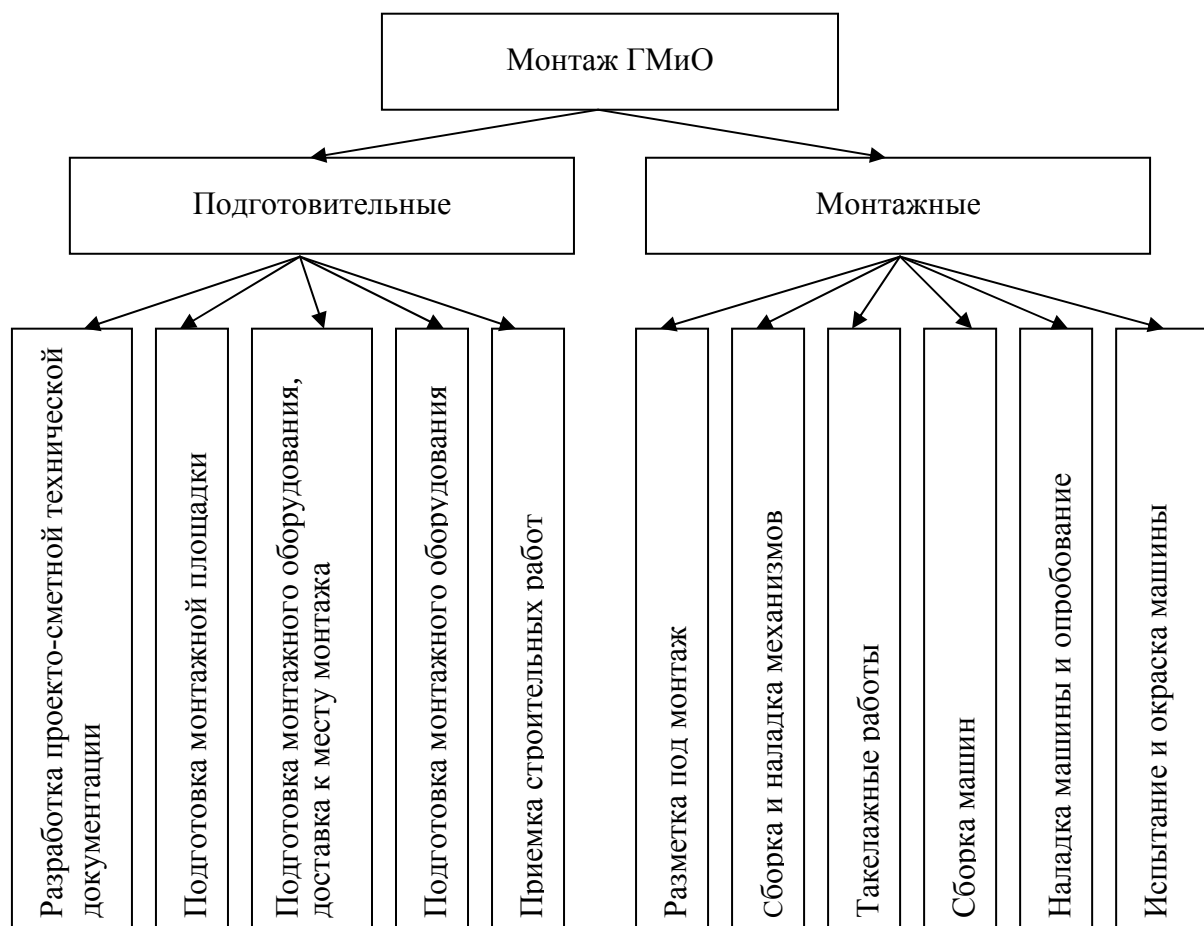


Рис. 3.1. Содержание монтажных работ

Монтажные работы можно разделить на три основных этапа: *подготовительные, производственные и заключительные*.

В *подготовительные* работы, занимающие до 50% продолжительности всех работ, входят: подготовка вышеперечисленной документации; выгрузка элементов оборудования с транспортных средств; проверка комплектности машин; комплектование и сборка их в укрупненные единицы; подготовка транспортных путей; подготовка монтажных площадок (камер); монтаж вспомогательного оборудования и подготовка фундаментов.

3.2. Монтажная документация

При монтаже горных машин руководствуются следующими видами документации: *технической, монтажной и конструкторской*.

Техническая – включает *проектно-сметную* документацию, разрабатываемую проектной организацией, и *конструкторскую* документацию завода-изготовителя; *нормативную*, включающую ценники на монтаж оборудования, СНиПы, отраслевые стандарты, технические условия.

Монтажная включает в себя проект производства работ; технические карты; сетевые и линейные графики; журналы монтажных работ; исполнительные документы, составляемые в ходе и по завершению монтажных работ.

Конструкторская документация для горных машин и оборудования содержит паспорт, чертежи общего вида и его сборочных единиц; маркировочную схему; указания о производстве сварки соединений при монтаже; карты смазки и т.д.; инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации машины.

Проект производства монтажных работ включает в себя: графическую часть; ведомости механизмов, инструментов и материалов; графики производства работ, поставки оборудования и движения рабочей схемы [53].

Для планирования работ по монтажу горного оборудования используются линейные и сетевые графики. Линейные достаточно подробно отражают очередность выполнения основных работ и операций. По такому графику можно установить перечень работ, их продолжительность и последовательность выполнения. Однако линейные графики не отражают взаимосвязей между отдельными работами, определяющими общую продолжительность монтажа.

При изменении условий монтажа линейные графики приходится пересматривать, поэтому для четкой взаимосвязи рабочих операций при монтаже и ремонте крупных машин широко применяют сетевые графики, которые представляют собой графическое изображение комплекса взаимосвязанных работ, выполняемых в определенной последовательности.

Сетевые графики позволяют расшифровывать резервы времени и намечать пути рационального использования этих резервов.

При построении сетевого графика пользуются такими понятиями, как работа, событие, путь.

В качестве исходных данных, необходимых для составления сетевого графика, подготавливается и заводится в компьютер следующая информация:

- пооперационный перечень работ, подлежащих выполнению, с четким указанием их наименований;
- сведения об объемах работ и их плановой продолжительности;
- сведения об исполнителях работ, необходимых и имеющихся ресурсах, сроках поставки материалов, деталей, узлов;
- очередность работ при выполнении ремонта.

Разработку сетевого графика начинают с составления определителя работ, где указаны наименования, продолжительность и коды работ ($i-j$), где i – предыдущее событие (начало работы), j – последующее событие (окончание работы). Начало и окончание каждой работы изображают на графике кружками, а процесс выполнения ее стрелкой. Стрелки указывают последовательность выполнения операций, причем исходная операция перемещается левее завершающейся. Длины линий будут произвольными, а продолжительность и трудоемкость работ при составле-

нии графика определяют на основании существующих нормативов. Продолжительность каждой операции, кроме нулевой, соответствующей началу, находится в определенной взаимосвязи, и на графике располагается в соответствии с технологической очередностью монтажа. Продолжительность каждой операции указывают цифрой, проставляемой над линией, снизу – число занятых рабочих. Работы, связанные только логически, обозначаются на графике штриховыми линиями. Непрерывная последовательность работ называется путем, длина которого определяется суммой продолжительности выполнения расположенных на нем работ. Путь наибольшей длины между начальной и конечной операциями называется *критическим путем*. Его продолжительность определяет срок монтажа. Зная критический путь, можно разработать меры по его сокращению за счет использования резервного времени на остальных ветвях графика, механизации выполнения работ и т.д. (рис. 3.2).

а)



б)

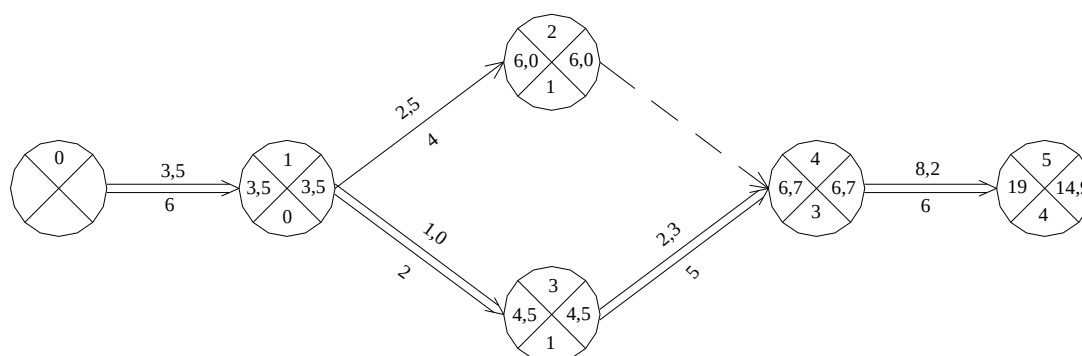


Рис. 3.2. Пример сетевого графика:

а) порядок записи события сетевого графика;

б) вариант сетевого графика

Расчет сетевого графика позволяет установить обоснованные сроки начала и окончания работ, которые используются при последующем оперативно-календарном планировании, а также установить продолжительность монтажа (ремонта) «критический» путь. От своевременного завершения «критических» работ зависит общий срок окончания ремонта. Остальные работы, «некритические», имеют определенный резерв времени, который может быть установлен при расчете и при необходимости в дальнейшем использован при оптимизации исходного сетевого графика.

Целесообразно производить оптимизацию графика, которая заключается в ликвидации длительных простоев отремонтированных узлов и сокращении критического пути.

3.3. Подготовка фундаментов

Монтаж стационарных машин производится на фундаменты, предназначенные для передачи на грунт давления от массы оборудования, возникающих при его работе.

Размеры фундамента указываются на чертежах, поступающих с заводской документацией. Глубина закладки фундамента зависит от типа и габаритов механизмов, от характера грунта и глубины промерзания. Перед изготовлением фундамента уточняют его положение, роют котлован и приступают к изготовлению. В процессе бетонирования фундамента рекомендуется избегать перерывов в работе. Составные части бетона (цемент, песок, щебень) принимаются в пропорции 1:3:5, в ответственных случаях 1:2:3. Бетон утрамбовывается в форму из досок. Фундамент состоит из подошвы, передающей давление на грунт, собственно фундамента и закладочных деталей (анкерных болтов, плит, лаг, стелюг и др. для крепления оборудования).

Фундамент принимают после затвердения бетона и снятия опалубки. При приемке его простукивают молотком, твердость бетона проверяют зубилом.

Результаты приемки фундаментов под механизмы оформляют актом, в котором указывают фактические и проектные размеры фундаментов и закладных частей [22].

Монтаж машины начинается после изготовления фундамента через некоторый промежуток времени, достаточный для того, чтобы материал фундамента полностью затвердел. Бетонные фундаменты до начала монтажа должны стоять не менее 11-15 суток, пуск установленных машин должен быть произведен только через 30 суток после изготовления фундамента. При монтаже стационарных машин вначале устанавливают их рамы, которые крепят к фундаменту болтами.

В машинах небольшой и средней мощности фундаментные болты устанавливаются заранее, в крупных – они вставляются через отверстие в раме. После предварительного крепления рамы вставляются строго горизонтально при помощи клиньев и подкладок. На рис 3.3 представлен набор прокладок.

Допускается (для насосов, вентиляторов и компрессоров) общий наклон фундамента вдоль оси не более 0,15 мм, а в поперечном направлении 0,3 мм на 1 м длины.

После окончания монтажа основных узлов в зазор между рамой и фундаментом производится подливка жидкого цементного раствора, когда заливка затвердеет окончательно, затягивают фундаментные болты и заканчивают установку оборудования. На рис. 3.4 приведена схема подливки рамы, анкерного болта и формы болтов, на рис. 3.5 – крепление нижнего конца анкерного болта.

Монтаж горного оборудования, как правило, ведет предприятие, которое в дальнейшем будет эксплуатировать его, в редких случаях монтаж ведет специализированная организация. Для руководства монтажными работами, соблюдения сроков назначается начальник монтажа. Техническое руководство монтажными работами, регулировку механизмов и наладку оборудования осуществляет шеф-инженер, приглашенный с завода-изготовителя [13].

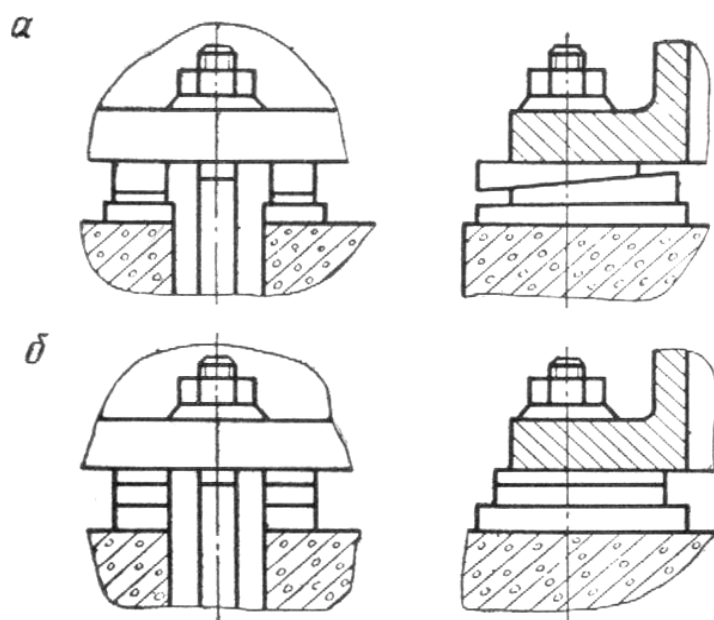


Рис. 3.3. Набор прокладок: а – клиновые; б – плоские

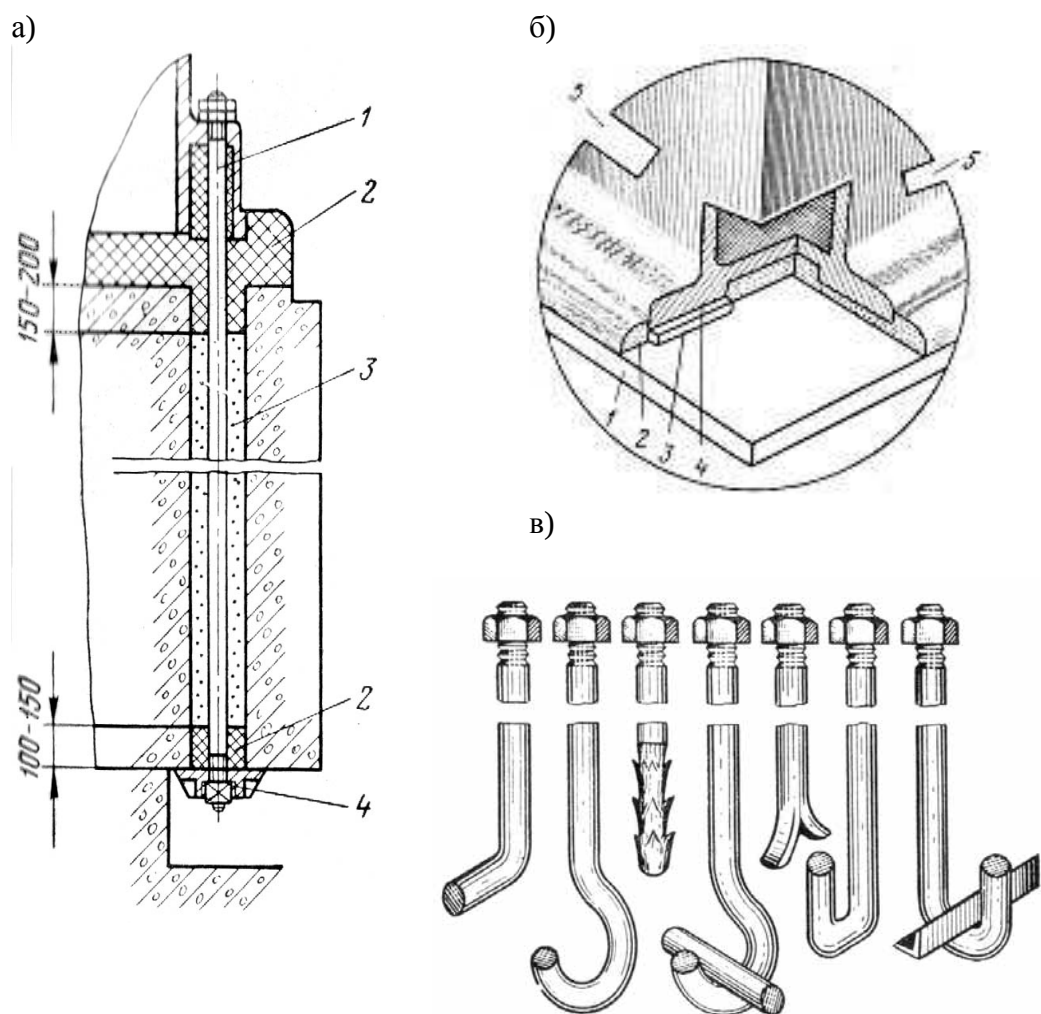


Рис. 3.4. Подливка анкерного болта (а), подливка рамы (б), различные формы болтов для полной заливки бетоном (в);
а) 1 – анкерный болт; 2 – бетонная подливка; 3 – песок; 4 – анкерная плита;
б) 1 – основной фундамент; 2 – подливка; 3 – прокладки; 4 – рама; 5 – окна

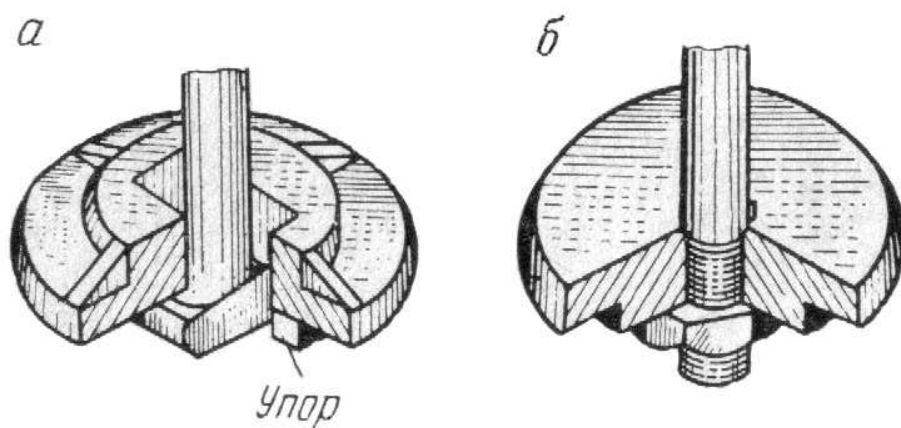


Рис. 3.5. Крепление нижнего конца анкерного болта:
а – анкерный болт с прямоугольной головкой; б – анкерная шпилька с гайкой

3.4. Монтаж оборудования

Для монтажа оборудования на горных предприятиях используют различного вида инструменты, приспособления и механизмы.

Для погрузочно-разгрузочных работ на промплощадке горного предприятия можно применять мостовые, автомобильные, гусеничные и железнодорожные краны и автопогрузчики.

Подъемно-транспортные механизмы на автомобильном или пневмоходу, без устройства специальных путей, называются *монтажными кранами*.

Тали и тельферы предназначены для подъема грузов на незначительную высоту. Наибольшее применение получили тали с червячным приводом.

Ручную таль с червячным приводом подвешивают к конструкции на крюке. Приводное колесо связано с червяком. Сварная калиброванная цепь перекинута через колесо. Приводное колесо вращают, перебирая цепь руками. При вращении приводного колеса вращается червячная шестерня со звездочкой. Через нижний блок тали и звездочку проходит грузовая цепь, которая сокращается по длине и поднимает груз.

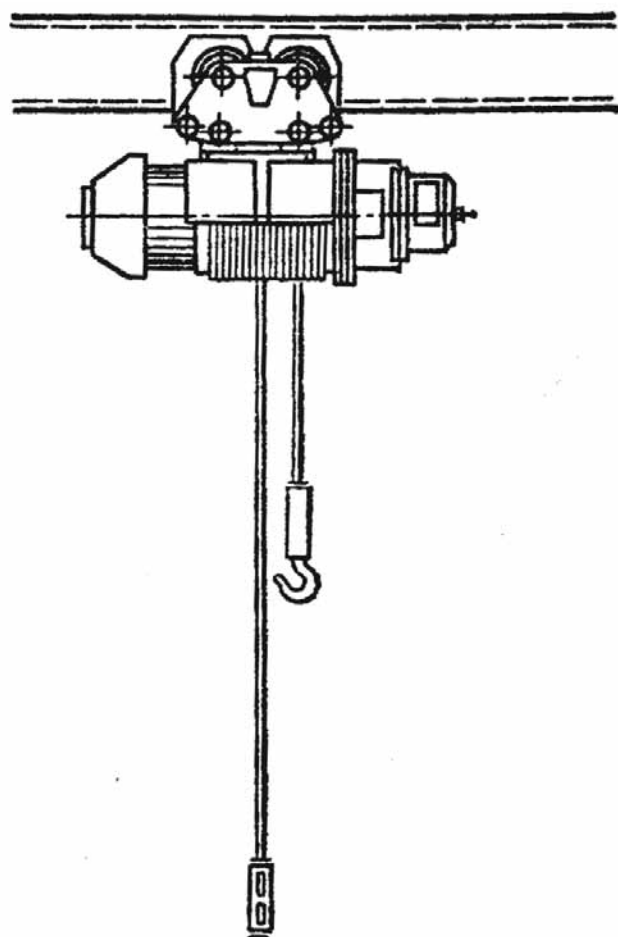


Рис. 3.6. Электрическая таль

Ручные тали имеют ограниченный радиус действия, поэтому, чтобы его расширить, применяют электрические тали с тележкой, передвигающейся по монорельсу. Передвигают электроталь вручную или с помощью электрического привода. Управляют подъемом и передвижением с пульта, который подвешен на тросике (рис. 3.6).

В качестве монтажных подъемных механизмов часто применяют маневровые и проходческие *лебедки* различной грузоподъемности.

Домкраты используют для выполнения вспомогательных операций при такелажных работах. С их помощью производят подъем оборудования и его деталей на небольшую высоту, а также перемещение в горизонтальной плоскости. По принципу действия домкраты делятся на винтовые, реечные и гидравлические (рис. 3.7).

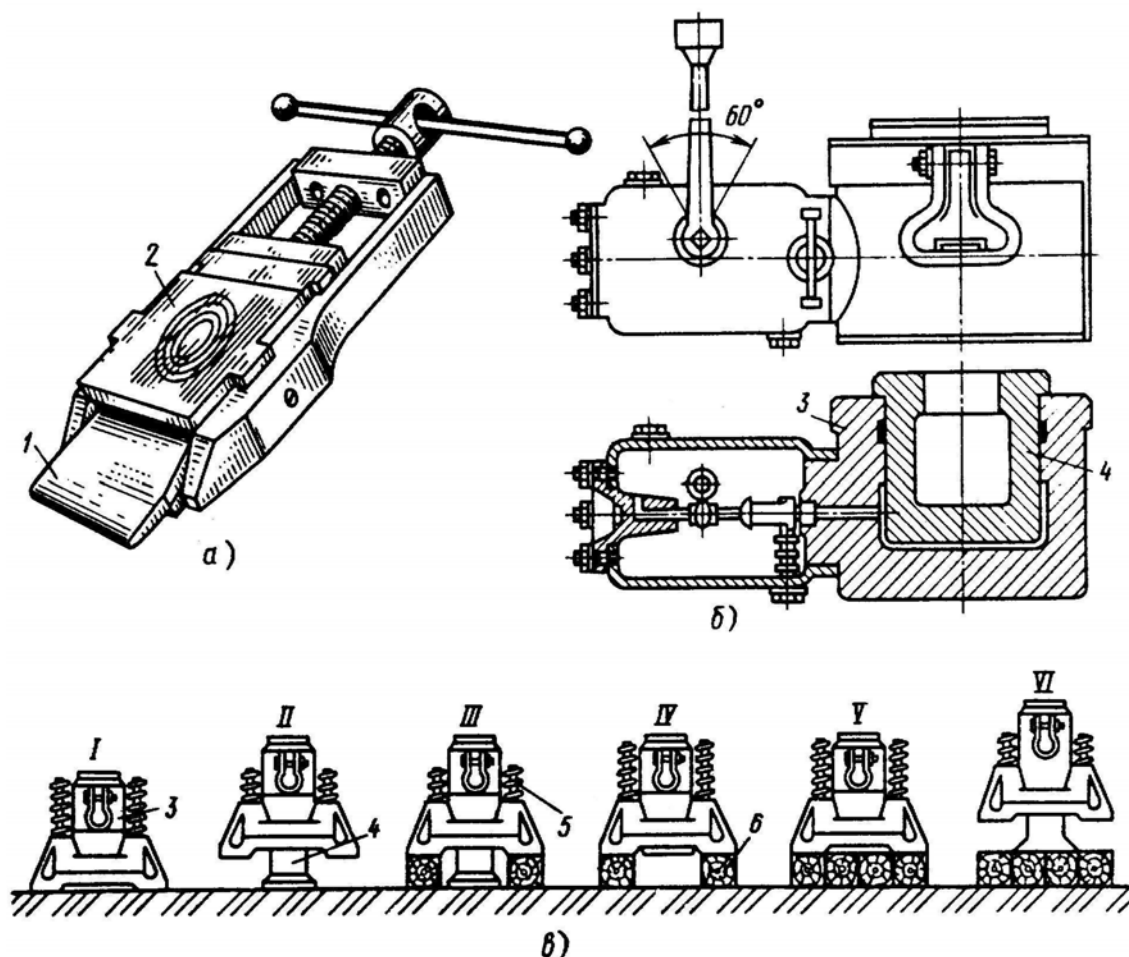


Рис. 3.7. Домкраты: а – клиновой; б – гидравлический; в – схема подъема груза домкратом двойного действия; I-VI – этапы подъема; 1 – клин; 2 – подъемная плита; 3 – цилиндр; 4 – поршень; 5 – пружина для возврата (втягивания) поршня в цилиндр; 6 – брусья

Реечные домкраты применяют для подъема оборудования и различных конструкций незначительной массы, их грузоподъемность не превышает 3-5 т. При работах в стесненных условиях и правке элементов конструкции применяют распорно-винтовые домкраты грузоподъемностью до 20 тонн.

Для подъема груза и деталей большой массы применяют гидродомкраты с ручным или машинным приводом грузоподъемностью до 200 тонн.

Блоки монтажные и полиспасты являются одним из простейших приспособлений для перемещения грузов. Блоки могут быть однороликовыми и многороликовыми. На монтажных работах применяют простые (одинарные) полиспасты с одной тяговой (ходовой) ветвью каната идущей на лебедку. При отсутствии инвентарных блоков и лебедок нужной грузоподъемности применяют сдвоенные полиспасты (рис. 3.8).

При выполнении монтажно-демонтажных работ широко используют канаты, стальные цепи и стропы. Грузовые канаты для оснастки монтажных лебедок и полиспастов, подвергаемых перегибам на барабанах и бло-

ках, должны обладать высокой прочностью и гибкостью. Этим требованиям соответствуют канаты типа ЛК-РО конструкции 6*36+1 о.с.

Для подвешивания грузов к крюку или захвату подвижного блока полиспаста применяют стропы, захваты и траверсы. На монтажных работах используются преимущественно канатные стропы, реже – цепные. Захваты и траверсы применяют при необходимости сократить высоту строповки, а также тогда, когда поднимаемые элементы не могут выдержать сжимающую монтажную нагрузку (рис. 3.9).

К основным средствам механизации монтажных работ относят монтажные краны и станки, с помощью которых производят монтаж (демонтаж) механизированных крепей, погрузку и разгрузку горно-шахтного оборудования в горных.

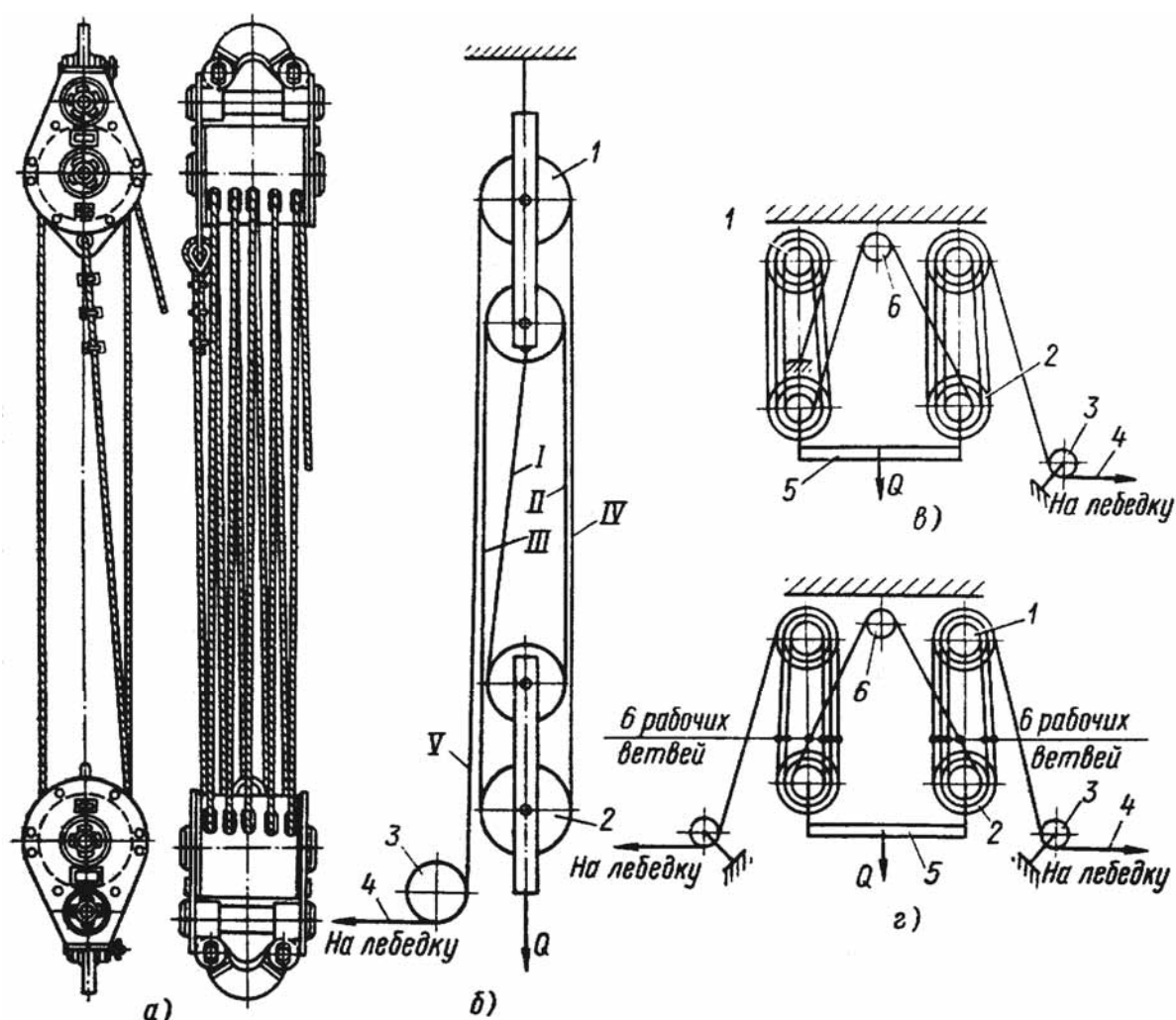


Рис. 3.8. Монтажные полиспасты:

- а – одинарный полиспаст грузоподъемностью 100 т; б – схема запасовки каната, сбегающего с неподвижного блока; в – схема запасовки сдвоенного полиспаста с одной лебедкой; г – то же, с двумя лебедкой; I-V – ветви каната полиспаста; 1 – неподвижный блок; 2 – подвижный блок; 3 – отводной блок; 4 – тяговая ветвь каната; 5 – траверса; 6 – уравнительный блок

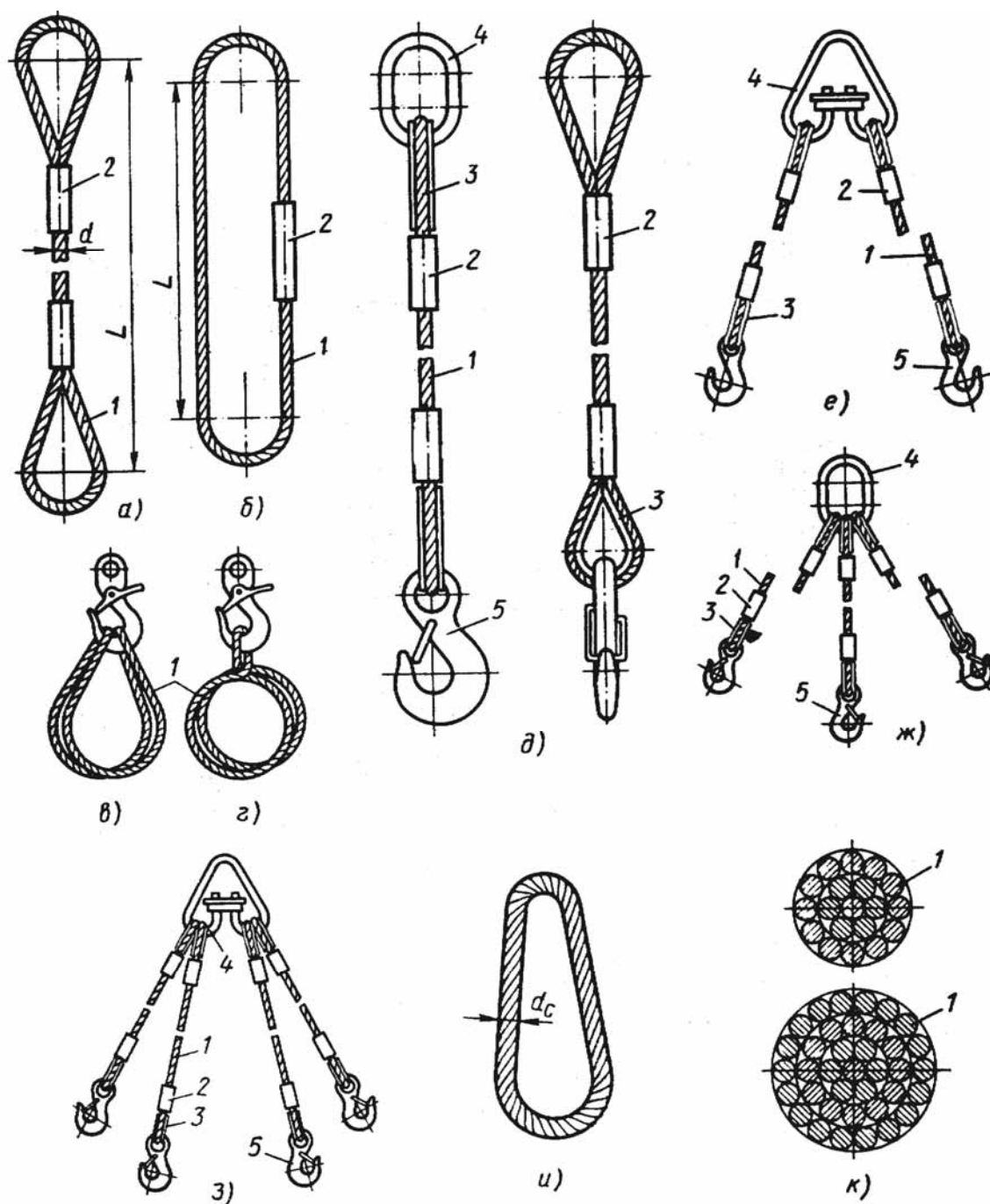


Рис.3.9. Разновидности гибких канатных стропов:

а – УСК-1; б – УСК-2; в – строповка груза в обхват; г – то же, «на удав»; д – 1СК;
 е – 2СК; ж – 3СК; з – 4СК; и – витой строп; к – сечения витых стропов из 19 и 37
 канатов; 1 – канат; 2 – концевое крепление; 3 – коуш; 4 – подвеска; 5 – крюк

Для монтажа и доставки по монтажной камере секций механизированных крепей 2М 81Э, М 130 предназначен монтажно-транспортный кран МТК-3М. Кран целесообразно применять на пластах мощностью 1,8 – 3,2 м с углом падения до 32° [21; 44; 47; 48].

Кран (рис. 3.10) состоит из стойки (3) платформы (6) на рельсовом ходу с прицепным устройством и рельсовыми захватами, каретки (5), стрелы (2), навесного оборудования (1), навесной установки (4) с пультом управления.

Для доставки к монтажной камере кран снабжен съемными транспортными полускатами с колеей 900 мм. Конструктивно – это стреловой кран на рельсовом ходу. Все манипуляции крана осуществляются гидродомкратами [41].

Монтажники чаще всего применяют ручной слесарный инструмент. Из ударного наиболее распространенными являются молотки и кувалды. При рубке металла – зубила с различной длиной режущего лезвия. Для обработки поверхности и опилования металла применяют *напильники и надфили*.

Почти во все наборы инструмента общего назначения включены плоскогубцы, круглогубцы, торцевые и боковые кусачки и пассатижи. Из них наиболее универсальными являются плоскогубцы.

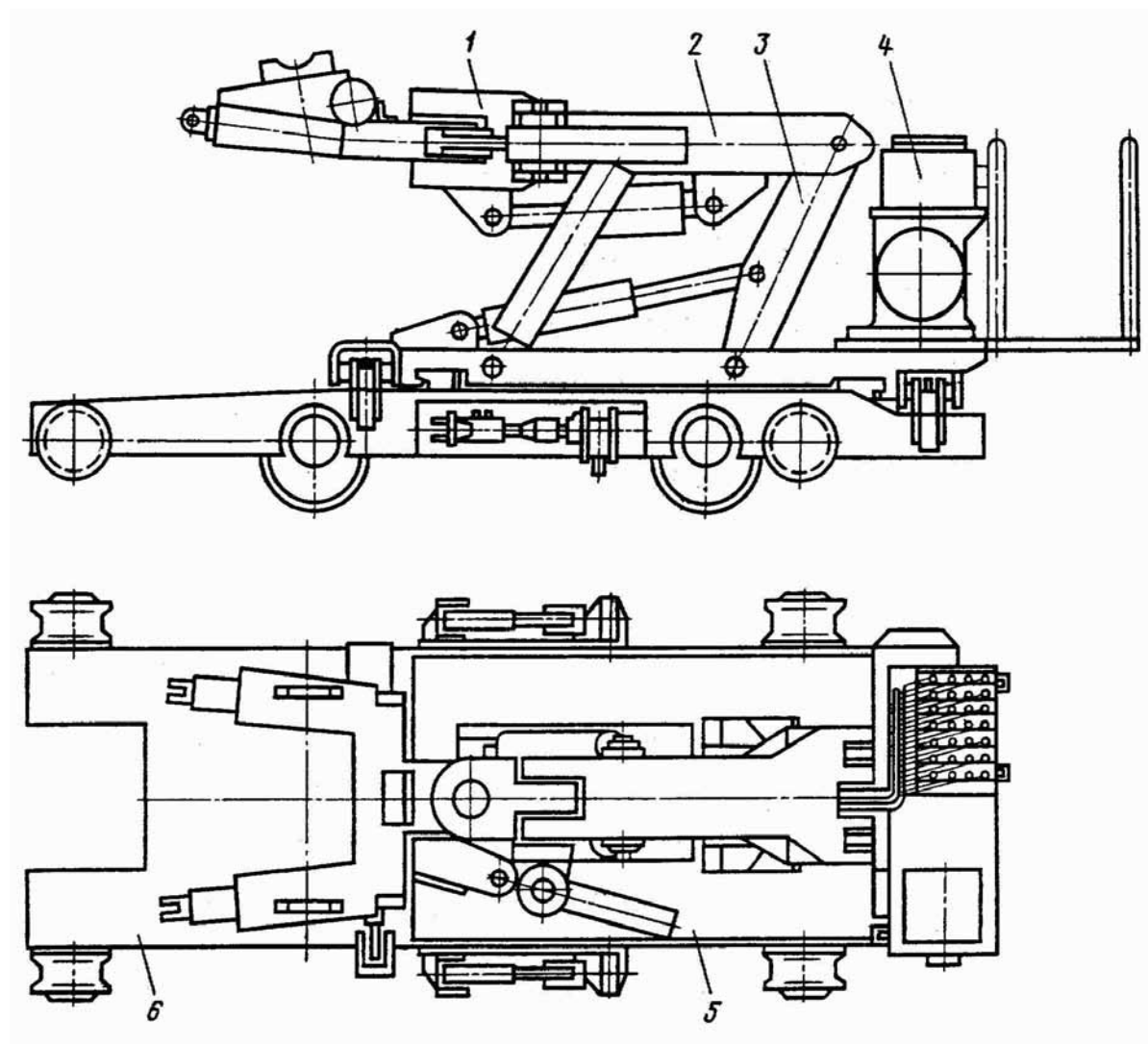


Рис. 3.10. Кран монтажно-транспортный МТК –3М

Слесарно-монтажные отвертки – стержневого, квадратного и крестообразного сечения (рис. 3.11).

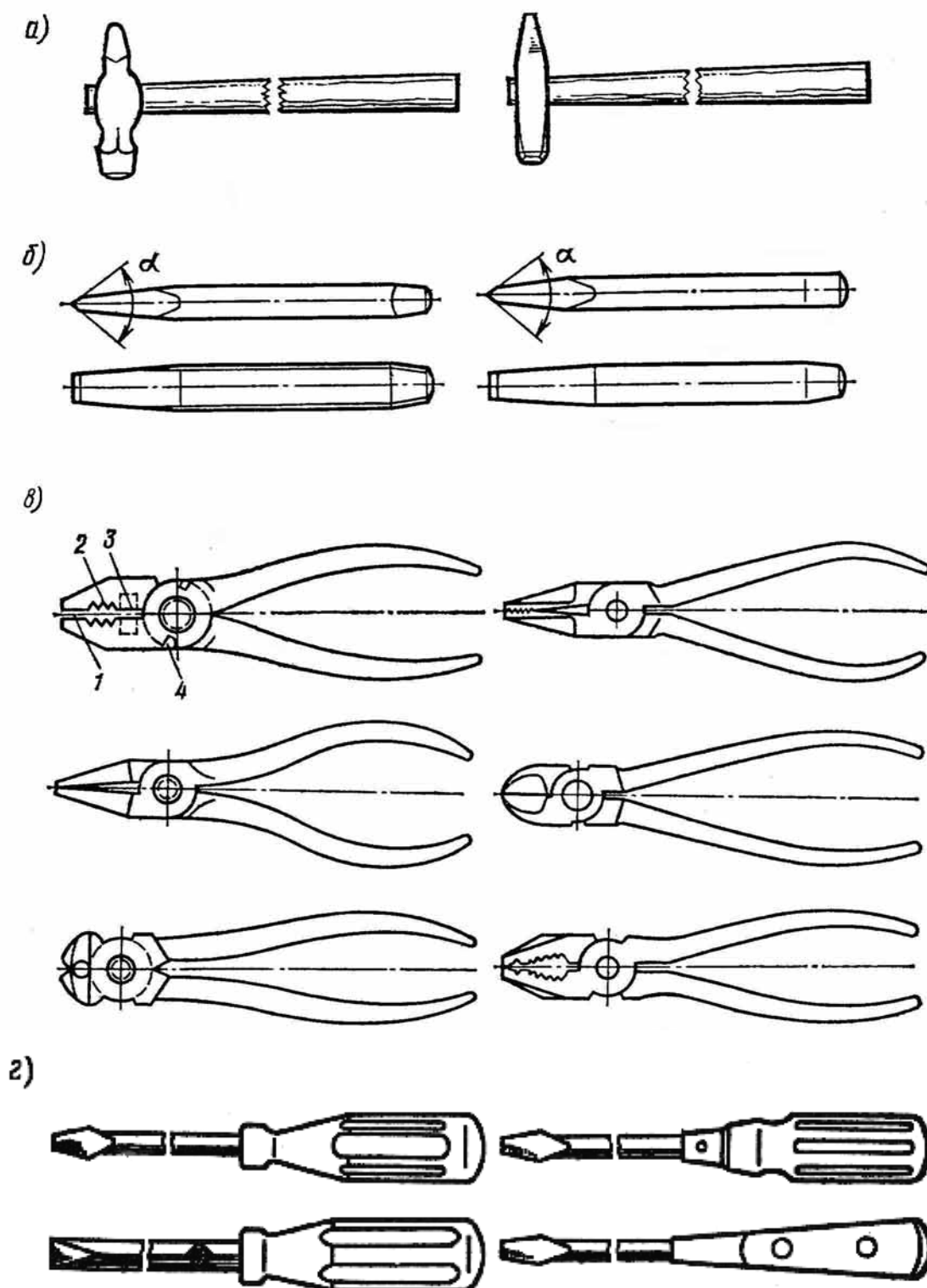


Рис. 3.11 Слесарно-монтажный инструмент:
а - молотки; б - зубила; в - плоскогубцы, круглогубцы, кусачки и пассатижи;
г- отвертки

Для монтажа двигателей, редукторов, шинопроводов и т.д. применяют гаечные ключи: односторонние, кольцевые, комбинированные, торцевые (рис. 3.12).

Резку черных и цветных металлов, пластмассовых и стальных труб и т.д. осуществляют при помощи ручных раздвижных ножовочных станков (рис. 3.13).

Наиболее распространенным измерительным инструментом являются металлические линейки, складные металлические или пластмассовые линейки, самосвертывающиеся или металлические рулетки, микрометры, штангенциркули, щупы, динамометры (рис. 3.14).

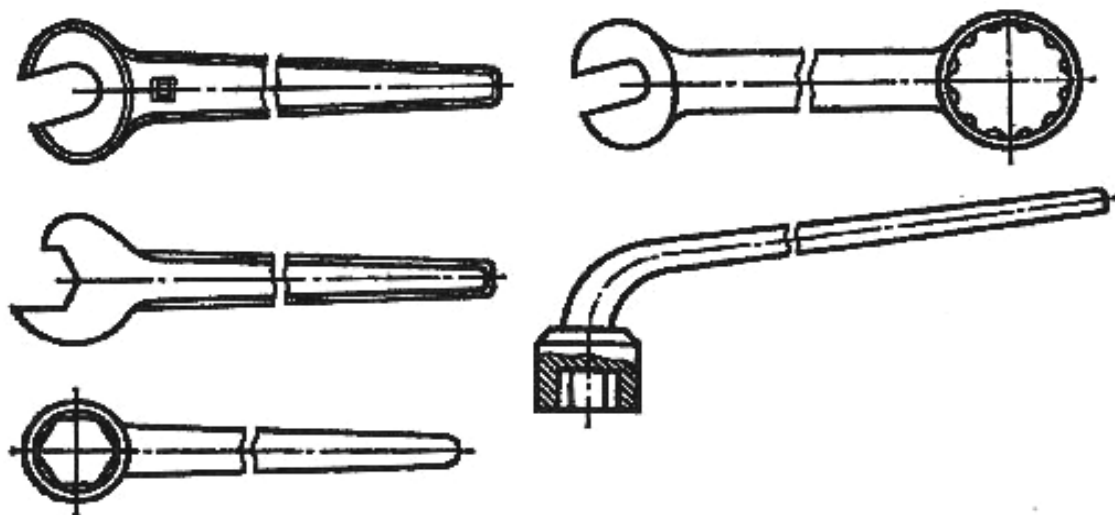


Рис. 3.12. Гаечные ключи

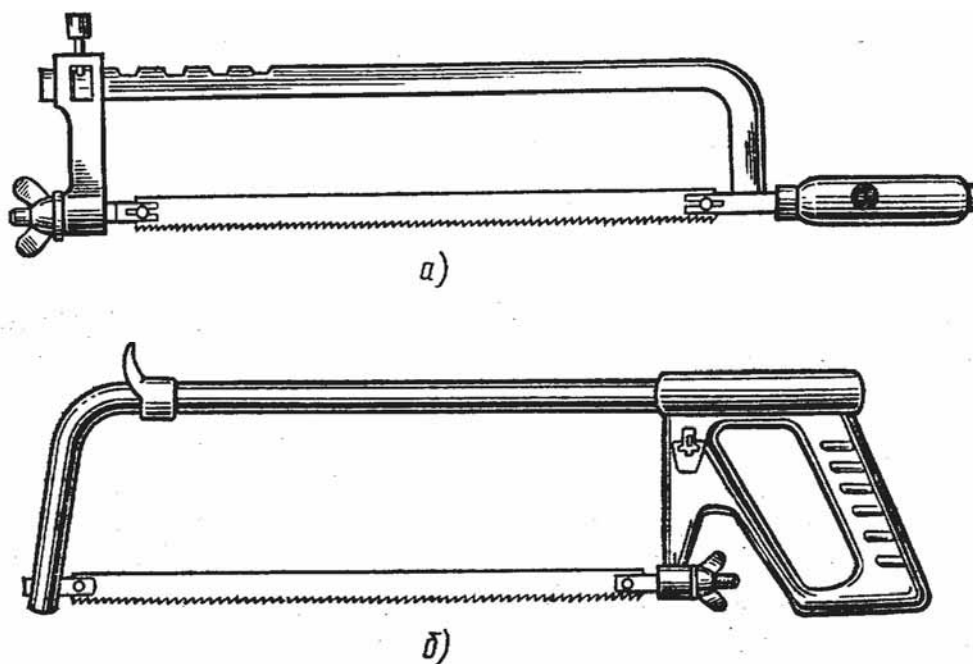


Рис. 3.13. Ножовочные станки:

а – конструкция, применяемая при выполнении слесарных работ;
б - усовершенствованная конструкция

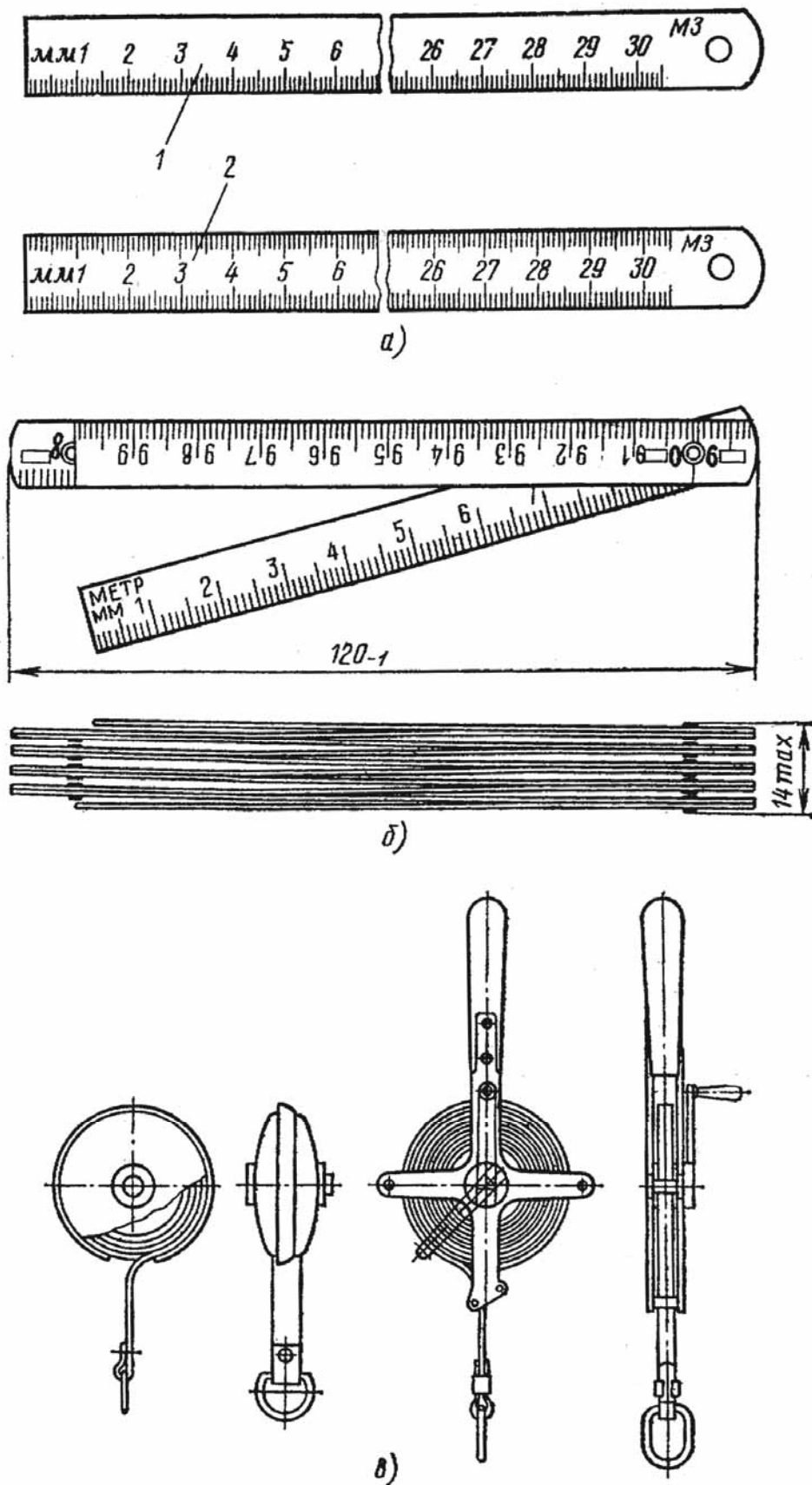


Рис. 3.14 Измерительный инструмент:
 а – измерительные металлические линейки; б – складной метр;
 в – измерительные рулетки

Для опрессовки гильз и кабельных наконечников применяют ручные механические или гидравлические прессы или клещи.

К измерительному строительному инструменту относятся: инструмент для выверки осей машин, фундаментных плит – струны, отвесы, скобы, индикаторы, угольники, уровни. Виброметры, тахометры, счетчики оборотов, термометры и термопары (рис. 3.15).

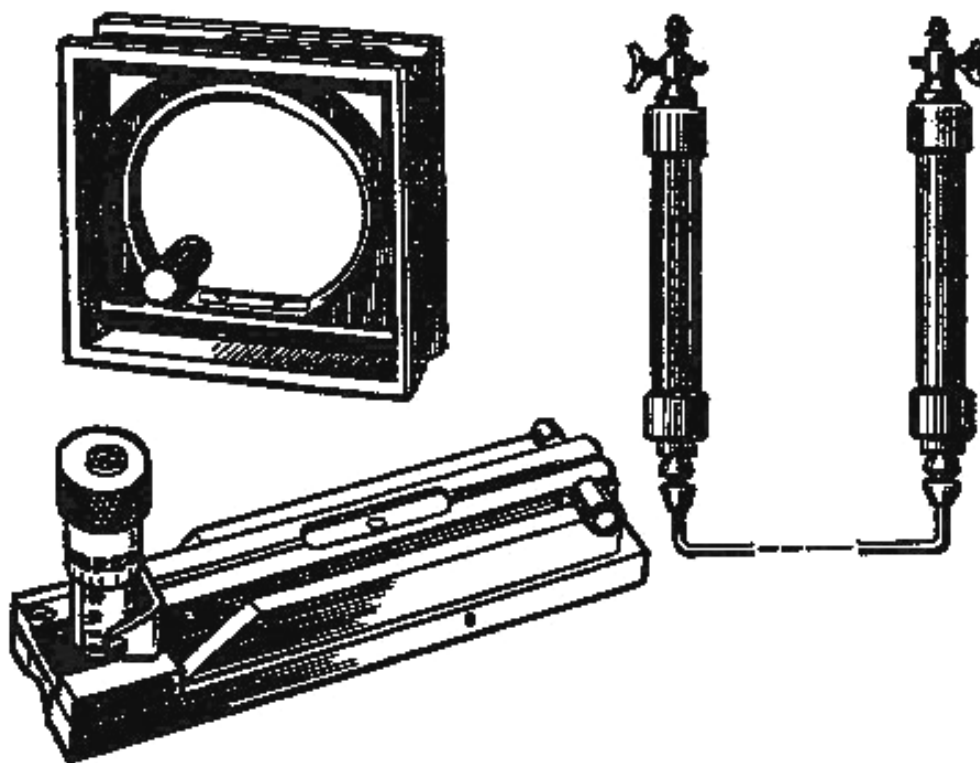


Рис. 3.15. Уровни

К рабочему инструменту относится: строительный инструмент для такелажных и земляных работ – лопаты, ломы, пилы, топоры, буравы и приспособления – колодки для полировки коллекторов, протачивания валов, снятия шкивов и полумуфт.

Кроме того, при монтаже горных машин применяют электросварочные аппараты, оборудование для газовой резки металла, пневматический и электрический инструменты.

При работе с электрооборудованием необходимо использовать защитные средства: резиновые перчатки, коврики, боты; диэлектрические подставки и слесарный инструмент с диэлектрическими рукоятками [21].

3.5. Монтаж отдельных видов горных машин

Монтаж металлических конструкций. Металлические конструкции поставляются на монтаж в виде небольшого числа укрупненных блоков или в виде проката, из которого их изготавливают на месте монтажа или в мастерских.

Металлоконструкции перед сборкой подлежат тщательной ревизии для выявления повреждений, появившихся при транспортировании и в результате коррозии в процессе длительного хранения. Их элементы тщательно очищают от грязи, ржавчины, льда, противокоррозийной краски в стыковых соединениях. Краску удаляют растворителями или скребками с последующим обжигом. Стыковые поверхности подготавливают не ранее чем за 6 часов до сборки стыка, используя газопламенные горелки, специальные пасты и пескоструйную обработку.

Погнутые стержневые элементы подвергают правке. Плавный изгиб устраняют обратным остаточным изгибом без подогрева, а значительные местные искривления исправляют при нагреве до светло-красного каления участка, в 1,5 – 2 раза больше, чем участок искривления.

При постановке укрупненными блоками сборка металлоконструкций состоит из соединения блоков по монтажным стыкам. Сборку ведут с использованием стреловых кранов.

При монтаже стыков добиваются максимального совпадения отверстий под болты и заклепки, а также плотного прилегания деталей (щуп 0,3 мм в любом месте стыка не должен проходить на глубину более 20 мм).

Заклепочные соединения. Клепку осуществляют преимущественно снизу с помощью ручных пневматических молотков. Заклепки диаметром до 11,5 мм клепают в холодном состоянии, а диаметром 13,5 мм и выше – в нагретом. Нагрев выполняется в переносных горнах. По окончании клепки нагретая заклепка должна иметь еще темно-бурый цвет. Качество клепки проверяют остукиванием и внешним осмотром.

Болтовые соединения. Болтовые соединения обеспечивают более надежную работу при действии на стык сдвигающих усилий, устанавливают с зазором более 0,48 мм.

Сварные соединения. Соединения этого типа применяют при стыковке элементов металлоконструкций. Для сварки несущих металлоконструкций из углеродистых сталей, работающих при температуре до -40°C, применяют электроды марки УОНИ 13/45, СМ-11, МР-3, ОЗС-3, ОЗС-4, УП1/45, АНО-2, АНО-3 с диаметром электродов 3,4,5 и 6 мм. При температуре ниже 20°C детали в месте шва предварительно прогревают. Качество сварных швов в условиях монтажной площадки проверяют осмотром, выявляя размеры швов и их дефектов: подрезов, трещин, непроваров, пор и др., сверлением с последующим травлением (выявляют глубину шва и отсутствие внутренних дефектов) и испытанием контрольных образцов. Также проверяют неразрушающий контроль сварных швов с помощью приборов.

Металлоконструкции, как базовые элементы машин, должны отвечать высоким требованиям в части точности сборки. Геометрические размеры элементов большой длины проверяют металлическими рулетками

Монтаж типовых механизмов и деталей. Механизмы современного горного оборудования поставляются на монтаж комплектными сбороч-

ными единицами. Поэтому вопросы сборки их составных элементов – валов, осей, подшипников, муфт, зубчатых, цепных передач решаются в основном на заводах изготовителей. На монтажных площадках обычно выполняются работы по соединению механизмов с помощью муфт, гибких передаточных элементов (цепей), зубчатых передач, трансмиссионных валов и др. Важное значение в этих условиях имеет обеспечение правильного расположения соединяемых механизмов и деталей, чтобы обеспечить уравновешенность элементов машин.

Валы и муфты. При монтаже валов возможны отклонения от правильного расположения геометрических осей (рис. 3.16).

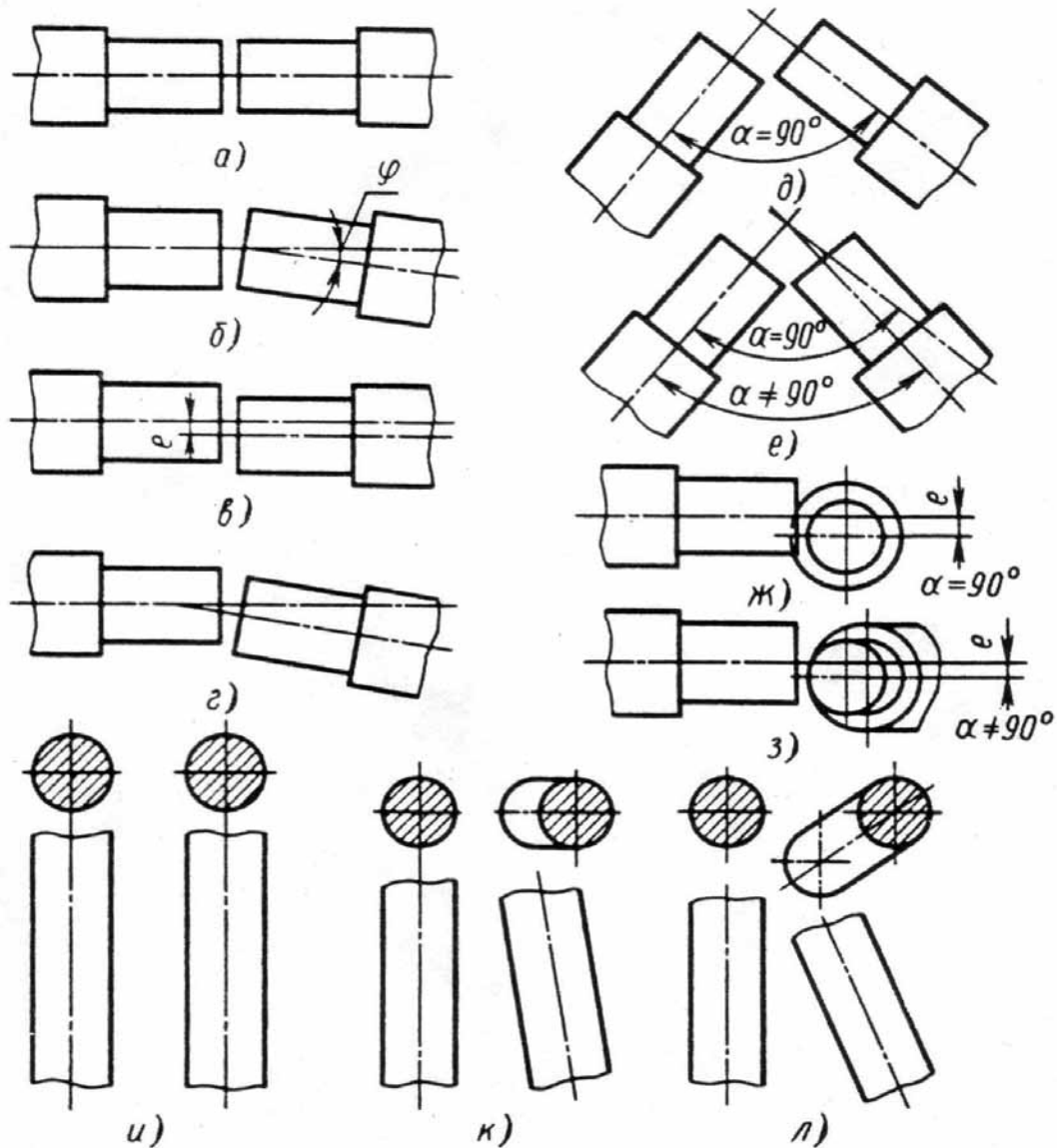


Рис.3.16. Правильное расположение валов в пространстве и виды отклонений:

а - соосны и горизонтальны; б - перекося осей; в - радиальное смещение осей; г - перекося и смещение осей; д - перпендикулярны; е - неперпендикулярны; ж - боковое смещение; з - неперпендикулярность и смещение; и - параллельны; к - непараллельны; л - перекрещиваются

Отклонение от соосности вызывает торцевое биение соединительных муфт, при перекосе осей, а также радиальное биение валов и муфт, при радиальном смещении осей. Все это приводит к недопустимым вибрациям и перегрузкам, вызывающим разрушение валов, муфт и подшипников.

Допустимые отклонения от перпендикулярности и параллельности валов, кинематически связанных передач зависят от частоты их вращения: чем она больше, тем меньше допустимые отклонения.

Существует много способов контроля взаимного расположения валов (рис. 3.17). Наиболее точные – микрометрические (рис. 3.17 д, е) Применение скоб повышает точность, даже при увеличении диаметра на участке измерения.

При монтаже *муфт* возникают те же отклонения от соосности, что и у валов. Несоосность муфт вызывает радиальные нагрузки на подшипники и детали муфты, которые могут выводить их из строя. Методы их проверки такие же, как и у валов.

При монтаже *втулочно-пальцевых муфт* обращают внимание на затяжку гаек пальцевых и резиновых колец. Пакет колец должен иметь гладкую цилиндрическую поверхность, без выступов. В зубчатых муфтах должен обеспечиваться радиальный зазор между зубчатыми втулками.

Завершающей операцией монтажа соосных валов и муфт является их центровка. Центровку производят по полумуфтам, которые сами установлены на валах концентрично, а их торцевые поверхности параллельны. Валам считаются отцентрованными, если зазоры a и b в четырех диаметрально противоположных точках полумуфт (рис. 3.17, н) будут соответственно одинаковыми.

Подшипники. Начальное положение подшипников (разбивку опор) определяют по струнам и отвесам. Окончательную установку и закрепление подшипников соосных валов совмещают с их центровкой.

Подшипники скольжения требуют трудоемкой подгонки вкладышей к корпусу и валу. Сначала подгоняют их к корпусу так, чтобы не было зазора, и вкладыш не проворачивался. Окончательная точность достигается шабрением с проверкой на краску. Гнездо вкладыша покрывают тонким слоем краски, вставляют в корпус, легкими ударами молотка, постукивая по вкладышу, поворачивают последний на 1-2 см в обе стороны, затем вынимают и опиливают по следам краски. При необходимости эту операцию повторяют несколько раз. Аналогично выполняют пригонку вкладыша по валу.

Основной контрольный размер – верхний зазор между подшипником и валом.

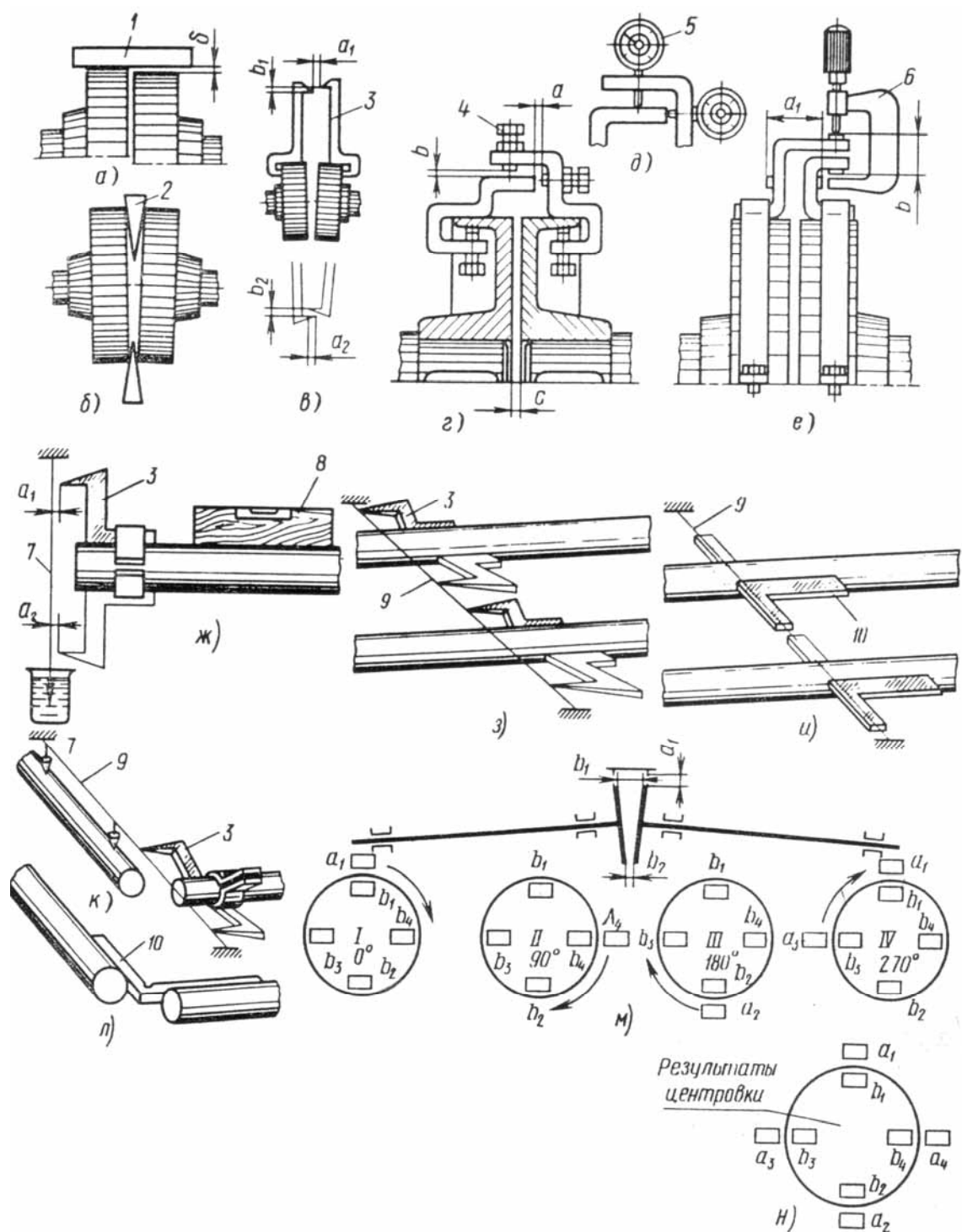


Рис. 3.17. Способы проверки взаимного расположения валов и муфт:
а - по линейке; б - по клиньям; в - по скобе; г - по скобе с регулировочными болтами; д - по скобе с индикаторами; е - по скобе с микрометром; ж - по скобе, отвесу и уровню; з - по струне и скобам; и - по струне и угольникам; к - по струне, отвесам и скобе; л - по угольнику; м - схема центровки; н - схема записи результатов

Монтаж подшипников качения сводят к установке их на вал с помощью молотка и оправки при малых размерах или с предварительным подогревом в масле (до 90°C) – при больших размерах и значительных натягах. При правильной их сборке должен быть зазор между телами качения и кольцами.

При установке конических подшипников обеспечивают осевые зазоры, предусмотренные документацией. При неправильной установке подшипники демонтируют при помощи съемника.

Зубчатые и червячные передачи. Зубчатое зацепление при монтаже выверяют по положению и размеру пятна касания, а также по боковым и радиальным зазорам, определяемым по толщине свинцовой проволоки.

При выверке по пятну касания поверхность зубьев шестерни покрывают тонким слоем краски, которая позволяет выявить отпечаток зоны контакта.

При выверке цилиндрических зубчатых колес расположение пятна касания на головке (1) (рис. 3.18) указывает на недопустимое увеличение межосевого расстояния (A), на ножке (2) – на недопустимое его уменьшение, а на делительной окружности (3) – на отсутствие отклонения. Аналогичным образом пятна указывают на непараллельность в общей плоскости (рис. 3.18, б) и перекрещивание валов (рис. 3.18, в).

Расположение пятен касания конических зубчатых колес указывает на отклонение межосевого угла $\Delta\gamma$ (рис. 3.18, г) и межосевого расстояния ΔA (рис. 3.18, д). Пятно касания (рис. 3.18, е) соответствует нормативному зацеплению червячной пары, а на рис. 3.18, ж, з – зацеплению при смещениях осей червяка и червячного колеса.

Цепные передачи. Взаимное расположение звездочек цепной передачи выверяют путем измерения расстояний a , a_1 , a_2 до струны С-С (рис. 3.19). Угол перекоса звездочки γ не должен превышать 10'. Для новой цепной передачи принимают провисание $f=0,02 A$, где A – межцентровое расстояние.

Соединение деталей. Болтовые соединения, воспринимающие переменные нагрузки, необходимо предохранять от отворачивания.

Резьбовые соединения трубопроводов должны быть уплотнены, т.е. затянуты до отказа. В ответственных случаях болтовые соединения затягивают, пользуясь динамометрическим ключом, или ключом предельного момента.

Герметичность разъемных соединений обеспечивают прокладками и мастиками.

Шпонки подгоняют так, чтобы их боковые грани плотно сидели в гнездах (щуп не должен входить между гранями гнезда и шпонки). Слабо посаженная шпонка не обеспечивает надежную работу соединения.

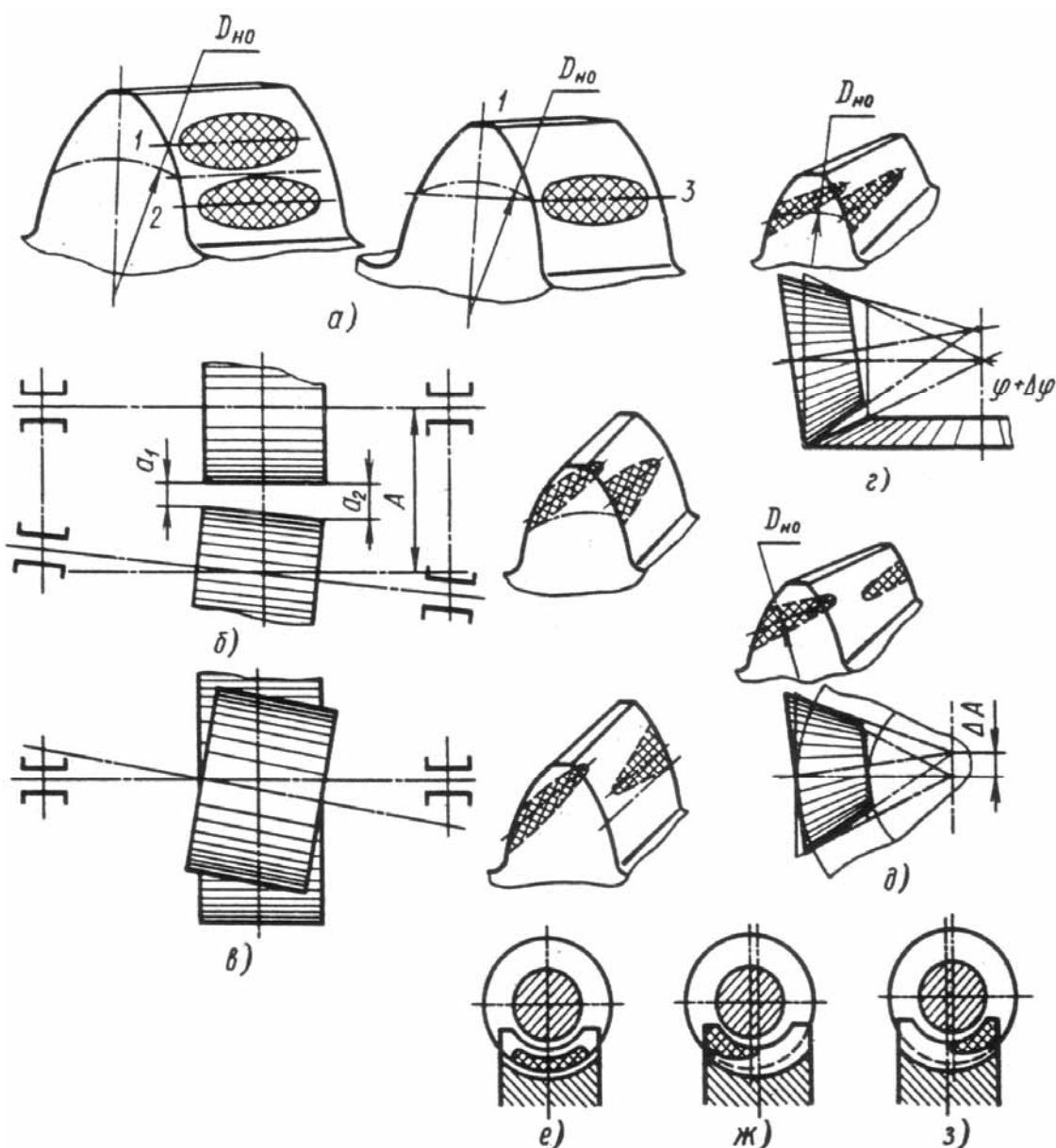


Рис. 3.18 Положение пятен касания цилиндрических, конических и червячных зубчатых колес:

а – нормальное положение зубчатых колес; б, в – ненормальное положение зубчатых колес; г, д – коническое зацепление; е, ж, з – червячное зацепление

Сборка шлицевых (зубчатых) соединений требует соблюдения следующих правил: тщательной проверки шлицы, удаления заусениц и задиров; в тугих соединениях охватываемую деталь напрессовывать с использованием специального приспособления или предварительным нагревом до 80-120°C в масле; в особо ответственных соединениях проверка прилегания шлицев по краске; подвижное соединение собирают вручную. Шлицевое соединение не должно качаться.

Соединение с гарантированным натягом применяют в комбинации с другими соединениями (шпоночными, штифтовыми). Детали небольших размеров запрессовывают вручную легкими ударами молотка по медной оправке.

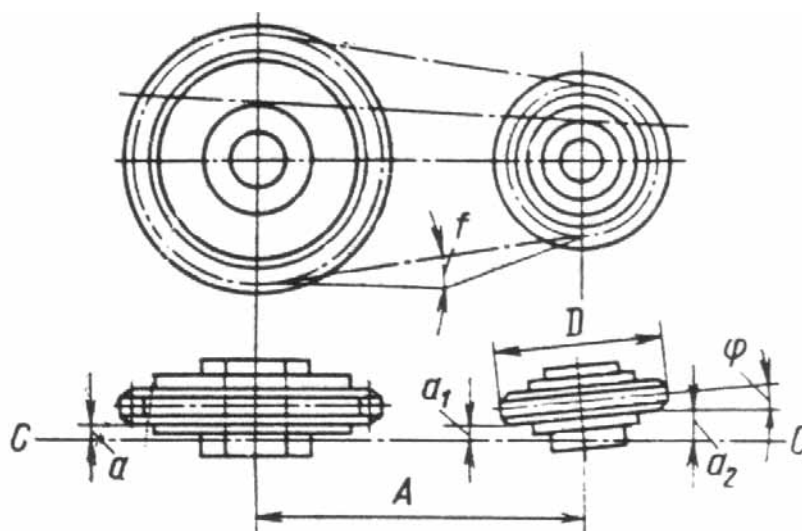


Рис. 3.19. Проверка положения звездочек в цепной передаче

При запрессовке больших деталей используют винтовые и реечные прессы и гидравлические домкраты. Перед запрессовкой сопрягаемые поверхности тщательно осматривают, удаляют заусеницы и смазывают машинным маслом. Запрессовку начинают с небольшой скорости (5-7 мм/с), при этом проверяют отсутствие перекоса. Перед сборкой деталей больших размеров охватываемую деталь нагревают в ванне с водой или маслом. При использовании тепловых методов отпадает надобность в прессовом оборудовании, которое не всегда имеется на монтажной площадке [22; 44; 53].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение монтажа горного оборудования.
2. Назовите методы ведения монтажных работ.
3. Какие документы готовятся для монтажа машин и оборудования на горных предприятиях?
4. По каким видам графиков ведется монтаж горного оборудования?
5. Какие исходные данные используются для построения сетевых графиков?
6. Дайте определение «критического» пути.
7. Объясните процесс оптимизации сетевого графика.
8. Назовите этапы изготовления фундаментов под стационарные и передвижные горные машины.
9. Назовите основное монтажное оборудование, инструменты и приспособления.
10. Как производится монтаж металлоконструкций?
11. Расскажите порядок монтажа валов и соединительных муфт.
12. Расскажите порядок монтажа подшипников.
13. Расскажите порядок монтажа зубчатых и червячных передач.

Глава 4. МОНТАЖ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ

4.1. Контрольная сборка оборудования на поверхности

В соответствии с инструкциями по эксплуатации, применяемое оборудование перед спуском в шахту должно пройти контрольную сборку и опробование. Перед спуском механизированной крепи в шахту необходимо провести контрольную сборку части механизированной крепи (10-15 м) для опробования, ознакомления и обучения эксплуатационников с ее конструкцией, работой и приемами обслуживания.

Для размещения и контрольной сборки оборудования на поверхности шахты должна отводиться специальная площадка размером не менее 1000 м². Площадка должна иметь твердое покрытие и превышать поверхность на 0,2-0,3 м. Вдоль ее прокладывается узкоколейный рельсовый путь с выходом к стволам и подъездные пути для автотранспорта.

Площадка должна быть обеспечена источниками электрической энергии.

Основным методом для контрольной сборки является имитация выемочного цикла с выполнением всех операций. При этом все соединения элементов должны быть надежно зафиксированы, соединения в гидросетях и гидроаппаратуре и элементы гидрооборудования должны быть герметичны. Действия, выполняемые машинами, должны соответствовать положениям рукояток и кнопок гидро- и электроаппаратуры, предусмотренным схемами.

Все замеченные неисправности при контрольной сборке на поверхности и опробовании должны быть исправлены до спуска оборудования в шахту.

4.2. Доставка горного оборудования на место монтажа

Подготовка груза к спуску в шахту. Транспортировка горного оборудования к месту монтажа является подготовительной операцией в комплексе монтажных работ.

Оборудование механизированного комплекса поставляется на монтажную площадку (камеру) в сборочных единицах, транспортабельных в шахтных условиях.

Комбайн для спуска в шахту разбирается на редуктор режущей части, подающую часть в сборе, электродвигатели и шнеки.

Лавный конвейер доставляют к месту монтажа по частям, предварительно отсоединив от рам приводные блоки (редуктор с защитной муфтой и электродвигателем), туда же доставляют приводные звездочки, рештаки, отрезки цепей и крепеж.

Проходческие комбайны и погрузочные машины перед спуском в шахту разбирают на отдельные узлы и секции. Оставшийся после частичной разборки корпус комбайна, если позволяют габариты, устанавливают на платформу для дальнейшей транспортировки по выработкам.

При погрузке оборудования в вагонетки и на платформы необходимо тщательно закрепить и застопорить грузы, соблюдая очередность спуска в шахту и порядок транспортирования к месту монтажа.

Груз на платформе должен быть уложен на деревянные подкладки и надежно закреплен стальной проволокой диаметром 5-6 мм, хомутами, цепями или другими специальными устройствами. Качество крепления и габариты проверяет лицо, ответственное за спуск.

Транспортирование узлов должно производиться в соответствии с последовательностью монтажа. Перемещение по выработкам осуществляется с помощью электровозов и лебедок. Разгрузка осуществляется тальями, домкратами, тельферами и другими приспособлениями.

В подземных условиях доставка горного оборудования к месту монтажа осуществляется в соответствии с правилами транспортирования по соответствующим выработкам: вертикальным и наклонным стволам и горизонтальным горным выработкам.

Доставка по стволам. Доставка по стволам в клетях, лебедками и электровозами. Если оборудование имеет небольшие размеры, то спускается в шахту или рудник в вагонетках на клетьевом подъеме, при этом, если в вагонетки загружены мелкие детали, то они не должны занимать более 80 % объема вагонетки.

В случае если в шахту или рудник спускают негабаритное оборудование, которое не вписывается в габаритные размеры шахтных вагонеток, то его располагают под клетью (рис. 4.1). Спуск должен производиться по заранее разработанному проекту, утвержденному главным инженером горного предприятия.

Для четкой организации труда начальник участка шахтного транспорта должен выдать наряд на производство работ, согласовать его со старшим лицом технического надзора шахты. Перед спуском он обязан письменно известить механика подъема о дате и времени спуска, характере спускаемого груза, согласовать с диспетчером шахты (рудника) графики работы клетьевого и скипового подъема. Механик подъема должен выдать наряд машинисту, проинструктировать его по безопасным методам проведения спуска. Представитель технического надзора смены обязан осуществлять непосредственное руководство работами по спуску. Машинист производит спуск строго по инструкции, при заклинивании груза в стволе машинист должен остановить машину и поставить в известность механика подъема.

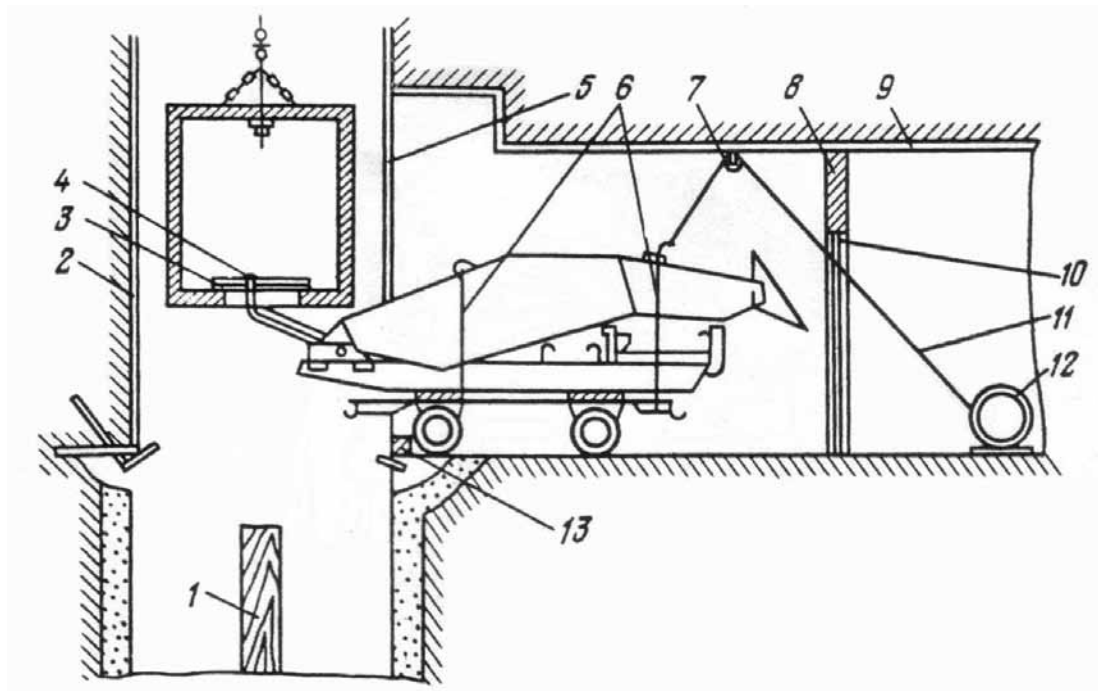


Рис. 4.1. Схема подготовки секции крепи к спуску в шахту:

1 – направляющие; 2 – станок копра; 3- брусья; 4- транспортный канат; 5 оградительная решетка; 6- монтажные стропы; 7 – ролик; 8 – переборка; 9 – надшахтное здание; 10 – дверь; 11 – канат; 12 – лебедка; 13 – упорный брус

Работы по спуску обычно проводит бригада в составе двух звеньев (6 человек). Первое звено под руководством лица технического надзора занято на спуске, второе – под руководством бригадира осуществляет прием груза на горизонте.

Все промежуточные, верхние и нижние приемные площадки вертикальных стволов, по которым производится спуск и подъем оборудования, должны быть оборудованы стопорными устройствами или приспособлениями, предотвращающими произвольное скатывание вагонеток.

Запрещается спуск и подъем людей в клетях полностью или частично загруженных оборудованием.

При спуске-подъеме длинномерного оборудования, выступающего за крышу клетки, необходимо проверить надежность закрепления его в верхней части.

Для выгрузки негабаритного оборудования применяются лебедки.

Спуск и подъем в скипах применяется как исключение. Для спуска и подъема используются канаты $\varnothing = 18$ мм [4].

Спуск по наклонным выработкам. При спуске по наклонным выработкам шахт и рудников количество транспортных средств, входящих в партию для спуска, не должно быть более суммарной массы, превышающей расчетную для данной подъемной установки. В выработках должны

быть установлены приспособления, препятствующие скатыванию вагонеток при обрыве каната. На верхних площадках должны быть установлены стопоры и барьеры с ручным и автоматическим управлением.

Доставка оборудования по горизонтальным и наклонным выработкам. Доставка к монтажным камерам может производиться по рельсовым путям электровозами, лебедками, по монорельсовым дорогам и скольжением по почве или настилу.

Количество платформ в составе должно быть таким, чтобы весь состав просматривался машинистом электровоза. На последней платформе устанавливается хорошо видимый светильник с красным светом. Для доставки горного оборудования необходимы платформы соответствующей грузоподъемности и обеспечение безопасной погрузки и разгрузки.

Перед отправлением состава необходимо проверить надежность крепления оборудования на транспортных средствах. Перед началом перемещения состава следует подать предупредительный сигнал.

Для доставки длинномерного материала и негабаритного оборудования в составах следует применять жесткие сцепки и специально предназначенные для этого платформы. Длину жесткой сцепки надо выбирать с таким расчетом, чтобы между находившимися на платформах длинномерным материалом и оборудованием при прохождении состава на закруглениях и перегибах пути обеспечивалось расстояние не меньше 300 мм.

Запрещается перевозка негабаритов по путям во время перевозки людей. Запрещается складировать оборудование на приемных и посадочных площадках людских бремсбергов. При откатке контактными электровозами во время погрузки и разгрузки необходимо отключать контактный провод.

Для транспортирования ГМиО по наклонным выработкам применяется одноконцевая откатка. Если длина выработки превышает канатоемкость барабана лебедки, то выполняется несколько схем челноковой доставки. Установка лебедок в выработках должна производиться в соответствии с правилами безопасности (в нишах), чтобы обеспечить свободный проход людей. Места установки лебедок должны быть освещены.

Выбор технологической схемы транспортирования оборудования зависит от габаритов и типа крепления, их профиля, газообильности, обводненности.

Монорельсовые дороги оснащаются канатной или локомотивной тягой. По монорельсу на ходовых роликах перемещаются тяговым канатом, одна приводная и две соединенные между собой горизонтальными штангами, грузовые четырехроликовые тележки, к которым с помощью гибких грузоподъемных устройств прикрепляется контейнер или пакет с грузом.

Монорельсовые дороги используются для доставки элементов выемочных комплексов. Однако из-за недостаточной высоты выработок и ус-

тановки в них деревянной крепи у монорельсовых дорог ограничена скорость транспортирования и грузоподъемность дорог не более 3-5 т.

При небольшой протяженности доставки в сбойках, просеках некоторое забойное оборудование может доставляться по устойчивой почве скольжением с помощью лебедок. Чтобы обеспечить направленное движение оборудования, в почве делают борозды глубиной 100-200 мм. В прямолинейных выработках с небольшим сечением и слабым креплением для направленного движения используют способ доставки с помощью каната, натянутого под кровлей выработки.

Для сохранения выработок используется способ доставки ГМиО по деревянному настилу с помощью лебедок. Настилы выполняются из необрезных досок толщиной 30-60 мм, которые прибивают вслепую к лагам при помощи металлических скоб. Для предотвращения схода настила оно укрепляется полубрусьями.

Малогабаритные детали доставляются в металлических или гибких контейнерах, изготовленных из резиновой ленты [22; 25; 37].

Доставка оборудования по монтажной камере. Доставка оборудования по монтажной камере может производиться способом волочения по почве или настилу, по рельсовым путям или уголковым направляющим. Оборудование по камере перемещается с помощью силы тяги, создаваемой барабанными лебедками, которые специально подбирают по скорости и тяговому усилию.

При доставке оборудования по почве волоком стойки крепления монтажной камеры должны обшиваться досками во избежание их выдавливания.

Лебедки должны устанавливаться в камере с учетом необходимых зазоров, а крепление их должно соответствовать заводской инструкции по эксплуатации или специально составленному паспорту.

Управление лебедками должно осуществляться дистанционно или с места установки лебедки, если последняя находится на расстоянии не более 10 м от места производства работ.

При производстве доставки и монтажа оборудования камера должна быть оборудована надежной двухсторонней связью (телефонной и громкоговорящей) и сигнализацией между лебедчиками и всеми местами работ в пределах монтажной камеры сопряжений примыкающих к ним выработкам. При углах падения пластов 9° и более при доставке секций крепи и другого оборудования по рельсовым путям и направляющим верхняя лебедка должна быть предохранительной с двумя канатами, из которых один является рабочим, а другой предохранительным [37].

4.3. Выбор рациональных технологических схем производства монтажных работ

Технология производства монтажных работ в комплексно-механизированных забоях в значительной степени зависит от системы разработки угольного пласта.

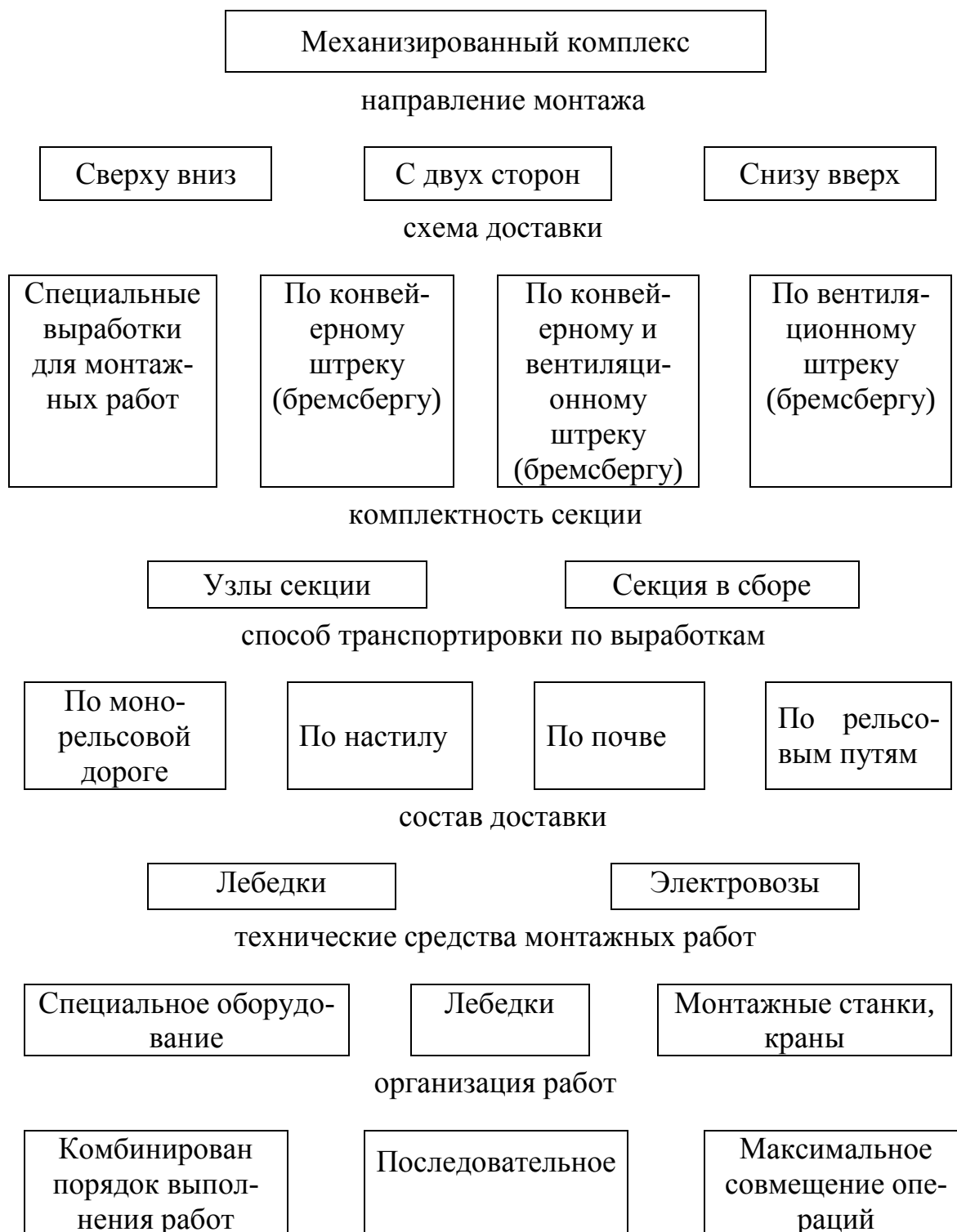


Рис. 4.2. Функциональная схема монтажа механизированных комплексов

При разработке технологических схем производства монтажных работ необходимо предусматривать: подготовку монтажной камеры с рациональными поперечными размерами; выбор технических средств монтажа и доставки оборудования; разработку схемы доставки оборудования с поверхности до места монтажа без промежуточных перегрузок с применением всех возможных средств механизации; прокладку рельсового пути или настила в монтажной и приемной камере; устройство приемной и комплектовочной площадок для сборки секций крепи; устройство аккумулялирующих разминок перед монтажными камерами для размещения на них 5-10 вагонов или платформ.

В соответствии с функциональной схемой технологических процессов монтажных работ (рис. 4.2) выбирается рациональный вариант технологии и организации монтажных работ в лаве.

При производстве монтажных работ для всех типов механизированных комплексов необходимо выполнить следующие основные технологические процессы: установить монтажные приспособления и устройства; установить аппаратуру управления, связи и сигнализации и смонтировать освещение; доставить оборудование к месту монтажа; смонтировать оборудование конвейерного штрека; установить энергетическое оборудование; установить головной привод конвейера с линейными секциями и концевыми головками; проложить трубопроводы гидросистемы и орошения; доставить и смонтировать секции крепи; собрать комбайн; смонтировать крепь сопряжения на конвейерном и вентиляционном штреке; произвести наладку, опробование и пуск в работу всего оборудования комплекса [25].

Монтаж секции крепи производится с помощью монтажного крана, грузоподъемностью 5-7 т. (КМ и МС), с помощью лебедок ЛПК и ЛВД монтируются секции имеющие общее основание.

4.4. Монтаж забойного оборудования

Особенностью забойного оборудования является то, что в процессе работы оно постоянно или периодически должно перемещаться. Вследствие этого эти машины снабжаются органами перемещения и не требуют установки фундамента.

Из группы забойных машин наибольшей трудоемкостью обладают очистные механизированные комплексы и проходческие комбайны [9].

В зависимости от сборки, способа доставки и процессов установки все очистные механизированные комплексы можно разделить на три группы.

В первую группу входят механизированные комплексы, секции, крепи которых до спуска в шахту комплектуются до эксплуатационной готовности. В таком виде они доставляются к месту установки, где процесс монтажа заключается в развороте секций крепи и внешних присое-

динениях (рис. 4.3). К этой группе относятся очистные механизированные комплексы КМ 87Э, КМ 87ДН, КМ 87П, КМ 8ВМ, 1 МКМ, «Донбасс», КМС 97, КСД, МКС и др.

Для выполнения монтажных работ составляется сетевой график (рис. 4.4).

До начала доставки и монтажа оборудования очистного механизированного комплекса КМ 87Э в первую очередь выполняют подготовительные работы: устанавливают лебедку (У), сооружают настилы (Н), делают приемную площадку (ПП), комплекточные площадки. Эти работы не зависят друг от друга и могут выполняться в любой последовательности. При интенсификации монтажа выполняются параллельно.

После выполнения подготовительных работ производится доставка и монтаж оборудования энергопоезда (Э), штрекового оборудования (Ш), привода (П), крепи сопряжения (КС) и монтажного гидрооборудования (Г), эти работы выполняются параллельно, однако монтаж штрекового оборудования может быть окончен позже – к моменту завершения монтажа комплекса.

После установки приводной головки (П) производится доставка (Дз) и монтаж секций конвейера (рештаков) (Р) с нижней ветвью скребковой (Цн). С некоторым отставанием выполняются работы по установке навесного оборудования конвейера (Но) и сборке магистральных трубопроводов (Т). Если необходимо, то параллельно с этими работами производится доставка секций крепи (Дс) и их монтаж на монтажной площадке.

Монтаж секций крепи (Мс) с установкой направляющих балок (У) может производиться с некоторым отставанием от монтажа конвейерного става или после окончания работ по монтажу конвейера. Наиболее рациональным является последовательный монтаж рештаков забойного конвейера и секций крепи. При этом одновременно с монтажом секций крепи подсоединяются гидроцилиндры передвижки секций (Пб), закрепляются магистральные трубопроводы с компенсаторами (Кт), и к ним присоединяются блоки управления секциями.

По окончании этих работ демонтируются и выдаются из лавы лебедки, пусковая аппаратура, средства пожаротушения (До), монтируется цепь кабелеукладчика (Тц), устанавливается аппаратура сигнализации и связи (А), производятся работы по наладке и установке секций крепи в проектное положение (ПН).

Заключительными работами являются доставка (Дк) и монтаж комбайна (Мк), укладка верхних цепей конвейера (Цв), монтаж привода (П), крепи сопряжения (КС), опробование всех механизмов.

Во вторую группу входят очистные механизированные комплексы, секции, крепи которых по условиям доставки подлежат не полной сборке, а при монтаже выполняются операции по развороту секции, подъему перекрытия, заводке гидростоек, внутрисекционной разводке гидравлики и внешних

присоединений. К этой группе относятся очистные механизированные комплексы: ОКП, ОМКТМ, ОКП-70, КТУ-2МКЭ, МК-75, 2МКМ и др.

В третью монтажную группу входят очистные механизированные комплексы КМ 81, КМ 130 и др. секции, крепи которых по конструктивным особенностям и габаритам доставляются в монтаж укрупненными элементами. В процессе выполняется сборка секций, и их подъем, стыковка с соседними секциями, внутреннее и внешнее соединение гидроразводки. Характерной особенностью является необходимость полной сборки в монтажной камере, подъем и установка в проектное положение с помощью монтажного крана.

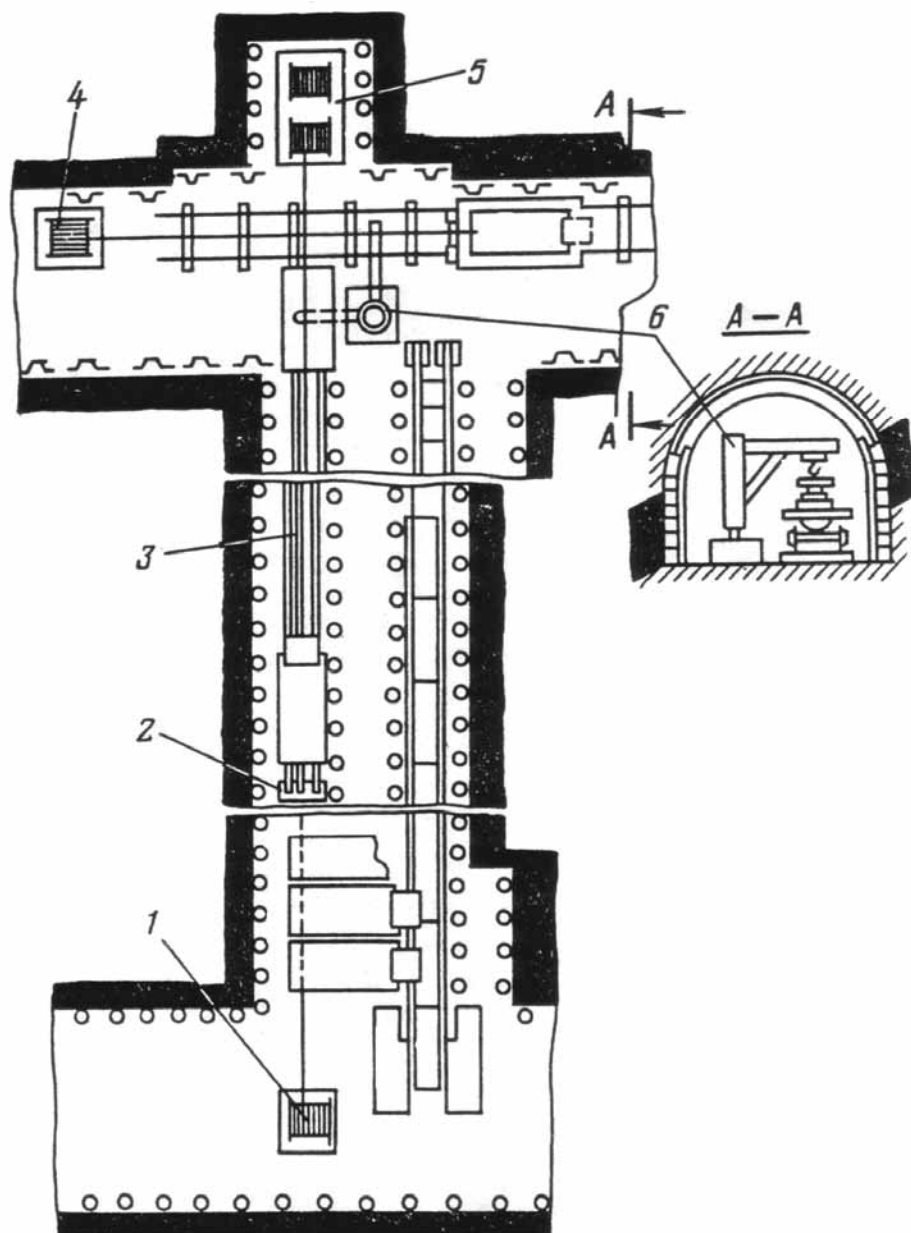


Рис. 4.3. Технологическая схема монтажа механизированных комплексов первой группы: 1, 4, 5 — лебедки; 2 — монтажный полок; 3 — уголки направляющие; 6 — консольно-поворотный кран

Для обеспечения безопасной работы по монтажу ГМиО и ее выполнения допускаются рабочие, прошедшие специальную подготовку и имеющие удостоверения на ведение работ с монтируемым оборудованием и инструментами. В процессе монтажа должны соблюдаться правила безопасности при работе с погрузочно-разгрузочным оборудованием, транспортными средствами и электрооборудованием.

В звене монтажников должно быть не менее двух электрослесарей, имеющих третью квалификационную группу по технике безопасности при обслуживании электроустановок до 1000 В.

Инструкция по безопасному ведению работ утверждается монтажным управлением и выдается каждому работающему.

Перед началом работы ежедневно производится техническое обслуживание монтажных лебедок, кранов, канатов и т.д. с занесением результатов в книгу осмотров.

Периодически контролируется содержание метана в пределах монтажного участка и исправность вентиляционных сооружений [16; 22; 25; 37].

4.5. Основные технологические операции при монтаже очистного комбайна

Так как механизированные комплексы в каждой монтажной группе имеют различные по конструкции механизированные крепи, то монтажу комбайна в каждой монтажной группе комплексов присущи свои особенности.

Перед началом монтажа комбайна необходимо привести в безопасное состояние рабочее место. Внимание уделяют состоянию крепления монтажной камеры с прилегающих выработок.

Для механизированного комплекса КМ 87Э используется очистной комбайн 2 ГШ-68 Б, состоящий из следующих узлов: механизма подачи; двух основных режущих редукторов; правого и левого шнековых исполнительных органов; опорной конструкции; электрооборудования; системы орошения.

Перед монтажом комбайн разбирают и размещают для транспортирования на платформах в технологическом порядке монтажа, с учетом левой или правой стороны забоя. На все отверстия в узлах комбайна перед спуском в шахту ставятся заглушки.

На первой платформе размещают левый шнек, на второй – левый погрузочный щит, левые опорные кронштейны и ящик с крепежными деталями, на третьей – левый основной редуктор в сборе с поворотным редуктором, на четвертой – два электродвигателя, на пятой – правый основной редуктор в сборе с поворотным редуктором, на шестой – правый шнек, на седьмой – правые опорные кронштейны и правый погрузочный щит.

Узлы комбайна разгружают на полук приемной площадки и, сохраняя технологический порядок, доставляют по горным выработкам к монтажной камере. Шнеки комбайна, левый и правый редукторы до места монтажа доставляют с помощью лебедки скольжения.

Комбайн собирают на раме конвейера, в верхней или нижней нише после установки секций крепи и настилки забойного конвейера. Чтобы обеспечить достаточно свободное пространство для монтажа привод конвейера и крепь сопряжения не устанавливают. Монтаж комбайна осуществляют в следующем порядке: стропят левый шнек лебедкой через блок, закрепленный за раму конвейера, доставляют в нишу, на решетчатый став конвейера, укладывают деревянные брусья размерами 0,2х0,2х1 м; подвешивают блок к верхняку секции, канат заводят за блок, стропят левый основной редуктор, и затаскивают на решетчатый став и брусья; растягивают канат; поочередно стропят два электродвигателя и укладывают их на брусья; стропят, подготавливают и устанавливают на брусья правый основной редуктор в сборе с поворотным редуктором; располагают узлы комбайна по одной оси; снимают заглушки со стыковочных узлов; устанавливают уплотнения и стягивают узлы комбайна с помощью шпилек. С обеих сторон комбайна устанавливают по две опорные направляющие лыжи; монтируют электро- и гидрооборудование комбайна, подключают силовые кабели; в месте навески шнеков опускают верхняк длиной 3 м и диаметром 20 см для крепления блока; секцию распирают; подвешивают блок со страховочной петлей на выступающую часть верхняка, за блок заводят канат; стропят левый шнек, приподнимают лебедкой, насаживают на шлицевой вал поворотного редуктора и зацепляют.

Монтаж комбайна производят лебедками или тальями соответствующей грузоподъемности.

Монтаж гидравлической части комбайна выполняют при опущенных поворотных редукторах.

Траковую цепь кабелеукладчика собирают на решетчатом ставе конвейера до настилки верхней цепи, для этого цепь разворачивают стыковочными отверстиями к днищу решетаков, в отверстие вставляют оси, которые развальцовывают специальной оправкой, входящей в комплект поставки комбайна. Траковую цепь вставляют в желоб кабелеукладчика, в него укладывают кабели и рукава пневмо- и гидрооборудования. Конец цепи крепят специальным звеном с серьгой к кронштейну комбайна.

После монтажа комбайна лебедкой затягивают в решетки верхнюю цепь конвейера и соединяют ее с нижней, затем монтируют привод конвейера и крепь сопряжения [22; 25; 37].

Вопросы для самоконтроля

1. Для каких целей применяется контрольная сборка оборудования?
2. Какое оборудование размещается на площадке для контрольной сборки?
3. Расскажите о подготовке горного оборудования к спуску в шахту.
4. Каким образом производится доставка оборудования по стволам?
5. Какие правила необходимо соблюдать при доставке горного оборудования по наклонным горным выработкам?
6. Какие транспортные средства используются при транспортировке оборудования по наклонным и горизонтальным горным выработкам?
7. Как производится разгрузка оборудования в горных выработках?
8. При помощи, каких средств оборудование крепится к платформам и тележкам?
9. Как оборудование транспортируется по монтажной камере?
10. Чем должна быть оборудована монтажная камера?
11. Какие схемы монтажа оборудования в комплексно-механизированных лавах?
12. На какие группы делятся очистные механизированные комплексы по способу их монтажа?
13. На какие технологические операции делится монтаж очистного комбайна?

Глава 5. МОНТАЖ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

5.1. Доставка оборудования к месту монтажа на карьерах

По грунтовым и автомобильным дорогам горные машины транспортируются своим ходом, на буксире, на трейлерах, на автомашинах с помощью прицепов. Самоходные пневмоколесные и на гусеничном ходу машины транспортируются своим ходом. Скорость буксируемых машин не должна превышать 3 км/ч.

Для транспортировки машин по автомобильным дорогам определяют маршрут и порядок движения, тип и количество транспортных средств, способы погрузки и разгрузки и необходимое оборудование. Погрузку машин на автомобили и прицепы производят лебедками, кранами и самоходом. Маршрут движения при транспортировании должен быть кратчайшим, с наименьшим количеством труднопроходимых участков, крутых подъемов, спусков, малых радиусов закруглений и т.д.

Буксировка машин должна выполняться с соблюдением правил дорожного движения. При переезде через мосты, уточняют их грузоподъемность и техническое состояние, а при переезде под мостами – высоту и ширину пролета между опорами.

Проходимость транспорта по дорогам с крутыми поворотами определяется радиусом горизонтальной проходимости из паспортных данных машин.

5.2. Монтаж горных машин на карьерах

Монтажную площадку целесообразно размещать вблизи ремонтных мастерских, где при необходимости могут быть изготовлены недостающие монтажные приспособления и недостающие мелкие детали.

Монтажная площадка должна быть сухой и ровной и, в зависимости от крепости грунта и массы монтируемого оборудования, должна иметь покрытие: гравийное, гравийно-бетонное, бетонными плитами или асфальтовое.

Карьерные экскаваторы и буровые станки массой до 400 т обычно монтируются на гравийных площадках. Горные машины с большой массой – на бетонных или асфальтовых площадках. При монтаже уникального оборудования, например, экскаватора ЭШ 80/100, площадка должна иметь специальную подготовку: покрыта песчано-гравийной смесью толщиной 2,5 м и слоем бетона 0,7 м. Размеры площадки должны быть такими, чтобы свободно размещались детали и сборочные единицы монтируемых машин, и монтажное оборудование. На монтажной площадке размещают также помещения для хранения инструмента и приспособлений и навес для защиты от атмосферных осадков электрооборудования. К площадке обяза-

тельно прокладывают железнодорожные пути и грунтовую дорогу для подвоза материалов и другого оборудования, а также трассу для перегонки машин к забою. Она не должна пересекать овраги, русла рек и иметь уклон более ± 10 . Вблизи площадки не должно быть воздушных линий электропередачи.

Выбор грузоподъемных средств определяется массой и размерами деталей и сборочных единиц их высотой подъема над площадкой. Для монтажных работ могут быть использованы строительные, монтажные, автомобильные, железнодорожные и козловые краны. Иногда в качестве кранов используют экскаваторы соответствующей мощности [5].

В качестве вспомогательного оборудования на монтажной площадке должны быть: электросварочные аппараты, аппараты для газо-резной сварки, компрессоры, гидродомкраты, винтовые домкраты, тали, пневматический и электрический инструмент для монтажных работ, мелкий слесарный инструмент, средние металлорежущие станки.

Если монтажные работы ведутся круглосуточно, то обеспечивается освещение площадки.

Порядок разгрузки деталей и частей машин с транспортных средств зависит от грузоподъемных средств, которыми располагает предприятие для монтажа. Поэтому выгружаемые детали должны быть расположены на площадке так, чтобы исключить дополнительные такелажные работы.

В связи с тем, что для многих машин нет пока утвержденных для монтажа ЕНВиР, то на практике пользуются данными завода-изготовителя.

Трудоемкость монтажа зависит от модели машины (степени ее разборки при транспортировании) и от наличия монтажного оборудования.

Производственные работы включают: установку на площадке такелажного оборудования; проведение такелажных работ, связанных с подъемом, перемещением и установкой отдельных сборочных единиц, общую сборку и опробование сборочных единиц и машин в целом.

Монтаж машин в зависимости от конструкции можно вести следующим образом: постепенным наращиванием сборочных единиц и крупноблочным. При постепенном наращивании сборочные единицы монтируют на заранее собранные части машин. Сущность крупноблочного метода заключается в том, что параллельно собирают несколько укрупненных блоков машин, из которых она монтируется. Монтаж в этом случае включает в себя сборку подузлов из деталей и блоков-узлов из подузлов. Такой способ обеспечивает выполнение монтажа в наиболее короткие сроки с наименьшими затратами.

Обычно монтаж машин разделяют на монтаж металлоконструкций и монтаж оборудования.

Качество монтажа и наладки механизмов определяет надежность машины в процессе работы.

Монтажные работы должны осуществляться по заранее разработанным сетевым графикам с соблюдением монтажных инструкций заводов-изготовителей.

Заключительные работы включают наладку машины после выполнения монтажных работ, ее испытание и ввод в эксплуатацию.

Особенностью монтажа тяжелого карьерного оборудования является: значительная масса и габариты монтируемых сборочных единиц; длительные сроки монтажных работ; подготовка площадок, обеспечивающих круглогодичное ведение сборочных работ; большой удельный вес такелажных работ, связанных с подготовкой к подъему крупных блоков, средств монтажа и оснастки; большие объемы клепальных работ; использование крупного грузоподъемного оборудования; производство монтажных работ оборудования, контрольная сборка которого не выполнена на заводе-изготовителе; трудность осуществления комплексной механизации монтажных работ [17; 45; 49].

5.3. Монтаж одноковшовых экскаваторов

Экскаваторы с небольшой емкостью ковша ($0,5-1 \text{ м}^3$) отправляют с завода-изготовителя со снятым рабочим оборудованием и противовесом, поэтому весь монтаж сводится к подвеске этого оборудования.

Монтаж экскаваторов средней мощности ведется на площадках, имеющих следующие размеры: для экскаваторов ЭКГ-5А длина 40-50 м, ширина 20-30 м; ЭКГ-8, ЭКГ-8И соответственно 60-70 и 25-40 м; для драглайнов (шагающих экскаваторов) 75-80 и 25-30 м. Площадки должны быть хорошо спланированы, иметь гравийно-щебеночное покрытие толщиной 200 мм, хорошо укатаны и должны располагаться не далее 1 км от места будущей работы.

Монтажные площадки должны быть оснащены: для экскаваторов ЭКГ-5А краном грузоподъемностью 45 т на железнодорожном или гусеничном ходу, или двумя кранами грузоподъемностью по 25 т каждый. Для монтажа мелких сборочных единиц – автокран грузоподъемностью 5 т. Кроме того, на площадке должны быть: электрическая лебедка грузоподъемностью 3-5 т, две тали грузоподъемностью 1-1,5 т и 3-5 т, два домкрата до 35 т и два – до 5 т, набор стальных и пеньковых канатов, электросварочный инструмент переменного тока, ацетиленовый аппарат, электрический, пневматический и слесарный инструмент.

Для изготовления клеток, подкладок, стоек, ряжей на монтажной площадке должно быть 150-180 шпал (экскаваторы ЭКГ-5А) и 250-300 (ЭКГ-8).

Расположение временных сооружений и оборудования на монтажной площадке показано на рис. 5.1.

Разгружаемые на площадке сборочные единицы укладываются на настил из шпальных клеток.

Монтаж экскаваторов ЭКГ-5А при наличии достаточного количества грузоподъемных средств выполняется бригадой в составе 11-12 человек за 8-10 суток, ЭКГ-8 за более длительное время.

Бригада состоит из слесарей, механиков, электриков. Привлекаются и машинисты, которые будут работать на экскаваторе.

Расконсервацию деталей и сборочных единиц производят перед их установкой на машину. Особое внимание обращают на ревизию масляных насосов, поворотных редукторов, подшипников качения и закрытых зубчатых передач.

Монтаж одноковшовых экскаваторов ведут в следующей последовательности. Нижнюю раму поднимают на высоту, при которой можно установить гусеничную раму с колесами и подвести гусеничные цепи. Гусеничные рамы подводят и соединяют с нижней рамой. Затем производят сборку муфт переключения гусениц и гидросистемы управления, устанавливают натяжную ось и колеса. После подтягивания гусеничных цепей на колеса гусеничного хода опускают нижнюю раму и соединяют цепи. Наверх нижней рамы устанавливают роликовый круг, производят монтаж электроаппаратуры и электроприводов. С помощью крана на ходовую тележку устанавливают поворотную платформу и заводят центральную цапфу, затягивают ее гайки. Затем ведут монтаж низковольтного токоприемника, боковых площадок и корпуса противовеса. Под которыми устанавливают шпальную клетку. После загрузки балласта в корпус противовеса и установки преобразовательного агрегата, на поворотной платформе монтируют двуногую стойку, пневмосистему, электрооборудование, станцию центральной смазки, кабину машиниста, кузов. Краном или домкратом поднимают стрелу до уровня передней балки платформы и соединяют пята с проушинами платформы, монтируют напорный механизм, механизм открывания ковша и оборудование. Производят смазку трущихся частей, заливают масло в редукторы, гидросистемы, прокручивают механизмы. Протаскивают и закрепляют тяговый канат, убирают шпальные клетки, заводят рукоять и закрепляют задние упоры, осуществляют подкраску сборочных единиц [49].

5.4. Монтаж шагающих экскаваторов

Экскаватор ЭШ 20/90 монтируют за 6-7 месяцев бригадой из 14-18 человек при работе в одну смену. Используют кран грузоподъемностью 70 т и два по 20 т. Наибольшую массу имеет пяти-машинный преобразователь и треугольник стрелы. Сетевой график монтажа показан на рис. 5.2. и табл. 5.1.

Таблица 5.1

Сетевой график монтажа экскаватора ЭШ-15/90А

Путь	Наименование работы	Продолжительность, дней
0-1	Сборка базы	15
1-4	Клепка базы	23
4-7	Монтаж зубчатого венца	15
7-8	Сборка поворотной платформы	5
8-9	Клепка поворотной платформы	12
9-10	Монтаж надстройки	8
10-11	Клепка надстройки	9
11-12	Монтаж передней части кузова	4
12-14	Монтаж передней стойки	8
14-16	Монтаж корпуса стрелы	11
16-18	Монтаж навески вант	12
18-19	Регулировка вант	11
19-20	Холостое опробование	3
0-2	Сборка хвостовой части поворотной платформы	22
2-8	Клепка поворотной платформы	22
0-3	Контрольная сборка стрелы	20
4-5	Монтаж нижнего рельсового круга	8
5-6	Монтаж роликового круга	2
6-8	Монтаж верхнего рельсового круга	2
9-13	Монтаж механизмов	44
13-19	Монтаж систем гидравлики, пневматики, жидкой и густой смазок	60
12-15	Монтаж кузова	15
15-19	Монтаж качающихся стоек	20
12-17	Электромонтажные работы	30
17-19	Электроналадочные работы	10
14-19	Монтаж лестниц и площадок	15

5.5. Монтаж роторных комплексов

Роторные экскаваторы, отвалообразователи, перегружатели и ленточные конвейеры к месту установки доставляются в разобранном виде. Их сборку ведут на монтажных площадках, размеры которых зависят от количества одновременно собираемых машин, их типа и интенсивности работ.

На монтажной площадке сооружают необходимые фундаменты, углубления, якоря, складские помещения, мастерские. Удельные затраты на строительство бетонных площадок в 2 раза превышают затраты на сооружение грунтовых. Площадки с бетонным покрытием целесообразно сооружать, когда их многократно используют для монтажа крупного оборудования.

При монтаже роторных комплексов применяют гусеничные и пневмоколесные краны грузоподъемностью до 100 т и мощные башенные краны грузоподъемностью 75-100 т с высотой подъема до 60 м. Иногда вместо башенных применяют гусеничные грузоподъемностью 50-100 т. Но они недостаточно маневренны и рушат площадку. Также применяют железнодорожные и козловые краны, деррик-краны, домкраты, лебедки, тали и опороподъемники.

Кроме железнодорожного транспорта применяют автомобили и прицепы – тяжеловозы грузоподъемностью 60-120 тонн.

Перед началом монтажа роторных комплексов составляют план производства работ, определяющий их объем, графики и очередность расстановки оборудования.

Укрупненный монтаж сборочных единиц производится в определенных местах площадки. Соединение машины из укрупненных сборочных единиц ведут согласно поэтапной схеме и графику монтажа, где описываются работы на этапе, масса. До которой ведется сборка, длительность этапа и применяемые подъемные средства.

Монтаж роторного экскаватора производят следующим образом: вначале собирают в блоки сборочные единицы ходовой части. Полностью собранные гусеницы самоходом подводят к раме и их стыкуют. В это время в стороне в крупный блок собирают поворотную часть экскаватора, которую затем устанавливают в проектное положение. Поворотную платформу, роликовый круг, зубчатый венец выверяют, затем монтируют нижнюю надстройку. Металлоконструкции стыкуют укрупненными секциями. После этого поднимают укрупненный блок консоли противовеса, загружают контр грузы, а в кабинах консоли устанавливают оборудование, встраивают лебедки, деррик-краны, грузоподъемные балки. Затем в проектное положение монтируют стрелы ротора и отвальной разгрузочной платформы, поворотные и подъемные механизмы, производят запрессовку и вулканизацию лент. Далее монтируют роторное колесо, ковши, привод, устанавливают бункер перегрузочные устройства. После завершения монтажа производят общую наладку, опробование экскаватора и пуск его в эксплуатацию.

Монтаж шагающего отвалообразователя начинается со сборки базы машины, установки лыж, гидроопор, механизма передвижения, приводов. Гидросистем, электрооборудования. Крупными блоками устанавливают секции нижней надстройки портала, Затем поднимают верхнюю конструкцию и устанавливают в проектное положение канатные блоки площадки, деррик—краны, лебедки. Поднимают пилон, консоль противовеса, закла-

дывают в отсеки контр груз. После этого монтируют секции и ванты отвальной приемной стрел, приводы, бункера, конвейерные ролики и ленту. С особой точностью устанавливают стрелу отвалообразователя, длина которой до 180 м. После монтажа производят наладку механизмов и сдачу машин в эксплуатацию.

Для монтажа конвейеров, согласно проекту, прокладывают трассу. Затем с помощью автомобильных кранов производят сборку приводных и натяжных секций, расставляют линейные секции, с помощью лебедок, кранов, тракторов навешивают ленту. Забойные и отвальные конвейеры монтируют на шпальных секциях для передвижки в процессе продвижения работ. Торцовый конвейер должен иметь достаточный запас длины, чтобы в течение года его можно было передвигать. Магистральные конвейеры монтируются на более длительный период эксплуатации. Уклоны конвейерных трасс не должны превышать 18-25°.

В ряде районов сооружают монтажные полигоны, они имеют грузоподъемные башенные краны и оснащены мощной стационарной техникой [17; 49].

5.6. Обкатка и испытание машин

Все новые смонтированные или капитально отремонтированные машины должны пройти обкатку для взаимной приработки деталей, выявления и устранения ошибок сварки и монтажа, а также регулировки сборочных единиц и агрегатов.

Смонтированную на фундамент машину можно пускать в ход только после того, как все ее сопряжения осмотрены и проверены, подшипники и шарниры смазаны, смазочные приспособления работают исправно, сальники набиты и подтянуты.

Все крупные машины после тщательной проверки, прежде всего, подвергаются в обкатке без нагрузки для проверки правильности балансировки вращающихся деталей, тщательности сборки и пригонки подшипников.

Обкатку машин начинают с минимальной скорости без нагрузки, так как трущиеся поверхности после механической обработки имеют различно направленные микро неровности (волнистость, шероховатость, царапины и гребни), площадь соприкосновения сопрягаемых поверхностей значительно меньше расчетной. Это повышает затраты мощностей на преодоление трения и увеличения температуры в зоне контакта. При постепенном увеличении нагрузки происходит срезание, оплавление и смятие поверхностей, начинается стабилизация температуры, уменьшается удельные давления. Оплавление поверхностей и смятие неровностей создает закалочные структуры, что способствует повышению их твердости и износостойкости. Сглаживание поверхностей происходит по направлению движения тру-

щихся поверхностей. Подача смазки в зону контакта обеспечивает смазывание и удаление срезаемых частиц металла.

Увеличение скорости обкатки приводит к уменьшению силы трения из-за разделения поверхности слоем смазки, но сопровождается повышением температуры смазки и увеличением силы инерции. Поэтому для каждого момента обкатки существует своя оптимальная скорость, которая с определенным удельным давлением дает наименьшую интенсивность изнашивания. В процессе обкатки детали занимают более правильное или взаимокompенсирующее положение.

Продолжительность обкатки устанавливается для каждого типа машин и в среднем колеблется от 2 до 8 часов.

Во время обкатки машины наблюдают за наличием и величиной ее вибрации, температурой подшипников, наличием и характером шума, производимого ее вращающимися деталями.

После окончания обкатки машину останавливают, вскрывают подшипники и места с минимальными зазорами между вращающимися и неподвижными деталями и проверяют наличие или отсутствие следов трения. После устранения обнаруженных при этом неточностей, так называемой доводки, машину вновь собирают и подвергают полному испытанию, согласно специальной инструкции.

Режим обкатки характеризуется тремя основными факторами: удельным давлением в зоне контакта, относительной скоростью перемещения поверхностей, продолжительностью обкатки при определенном давлении и скорости. Режим обкатки устанавливается для каждого типа машин заводом-изготовителем.

Правила обкатки для всех видов машин

Продолжительность обкатки определяется видом и конструкцией машины, качеством изготовления деталей и соединением сборочных единиц. Чем сложнее машина, тем больше обкатка.

Обкатку производят последовательно на различных режимах: на холостом ходу; при 10-20 % нагрузки от максимальной в течение 10-25 % длительности всего периода обкатки; с равномерно нарастающими нагрузками до нормальных эксплуатационных в остальной период обкатки. Первую часть периода обкатки небольших машин выполняют на заводе, а последующую – в условиях эксплуатации.

В период обкатки осуществляют интенсивную смазку сопряжений, которую после обкатки полностью заменяют для удаления продуктов износа.

При обкатке доведение рабочей нагрузки до максимального значения допускается после того, как ответственные агрегаты машины нагреваются до нижнего температурного предела.

Перед началом обкатки производят контрольно-проверочные и крепежные работы в основных сборочных единицах машины; в процессе об-

катки контролируют качество регулировки отдельных сопряжений; в конце обкатки проводят крепежные работы по всей машине.

Качество обкатки оценивается устойчивостью работы всех механизмов машины при допустимых шумах и нагреве, номинальной мощности и производительности.

Процесс обкатки машин в общем случае включает следующие этапы: приработку, обкатку на холостом ходу, испытание под нагрузкой. Процесс приработки сопряжений продолжается и после завершения обкатки машины. Поэтому в начальный период эксплуатации машины следует избегать ее перегрузки.

Продолжительность обкатки экскаватора в холостую зависит от его типа. Для одноковшовых экскаваторов она составляет 2-3 часа. При этом зубчатые передачи, подшипники должны работать без шума и стука и значительного повышения температуры. Проверяют поступление смазки к подшипникам и передачам, в гидро- и пневмосистемы, уравнированность вращающихся частей.

При работе экскаватора под нагрузкой в течение 4 часов проверяют надежность всех машин и механизмов. У ходового механизма проверяют легкость включения и выключения муфты, разворота экскаватора, правильность набегания гусеничных лент на ведущие колеса и степень нагрева двигателя хода. При проверке механизма поворота рукоять с грузом ковша выдвигается в среднее положение. В результате нескольких поворотов платформы на 250-300° контролируют легкость ее вращения, плотность прилегания опорно-поворотных катков к кольцевому рельсу по всему кругу катания.

У роторных экскаваторов проверяют механизмы: приведения ротора, выдвижения стрелы конвейеров.

У капитально отремонтированных экскаваторов машины постоянного тока (генераторы, двигатели, возбуждители) должны подвергаться приемосдаточным проверкам и испытаниям:

- измерению сопротивлений изоляции обмоток, между обмотками, относительно корпуса и на электрическую прочность;

- измерению сопротивления обмоток при постоянном токе в холодном состоянии;

- испытанию при повышенной частоте вращения;

- определению тока возбуждения генератора или частоты вращения двигателя при холостом ходе;

- проверке номинальных данных машин;

- проверке коммутации при номинальной нагрузке и кратковременной нагрузке по току;

- измерению температуры обмоток.

Целью всех испытаний является определение качественной и количественной связи между конструктивными параметрами горной машины и

ее эксплуатационными параметрами – производительностью, расходом энергии и материалов на ремонт, надежностью, прочностью и т.д.

Заводские испытания выполняют при изготовлении новой машины или модернизации действующей модели. Испытания производятся по определенной программе с участием разработчиков и смежников.

Приемочные испытания производят после заводских. При этом рассматривают техническую документацию, данные о заводских испытаниях. Комиссия дает заключение о возможности серийного производства машин.

Государственным испытаниям подвергаются новые или модернизированные машины, которые выпускаются серийно.

Отдельные горные машины проходят испытания Госгортехнадзора, Энергонадзора и ГИБДД.

Так, все грузоподъемные средства до пуска в эксплуатацию должны пройти комиссию госгортехнадзора, а затем (через каждые 12 месяцев) освидетельствование, включающее статические и динамические испытания, осмотр. Проверку всех механизмов, электрооборудования, приборов безопасности, тормозов и аппаратуры управления, освещения, сигнализации и т.д.

Статические испытания выполняют с нагрузкой превышающей грузоподъемность машины на 25 %, груз на высоту 100 мм и задерживают на 10 минут, после чего проверяют остаточные деформации.

Результаты освидетельствования заносят в паспорт машины [17; 49].

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите правила доставки оборудования на карьер.
2. Назовите правила оборудования монтажных площадок на карьерах.
3. Какое монтажное оборудование устанавливается на монтажных площадках?
4. Каков порядок монтажа одноковшовых экскаваторов с объемом ковша до 1 м³?
5. Расскажите о порядке монтажа одноковшовых экскаваторов с объемом ковша более 5 м³.
6. Назовите условия и порядок монтажа шагающих экскаваторов.
7. Расскажите о порядке монтажа роторных экскаваторов.
8. В чем заключаются особенности монтажа отвалообразователей и перегружателей?
9. Каков порядок монтажа ленточных конвейеров?
10. Назовите правила обкатки и испытания горных машин после монтажа и ремонта.

Глава 6. ОСНОВНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ГОРНЫХ МАШИН

6.1. Техническое состояние горного оборудования

Техническим состоянием ГМиО называют совокупность подверженных изменению в процессе производства свойств, которая характеризуется в определенный момент времени признаками, установленными технической документацией.

Под параметрами технического состояния понимают механические, электрические, химические и др. величины, а также геометрические размеры, определяющие связи и взаимодействия между элементами.

Вводимое в эксплуатацию новое или отремонтированное оборудование находится в состоянии оптимальной работоспособности, при которой обеспечивается в течение определенного периода времени необходимая производительность, а эксплуатационные свойства сохраняются на заданном уровне. В процессе эксплуатации под действием различных, находящихся в сложной зависимости факторов (окружающая среда, изменения в механизмах при выполнении рабочих процессов, остаточные явления при производстве оборудования и др.) непрерывно ухудшается техническое состояние оборудования, что приводит к изменению эксплуатационных свойств. Так, при износе зубьев ковшей экскаваторов резко возрастает величина сопротивления резанию; при изнашивании деталей двигателя значительно уменьшается мощность и повышается расход топлива и смазочных материалов.

Встречающийся в машинах износ можно разделить на две основные группы: моральный износ, связанный с устарелостью конструкции данной машины, и физический износ. Последний в свою очередь подразделяется на два вида: естественный (нормальный) и преждевременный (аварийный).

Естественным износом принято называть изменения в размерах деталей или сопряжений механизмов, которые образуются в результате длительной работы машины и являются главным образом следствием работы сил трения, а также воздействия других причин (температурных, климатических воздействий и т.д.), связанных с нормальными условиями эксплуатации машин.

Нормальный износ показывает, что эксплуатация машины ведется правильно. Эффективная работа всякой машины зависит от сохранения определенных зазоров и натягов в сопряжениях, смазки трущихся поверхностей, нагрузки и т.д. Отклонения от нормальных условий способствует ухудшению характеристик машин, и вызывают ускоренное изнашивание и затем поломку. Чем быстрее изнашиваются детали, тем более непроизводительных потерь энергии в машинах.

Преждевременный износ приводит к резкому повышению стоимости работы машины в связи с затратами времени и средств на ремонты и увеличение расходов на приобретение запасных частей.

Преждевременным или аварийным называется износ, срок которого значительно меньше нормального, а величина достигает таких размеров, при которых дальнейшая эксплуатация машины сопряжена с неизбежной аварией. Аварийный износ почти всегда связан с дефектами конструирования, изготовления и ухода за машиной. Наиболее характерной причиной вызывающий аварийный износ следующие:

- нарушение нормального режима работы машины вследствие перегрузки, нарушения правильного взаимодействия частей, ослабления закрепления болтов, шпонок, клиньев и т.п.;

- отсутствие смазки, несоответствие сортов смазки, неправильные нормы смазки;

- несвоевременная чистка механизмов, несвоевременная замена износившихся деталей и узлов; недоброкачественность материала отдельных деталей – наличие в нем раковин, трещин, несоответствие марки металла и т.п.;

- усталостные явления в материале деталей, неправильный монтаж узла или машины;

- неправильная настройка механизмов.

По характеру проявления аварийные износы можно подразделить на два вида:

- механизм выходит из строя только после некоторого периода работы;

- возникающий дефект сразу же вызывает интенсивное разрушение и аварию.

При этом в оборудовании протекают процессы, которые в зависимости от скорости можно разделить на быстропротекающие, средней скорости и медленные.

Быстропротекающие процессы происходят в течение одного цикла и продолжаются доли секунды. Это вибрация деталей, колебания нагрузок и др., возникающее при работе оборудования.

Процессы средней скорости протекают в течение непрерывной нагрузки и измеряются часами. К ним относится износ режущих инструментов, органов, изменения температуры в оборудовании и окружающей среде и др.

Медленные процессы характерны большой длительностью и измеряются днями, месяцами. Это износ деталей, коррозия, ползучесть металла и др. [11; 51].

6.2. Виды разрушения деталей

Разрушение деталей ГМиО происходит при их взаимодействии с твердыми и газообразными средами. Наиболее часто встречаются следующие виды и разрушения: изломы (вязкие, хрупкие, усталостные), деформации, изнашивания.

Излом – полное разрушение материала детали в результате растяжения, сжатия, изгиба или сложного напряженного состояния.

Вязкий излом происходит при напряжениях, превышающих предел текучести материала. Ему предшествует пластическая деформация металла под влиянием кручения или изгиба, а иногда вследствие растяжения или сжатия. Излом при этом виде разрушения имеет волокнистое строение со следами сдвига материала. Вязкое разрушение менее опасно, чем хрупкое, так как разрушение детали и поломка оборудования могут быть предупреждены появлением пластической деформации. В результате машину останавливают до поломки детали. Для предупреждения его предпринимают меры: ограничивают перегрузку детали во время работы с помощью муфт, срезных шпилек, детали делают с повышенными механическими свойствами и термически их обрабатывают; увеличивают жесткость деталей; уменьшают рабочие напряжения в детали за счет ориентированного наклепа. Причина вязкого излома – ошибки, допущенные при расчете на прочность, сборке или монтаже машины, или эксплуатации.

Хрупкий излом происходит в результате мгновенного приложения нагрузки, концентрации напряжения в опасном сечении, хладоломкости материала. Он протекает без заметных следов пластической деформации и может возникнуть в любой момент. Излом имеет кристаллическое строение.

Хрупкое разрушение характерно для деталей из средне- и высокоуглеродистых сталей, подвергнутых термической обработке и испытывающих ударную нагрузку, напряжения, превышающие предел текучести.

Для повышения сопротивления хрупкому излому применяют следующее: ограничивают перегрузку деталей при работе установкой предохранительных устройств, уменьшают жесткость удара за счет амортизирующих устройств; повышают прочность и пластичность материала деталей.

Усталостный излом возникает и развивается в наиболее напряженных поверхностных слоях детали вследствие длительного действия переменных по величине и знаку нагрузок. Чаще всего это происходит при перегрузках и несвоевременной замене деталей. Причиной поломки деталей является усталостная трещина, которая начинает развиваться в той части поверхности, где действуют растягивающие напряжения, как правило, от какого-либо концентратора напряжений (забоины, риски от обработки и т.д.). Очагов развития усталостной трещины может быть несколько, в связи, с чем в изломе можно обнаружить несколько зон усталостного излома.

Типичный усталостный излом имеет две зоны отличающиеся друг от друга. Зона усталостного разрушения обычно имеет мелкозернистую, бле-

стящую или матовую поверхность, что объясняется результатов взаимодействия поверхностей излома при циклическом нагружении деталей. Поверхность излома второй зоны имеет большей частью кристаллическое строение и все другие признаки хрупкого разрушения.

Деформация материала происходит в результате приложения нагрузки и сопровождается изменением формы и размеров детали. Остаточная деформация появляется при взаимодействии колеса локомотива с рельсом, на круглозвенных цепях конвейера и т.д.

Основными средствами повышения усталостной прочности деталей являются:

уменьшение величины рабочих напряжений, ограничение перегрузок деталей ее балансировкой, повышением жесткости опор, уменьшения крутильных колебаний, увеличение сечения деталей; устранения прижогов, трещин, микронеровностей, применение методов упрочнения деталей;

методов термической закалки и термохимической обработки;

периодическая проверка и подтягивание болтов и шпилек, подверженных действию переменных нагрузок.

Контактная усталость проявляется в виде усталостного выкрашивания поверхности (питтинга) часто при трении качания, качания со скольжением. Причина питтинга – пульсационное действие контактных напряжений вследствие переменного давления на поверхности.

Кроме этих видов разрушений существует износ деталей вследствие трения и коррозии.

6.3. Изнашивание

Под износом в машинах понимают механический, коррозионный или тепловой износ в зависимости от причин, вызывающих изнашивание. Часто изнашивание вызывается не одной из названных причин, а сразу несколькими, в связи, с чем износ приобретает сложный характер.

В машинах чаще всего наблюдается механический износ, возникающий под действием сил трения [11].

Внешнее трение – явление сопротивления относительно перемещению, возникающему между двумя телами в зонах сопротивления поверхностей по касательным к ним, сопровождаемое выделением энергии. Основной характеристикой внешнего трения является сила трения (сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под действием внешней силы).

В зависимости от характера относительного движения различают: трение покоя, трение движения, скольжения и качения, трение без смазочных материалов и со смазочным материалом.

Изнашивание – процесс разрушения материала с поверхности твердого тела или накопления его остаточной деформации при трении, прояв-

ляющей в постепенном изменении размеров или формы тела. Изнашиваемость характеризуется скоростью и интенсивностью.

Скорость изнашивания – отношение значения износа к интервалу времени, в течение которого он возникает. Различают мгновенную (в данный момент времени) и среднюю изнашиваемость.

Интенсивность изнашивания – отношение величины износа к обусловленному пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы. Различают мгновенную и среднюю интенсивности изнашивания.

Свойства материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной обратной скорости изнашивания, или интенсивностью изнашивания, называется *износостойкостью*.

Изнашивание, наблюдаемое в результате трения деталей друг о друга, представляет сумму одновременно протекающих процессов истирания, смятия и окисления соприкасающихся поверхностей.

Истирание наблюдается при скольжении одной детали относительно другой. Даже при малых нормальных давлениях между соприкасающимися поверхностями скользящих деталей по истечении некоторого времени на них обнаруживают следы истирания. Истирание металла происходит вследствие того, что соприкасающиеся поверхности деталей всегда имеют шероховатости, препятствующие скольжению одной детали по другой.

Механический износ происходит также при взаимном обкатывании двух поверхностей под нагрузкой, а также вследствие ударов. В результате обкатывания или ударов на поверхности деталей появляются микро- и макротрещины с последующим развитием их на глубину, в дальнейшем происходит выкрашивание и отслаивание металла.

Механическое изнашивание отдельных деталей происходит неравномерно. Детали, соприкасающиеся между собой при большой скорости движения и большой переменной нагрузке, изнашиваются быстрее деталей, работающих в благоприятных условиях работы.

При изготовлении новой машины для подвижных сопряжений устанавливают вполне определенные зазоры, предусмотренные допусками и посадками. Однако всякая машина может работать удовлетворительно и тогда, когда зазоры в сопряжениях несколько превышают принятые при изготовлении, но не должны быть больше предельных приводящих к биению деталей.

Механическое изнашивание происходит в результате механических воздействий. К механическому относится абразивное, гидроабразивное (газоабразивное), эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), кавитационное и усталостное изнашивание, а также изнашивание при заеданиях.

Абразивное изнашивание. Это механическое изнашивание материала в основном происходит в результате режущего или царапающего действия твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии. Абразивными частицами могут быть твердые включения, имеющиеся в

материалах детали, продукты износа, а также абразивные частицы, попадающие извне. Интенсивность абразивного изнашивания зависит от физико-механических и структурных свойств деталей, внешней среды и условий работы.

Рост нагрузки приводит к пропорциональному увеличению интенсивности изнашивания.

При достижении нагрузкой некоторого критического значения процесс изнашивания замедляется и протекает по линейному закону. Эта закономерность нарушается при динамических нагрузках.

При абразивном изнашивании возможны следующие разрушения: металл пластически деформируется; металл пластически не деформируется, но с поверхности происходит скалывание частиц; металл пластически деформируется и отделяется стружка.

Абразивному изнашиванию подвергаются зубья ковшей, режущие кромки рабочих органов, зубчатые передачи, подшипники, оси, валы, детали гусениц, рештаки, шнеки и т.д.

Смазка имеет огромное значение в уменьшении износа горных машин и оборудования и деталей. Правильный подбор смазочных материалов и установление рационального режима смазки трущихся пар повышают срок их службы, и наоборот, неправильная смазка вызывает заедание, поломки и аварии.

На величину износа и коэффициент трения оказывают влияние вязкость, маслянистость, состав и температура смазочного вещества, скорость движения трущихся поверхностей, удельное давление, материал деталей и чистота обработки трущихся поверхностей. С точки зрения состояния поверхностей и режима смазки различают следующие виды трения скольжения: жидкостное, полужидкостное, граничное, полусухое и сухое.

Жидкостное трение происходит тогда, когда движущиеся поверхности полностью разделены сплошным слоем смазочного материала, поступающего между трущимися поверхностями при помощи принудительной подачи масла в зазор. Толщина масляного слоя измеряется сотыми иногда десятыми долями миллиметра.

Полужидкостное трение занимает промежуточное положение между жидкостным и граничным трением, при полужидкостном трении масляный слой несет основную нагрузку, но полностью не предохраняет трущиеся поверхности от непосредственного контакта.

Полужидкостное трение неизбежно связано с усилием износа трущихся поверхностей, и его необходимо избегать. Неполная жидкостная смазка встречается при малой относительной скорости трущихся поверхностей, большом зазоре, высокой температуре и т.д.

Подшипники скольжения работают в полужидкостном трении при пуске и остановке.

Граничное трение происходит, когда трущиеся поверхности разделяются тонким слоем смазки (менее 10 мк). При граничном трении важное

значение имеет не вязкость масла, а маслянистость, т.е. способность масла образовывать на трущихся поверхностях прочную адсорбированную пленку, которая предупреждает возникновение сухого трения.

Полусухое трение возникает, когда адсорбированная пленка частично разрывается и происходит граничное и сухое трение. При этом повышается износ деталей. Полусухое трение происходит в редукторах горных машин, когда в смазку попадают частички угля и породы. Для бесперебойной работы машины необходимо производить регулярную смазку машины и следить за качеством масла.

Сухое трение происходит при относительном движении твердых несмазанных поверхностей (скольжения банджа по рельсам, цепей по решеткам и звездочкам в скребковых конвейерах). Особенно опасен процесс изнашивания, который сопровождается заеданием.

В результате гидроабразивного воздействия на поверхностный слой детали происходит интенсивное изнашивание путем резания, подобно шлифованию. Одновременно с этим абразивные частицы вызывают усталостные явления в поверхностном слое и приводят к его разрушению.

Этому виду изнашивания подвергаются щелевые втулки уплотнений, крышки и корпуса углесосов трубо- и пульпопроводов, насадки гидромониторов, лопасти центрифуг.

Эрозионное изнашивание – механическое изнашивание в результате воздействия потока жидкости и газа (вентиляторы, насосы).

Гидроэрозионное (газоэрозионное) изнашивание – эрозионное изнашивание в результате воздействия потока жидкости.

Кавитационное изнашивание – гидроэрозионное изнашивание при движении твердого тела относительно жидкости, при котором пузырьки газа захлопываются вблизи поверхности, что создает местное давление и температуру.

Усталостное изнашивание – механическое изнашивание в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала. В результате длительного воздействия на детали переменных нагрузок, превышающих предел текучести металла, происходит многократная пластическая деформация поверхностных слоев, приводящая к образованию углублений, впадин. Усталостному изнашиванию подвержены подшипники качения, шестерни, шатуны, полуоси, коленчатые валы и т.д.

Изнашивание при фреттинге – механическое изнашивание соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях.

Изнашивание при заедании – изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности на другую и воздействия возникающих неровностей на сопряженную поверхность. Изнашивание при заедании характерно для гильз, поршней, колец, подшипников скольжения, зубьев и зубчатых колес и т.д.

Коррозийно-механическое изнашивание происходит в результате механического воздействия, сопровождаемого химическим и электрическим взаимодействием материала со средой. К ним относятся окислительное изнашивание и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Окислительное изнашивание – вид коррозионно-механического изнашивания, при котором основное действие оказывает химическая реакция материала с кислородом или окружающей средой.

Изнашивание при фреттинг-коррозии – вид коррозионно-механического изнашивания соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях. Наблюдается у посадочных поверхностей шестерен, в болтовых и заклепочных соединениях и др.

К изнашиванию под действием электрического тока относится *электроэрозийное изнашивание* поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока.

Износ – результат изнашивания, определяемый в установленных единицах длины, объема, массы и др. Износ может быть естественным и преждевременным, предельным, допустимым и местным.

Предельный износ соответствует предельному состоянию изнашивающегося объекта или его составной части.

Допустимый износ – значение износа, при котором изделие сохраняет работоспособность. Допустимый износ меньше предельного.

Критерии, по которым устанавливаются предельные износы, определяют предельные размеры деталей, делятся на технические и количественные критерии, позволяющие определять значения предельных износов деталей на основании повышения интенсивности изнашивания и возникновения отказов. Предельные износы деталей при этом определяют с учетом их прочности, характера и величины действующих нагрузок, условий трения и смазок.

Качественные косвенные критерии позволяют определять предельные износы деталей по ухудшению качества работы сборочных единиц, агрегатов и машин (износ зубчатых колес передач вызывает само включение и самовыключение машин) [26].

6.4. Методы измерения износа деталей

Для количественной оценки износа деталей горных машин может быть применен ряд методов.

Микрометраж заключается в определении разности первоначального размера детали и размера ее после установленной наработки. Его точность обуславливается точностью применяемых инструментов. Первоначальный размер берут по чертежу. Данные замеров записываются в карты.

Детали при микрометраже должны быть тщательно промыты и просушены. Измерения необходимо проводить при $t = +18-20^{\circ} \text{C}$. Детали при измерении должны находиться в помещении 2-3 часа. Измерительные инструменты, выбранные с необходимым классом точности, подвергаются аттестации, регулировке и тарировке до и после обмера.

Взвешивание – применяют, когда замер деталей невозможен. Взвешивают детали на аналитических весах.

Профилографирование – заключается в том, что на деталь наносится царапина, глубина которой должна быть больше износа поверхности за испытываемый период.

Измерение отпечатков – на поверхность детали наносится отпечаток алмазной пирамидой. Величину износа находят как разницу размеров диагоналей пирамиды до и после износа.

Вырезание лунок – заключается в измерении длины хорды лунки на поверхности детали.

Определение износа по содержанию металла в масле основано на анализе периодически отбираемых из редуктора проб масла и определения в них содержания металла.

Колориметрический – основан на определении концентрации в масле определенного вида металла.

Полярографический – базируется на измерении зависимости между силой тока и напряжения с помощью капельного ртутного электрода, опущенного в исследуемый раствор.

Магнитоиндукционный – основан на изменении магнитной индукции масла, вводимого внутрь катушки индуктивности, в зависимости от содержания продуктов износа.

Радиоактивационный – облучение потоков нейтронов пробы масла, благодаря чему продукты износа становятся радиоактивными.

Спектрографический – применяют при определении содержания продуктов износа в пробе масла путем разложения излучения на отдельные спектры под действием вольтовой дуги.

Радиоактивных изотопов (меченых атомов) – заключается в том, что материал детали облучается, поэтому определенная радиоактивность переносится в масло или смазку [24].

6.5. Мероприятия по замедлению износа деталей машин

Повышение сопротивления износу достигают при помощи правильного подбора материалов и способов обработки деталей, подверженных истиранию.

Металлы, обладающие большей твердостью, в меньшей степени подвержены износу. Так как кроме специальных сталей высокой твердости

для изготовления деталей, подвергающихся интенсивному износу, применяются более дешевые стали, они должны пройти термическую или термохимическую обработку поверхностей (закалка токами высокой частоты, пламенем, цементацией и азотированием).

Кроме этого поверхности покрывают слоем металла хорошо сопротивляющегося износу – хромирование, наплавка.

Ковка и прокатка изделий повышают сопротивляемость изнашиванию. Одним из методов повышения прочности коленчатых валов, спиральных пружин, зубчатых передач осуществляется упрочнением поверхности дробеструйной обработкой, наклепыванием шариками или обкаткой роликами [3; 4; 20; 22; 26].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение техническому состоянию ГМиО.
2. Назовите параметры технического состояния ГМиО.
3. Каким видам износа подвергаются горные машины в процессе эксплуатации?
4. Назовите причины аварийного износа.
5. На какие виды можно разделить износ по скорости протекания процесса?
6. Какие виды разрушения деталей вы знаете?
7. Дайте определение излому.
8. Приведите пример вязкого излома деталей.
9. Какие меры предупреждения вязкого излома существуют?
10. Приведите пример хрупкого излома.
11. Какие меры предупреждения хрупкого излома вы знаете?
12. Приведите пример усталостного излома.
13. Какие меры предупреждения усталостного излома применяются в промышленности?
14. Приведите пример контактной усталости.
15. Какие виды изнашивания вы знаете?
16. От каких условий зависит скорость износа деталей?
17. Какие методы применяются для количественной оценки износа деталей горных машин?
18. Назовите методы измерения износа деталей без разборки машин.
19. Какие мероприятия применяются для замедления износа деталей машин?

Глава 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Длительная и надежная работа горных машин возможна только при условии систематического и качественного проведения мероприятий по ТО и ремонту.

ТО производится в течение всего периода эксплуатации горного оборудования и предназначено для обеспечения исправности или только работоспособности машин до очередного ремонта.

Ремонт может производиться в случае, если дальнейшая эксплуатация машины оказывается невозможной из-за изношенности, или заблаговременно, не дожидаясь выхода ее из строя.

В первом случае ремонт имеет вынужденный характер и называется *ремонтom по потребности*. Во втором случае целью ремонта наряду с восстановлением технического состояния машины является предупреждение неожиданного отказа в работе. Поскольку ремонт производится заблаговременно, когда степень износа машины еще не исключает возможность ее работы, он может планироваться. Такой ремонт называется *планово-предупредительным (ППР)*. Плановым, потому что поддается планированию и производится в плановом порядке, а предупредительным, – потому что его выполнение предупреждает неожиданный выход оборудования из строя и резкое ухудшение его состояния в результате износа механизмов.

7.1. Система ППР

Под системой ППР понимают совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору за правильной эксплуатацией и ремонту оборудования, направленных на предупреждение преждевременного износа узлов и деталей с целью обеспечения работоспособности горного оборудования в течение заданного периода времени при минимальных затратах труда и материальных средств [35; 36; 44; 46; 47].

Основным нормативно-техническим документом, определяющим систему технического обслуживания и ремонта горношахтного оборудования, является «Положение о планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта оборудования угольных и сланцевых шахт Минуглепрома СССР» [11].

Положением о ППР устанавливаются: виды и регламенты ТО и плановых ремонтов; номенклатура основной нормативно-технической документации, необходимая для планирования ремонтных нормативов; принципы организации смазочно-эмульсионного хозяйства; принципы организации учета и движения оборудования; методы учета и контроля за соблюдением действующих правил и норм по ТО, ремонту и эксплуатации горного оборудования.

Основными нормативно-техническими материалами, определяющими порядок проведения ТО и текущего ремонта, является эксплуатационная документация. А основными нормативно-техническими материалами, устанавливающими технологию производства капитального ремонта, является ремонтная документация, разрабатываемая заводами-изготовителями.

Системой ППР предусматриваются следующие методы ремонта: послеосмотровый, периодический, стандартный.

При послеосмотровом методе план ремонта составляется на основе сведений о состоянии оборудования, полученных путем его ТО. При осмотре устанавливается характер требуемого ремонта (текущий, капитальный), сроки его выполнения и примерные объемы. Интервалы, через которые должны выполняться ремонты, их содержание и объем заранее не планируются. Планированию подлежат лишь интервалы между осмотрами.

Недостатком этого метода является то, что оценка состояния машины, сроки и объемы ремонтов зависят от субъективных особенностей лиц, производящих ремонт. Кроме того, затруднительно планировать ремонты на длительные сроки, так как заранее неизвестно время остановки машины, объем ремонта, потребность в запасных частях, материалах и инструментах.

Метод послеосмотрового ремонта целесообразно применять для эпизодически используемого и мало загруженного оборудования, особенно когда отсутствует достаточно точный учет отработанного времени или выполненных объемов работ.

Метод периодических ремонтов заключается в том, что очередные осмотры и ремонты производят в заранее установленные сроки с учетом работы оборудования и его состояния.

При этом осмотры проводят не для выполнения необходимого ремонта и установления его вида, как в предыдущем случае, а для выявления деталей, подлежащих ремонту, замене с целью заблаговременного изготовления новых и выполнения профилактического ремонта. При этом методе ремонта планированию подлежат продолжительность интервалов между ремонтами, последовательность чередования определенных их видов и объем ремонтных работ, который определяют путем оценки ремонтной сложности объекта. Содержание ремонтов не регламентируется. Подлежащие при их выполнении работы определяются состоянием оборудования. Следовательно, при этом методе также невозможно заранее точно спланировать потребность в запасных частях, материалах, хотя ориентировочно такие данные можно применять на основании предыдущего ремонта машин.

Названный метод широко применяется для машин, работающих при переменных режимах и условиях эксплуатации.

При стандартном методе плановые ремонты проводят в определенные, заранее установленные сроки с принудительной заменой при каж-

дом ремонте определенных деталей независимо от их состояния. Планированию подлежат продолжительность межремонтных периодов, объемы и содержание ремонтных работ. Недостатком метода является его высокая стоимость, вызванная тем, что замена деталей производится при невыработанном ресурсе. Для внедрения метода необходимо знать точные ресурсы всех элементов горных машин.

Метод стандартных ремонтов целесообразно применять для машин, работающих при установившемся режиме, бесперебойность работы которых имеет особенно важное значение для предприятия (шахтные подъемные машины, вентиляторы главного проветривания, насосы главного водоотлива и др.).

Ремонт горного оборудования без разборки. Последние десятилетия во всех промышленно развитых странах повышен интерес к тенденциям развития исследований в области трения, изнашивания и смазки деталей и механизмов. С развитием техники становится ясно, что стали и чугуны не идеальны как материалы для массового производства машин и механизмов, особенно для изготовления трущихся деталей. Машины и механизмы, изготовленные из сплавов на основе железа, имеют значительный вес, подвержены коррозии, недостаточной износостойкости. Они при эксплуатации нуждаются в охлаждении и смазке.

Сегодня на отечественном рынке появились многочисленные присадки, улучшающие свойства применяемых масел, выравнивающие дефекты микрорельефа трущихся поверхностей. Применение таких присадок при классическом способе борьбы с трением, использованием «масляного клина» в зоне трения, приводит к существенному уменьшению износа. Основным недостатком технологии с использованием присадок является постоянное их присутствие в местах трения, причем в достаточной концентрации. Постоянное поддержание концентрации присадок в системе подачи масла приводит к тому, что в процессе эксплуатации продукты износа трущихся поверхностей и присадок постепенно уменьшают проходное сечение маслопроводов, что приводит к тому, что в процессе эксплуатации продукты износа трущихся поверхностей и присадок постепенно уменьшают проходное сечение маслопроводов, что приводит к снижению подаваемых в зону трения объемов масла и увеличению износа.

Практика показала, что масла, присадки, модификаторы и кондиционеры металла не предотвращают контакта «металл-металл». Все масла и добавки быстро деструктируются и загрязняются, теряя при этом свои пленкообразующие свойства. В процессе деструкции масел и добавок образуются химические соединения, вредные для конструкционных материалов, поэтому в инструкциях по эксплуатации машин и механизмов определен срок замены масел. Невыдерживание регламентов по замене масел приводит к преждевременному выходу из строя машины или узла. Таким образом, добавление присадок в масла лишь притормаживает процесс из-

носа пар трения, по существу не восстанавливая технических характеристик агрегата.

До настоящего времени проблема преждевременного износа машин осталась не решенной. Изготовитель техники предписывает небольшой срок моторесурса, и то при выполнении довольно сложных инструкций по эксплуатации и ремонту.

Но уже сейчас стали и чугуны пытаются заменить на новые конструкционные материалы: пластмассы, сплавы на основе алюминия, керамики, металлокерамики и др.

ЗАО «Руспромремонт» (г. Санкт-Петербург) разработало своего рода компромиссную технологию. Для ее осуществления требуется, чтобы детали машин были изготовлены из черных металлов, и тогда на поверхностях трения и контакта стальных и чугунных деталей машин путем добавления в масло специального порошка образуется металлокерамика в виде слоя толщиной до 0,5-0,7 мм, который образуется в результате реакции замещения атомов Mg в узлах кристаллической решетки частиц ремонтно-восстановительного состава атомами Fe поверхностного слоя стали и чугуна. Способ образования металлокерамики реакцией замещения объясняет следующие дополнительные свойства:

- одинаковый со сталью коэффициент термического расширения;
- способность противостоять пластическим деформациям и ударным нагрузкам;

- способность обеспечивать «сухое» трение, так как имеет стекловидную структуру, в отличие от пористой структуры традиционной металлокерамики;

- способность увеличиваться в объеме в зависимости от энергии контакта, т.е. не только компенсировать износ, но и оптимизировать зазоры в сопряжениях деталей механизмов.

Все эти свойства делают данную технологию возможной к применению в любых машинах и механизмах, где детали изготовлены из черного металла.

Новейшие разработки специалистов Сибирского государственного университета путей сообщения – универсальные ремонтно-восстановительные составы (УРС) ССРС «АГ» на основе поверхностно-активных веществ и диспергаторов – дают при добавлении в масла совершенно уникальные результаты.

Техническое использование УРС заключается в следующем. В смазочные материалы устройств и механизмов добавляется необходимое количество порошка «АГ» и обеспечивается определенное время работы этих механизмов при штатной нагрузке, после чего смазка с добавлением УРС либо удаляется, либо остается при дальнейшей работе в зависимости от назначения и конструкции механизмов. Под действием механических нагрузок происходит создание металло-органокерамического слоя толщиной 0,05-0,07 мм с коэффициентом трения 0,003-0,007.

Если условно разделить протекающие процессы на этапы, то можно представить картину следующим образом. За счет высоких абразивных свойств УРС в местах контакта происходит суперфинишная обработка поверхностей трения – очистка нагаров, окислов, деструктурированного масла. В местах локального контакта в микрообъемах возникают высокие температуры (более 1000°C), что приводит к инициированию микрометаллургических процессов – микросваривания, микросхватывания, шаржирования. В результате происходит «приплавление» частиц УРС к кристаллической решетке поверхностного слоя металла. Практически одновременно происходит нагартовка несработанных частиц УРС, частиц металла и других продуктов трения в углубления микрорельефа. Поскольку элементы УРС работают как катализаторы, в местах нагартовки создаются условия для активного протекания окислительно-восстановительных процессов. В результате этих реакций происходит диффузия частиц УРС в поверхности трения. Одновременно происходит образование новых кристаллов и наращивание их на кристаллической решетке металла. В дальнейшем эти кристаллы ориентируются вдоль поля трения и срастаются, образуя на всей поверхности пятна контакта непрерывный ряд твердых микрокристаллов.

Все процессы протекают практически одновременно и имеют место до тех пор, пока в носителе не иссякнет «строительный материал» УРС или пока в системе не наступит равновесие), зазоры будут заполнены или выбраны до оптимальной величины). В конечном счете, оптимизация зазоров в местах контакта определяется конструктивными особенностями самой системы и всего агрегата в целом.

Важным является то, что на поверхности металла наращивается металл-органокерамический слой. Этот слой обладает следующими характеристиками:

- высокой твердостью, превосходящей по твердости закаленную сталь;
- низким коэффициентом трения, в 15-30 раз меньше, чем сталь по стали;

- термостойкостью, практически не чувствительной к абразивам и влаге.

Основное качество выращенного слоя в том, что он компенсирует выработку трущихся деталей, т.е. детали восстанавливаются в первоначальных конструктивных размерах и в дальнейшем износ трущихся деталей прекращается. При определенной периодичности обработок составами «AG» можно добиться эксплуатации деталей без износа.

Ярким примером преимуществ новых технологий служит процесс «холодного» запуска двигателя внутреннего сгорания, когда пары трения уже работают, а масла и присадки к ним еще не поступают. По некоторым оценкам на трение при «холодном» запуске происходит от 50 до 80 % износа двигателя. Кроме того, после обработки агрегатов универсальными ремонтно-восстановительными составами существенно меняется роль масла. Оно уже не выполняет роль эффективного третьего тела в паре трения, а лишь выполняет функцию теплоотвода, поэтому в ряде случаев, когда не

слишком нарушаются температурные режимы, агрегаты могут работать без масла. Систематическое применение УРС позволяет эксплуатировать устройства и механизмы практически без износа и позволяет:

- уменьшить потери на трение и повысить КПД;
- восстановить компрессию и увеличить мощность двигателей внутреннего сгорания, компрессоров;
- снизить расход топлива и электроэнергии на 10-20 %;
- увеличить срок замены масла в 2-3 раза;
- уменьшить уровень вибрации и шума;
- снизить токсичность выхлопных газов в ДВС.

В Дальневосточном регионе данная технология применяется для обработки машин и механизмов в ЗАО «Малые разрезы», ЗАО «Уголь-96», разрезе «Новопокровский», ООО «Приморское монтажно-наладочное управление «Приморскэнергоуголь» (Приморский край) и АО «Ургал-уголь» (Хабаровский край).

Поскольку технология с использованием УРС производится без остановки машины на ремонт и ее разборки, а также при этом не требуются специалисты высокого класса, специальное оборудование и запасные части, то стоимость такого ремонта в 2-4 раза ниже стоимости «традиционного» капитального ремонта.

Применение составов «AG» в промышленности и на транспорте практически не ограничено. Уже сегодня эти технологии применяются при ремонте механизмов и устройств топливно-энергетического комплекса.

В горной промышленности применяется *комбинированная система ТО и ремонта* ГМиО, состоящая из всех перечисленных выше методов ремонта.

Сущность этой системы заключается в том, что горные машины после определенной наработки подвергаются осмотрам и различным видам ремонтов, периодичность и продолжительность которых определяется ремонтными нормативами с учетом конструктивных особенностей машин и условий их эксплуатации. Перед ремонтом машину осматривают и уточняют объем ремонтных работ. Если при осмотре установлено, что та или иная деталь, которую планировалось заменить при намеченном ремонте, может доработать до очередного планового ремонта, то ее не меняют.

Комбинированная система ТО и ремонта ГМиО состоит из межремонтного ТО, включающего ежесменное, ежесуточное, еженедельное, двухнедельное обслуживание, и плановых ремонтов, включающих в себя ежемесячное ремонтное обслуживание, текущие ремонты, наладки и ревизии, капитальный ремонт.

Ежесменное техническое обслуживание (ТО-1) выполняется силами дежурных электрослесарей, машинистов горных машин и рабочих производственных процессов и включает в себя: проверку показаний контрольно-измерительных приборов, степени нагрева узлов трения; регистрацию уровня вибрации и шума в ответственных узлах машин; проверку надеж-

ности крепления деталей и узлов; устранение мелких неисправностей и неполадок в работе машин; смазку узлов трения, оснащенных индивидуальными приборами, смазочными материалами назначенного типа по установленному режиму, и контроль смазочных материалов централизованных систем густой и жидкой смазки; проверку функционирования предохранительных устройств тормозов и приспособлений для остановки механизмов; содержание оборудования в чистоте.

В зависимости от режима работы машины, напряженности производственного процесса и организации ТО-1 может выполняться в период между сменами, в специально отведенное время в течение смены или во время технических простоев ГМиО.

Ежесуточное техническое обслуживание (ТО-2) выполняется силами ремонтных слесарей, постоянно обслуживающих данный вид оборудования, машинистов ГМиО, рабочих производственных процессов.

При ежесуточном ТО-2 выполняются те же работы, что и при ТО-1, и, кроме того, дополнительные – устранение неисправностей, наладка, регулировка отдельных механизмов, проверка состояния оборудования и др. Перечень работ, подлежащих выполнению, производится в наряд-задании на производство работ.

Ежесуточное ТО-2 оборудования очистных механизированных комплексов угольных шахт выполняют ремонтные бригады в составе 8-12 человек под руководством механика участка. Помимо работ ТО-1 включают в себя: затяжку резьбовых соединений; проверку легкости и плавности перемещения рукояток гидрораспределителей; осмотр и проверку фиксаций осей в соединениях секций крепи; проверку надежности крепления крышек взрывоопасных камер; осмотр тяговой цепи комбайна и скребковой цепи конвейера с заменой деформированных и изношенных элементов; проверку состояния и надежности крепления опорных лыж комбайна.

Ежесуточно проверяют электрооборудование распределительного пункта, наличие на них пломб, блокировок, заземления, состояние кабелей, зазоров. Проверяют работу сирены, болтов, светильников, пультов и постов управления. Все неисправности устраняются, и о них докладывают главному механику.

Еженедельное техническое обслуживание (ТО-3) производится силами ремонтных бригад электрослесарей, постоянно эксплуатирующих данный вид оборудования, электрослесарей электромеханической службы шахты, машинистов ГМиО и рабочих производственных процессов.

Еженедельное ТО производится для большинства видов подземного оборудования. Перечень работ по ТО-3 регламентируется инструкциями. Например, при проведении ТО-3 очистных комбайнов, кроме ТО-1, ТО-2, проверяют стыковые соединения электродвигателя с режущей частью, крепление погрузочного устройства, уровень масла в механизме подачи, состояние гидроцилиндров и др.

В механизированных крепях проверяют герметичность и крепление домкратов передвижки конвейера, состояние металлоконструкций (щитков, перекрытий, ограждений, оснований), производится замена неисправных стоек, блоков управления, клапанных блоков и др.

При ТО-3 скребкового конвейера заменяют изношенные отрезки цепи, проверяют уровень масла и состояние конической пары в редукторе, контролируют степень затяжки всех болтовых соединений.

Двухнедельное техническое обслуживание (ТО-4) выполняется один раз в две недели силами специализированных бригад ремонтных слесарей.

Двухнедельное ТО-4 включает в себя, помимо работы по ТО-1 – ТО-3, дополнительные работы, необходимые для обеспечения работоспособности и безопасности стационарного оборудования.

Ежемесячное ремонтное обслуживание (РО) выполняется один раз в месяц силами ремонтных электрослесарей электромеханической службы, машинистов ГМиО, рабочих производственных процессов и специализированных бригад ремонтных электрослесарей.

Ежемесячное РО проводят в ремонтные дни, которые обычно совмещают с выходными днями, когда участки не работают.

Во время РО полностью выполняются работы, входящие в ТО-1, ТО-2, ТО-3, и ТО-4, кроме того, производится замена наиболее быстро изнашивающихся механизмов и деталей, регулировка отдельных механизмов, устранение неисправностей, обнаруженных в машине к этому периоду, взятие проб смазки и ее замена и другие работы.

Ремонтные осмотры проводят согласно месячным и годовым планам ППР оборудования.

Текущие ремонты (Т1, Т2, Т3, Т4) являются основным видом ремонта, направленным на восстановление работоспособности оборудования, систематически проводимые плановые текущие ремонты ГМиО при своевременном и качественном их выполнении обеспечивают безотказную и высокопроизводительную работу оборудования на протяжении всего межремонтного цикла, позволяют долгое время не прибегать к дорогому капитальному ремонту.

Текущие ремонты выполняются теми же силами, что и РО, а также и силами специализированных ремонтных, наладочных, монтажных предприятий производственных объединений и местных подразделений ТО и заводов-изготовителей.

При текущих ремонтах полностью выполняют объем работ по ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4, РО и, кроме того, производят промывку и ревизию механизмов, замену быстроизнашивающихся деталей и узлов; выверку и регулировку отдельных механизмов; замену масла в системе смазки; проверку надежности крепления узлов и замену вышедших из строя крепежных деталей.

В зависимости от объема ремонтных работ и продолжительности текущие ремонты подразделяются на *первый текущий Т1, второй теку-*

ций Т2, и т.д., чем больше индекс, присвоенный ремонту, тем выше его сложность.

Текущие ремонты производят в сроки, предусмотренные графиком ППР, разрабатываемым на основании действующей нормативной документации. Текущие ремонты производятся в соответствии с инструкциями, разрабатываемыми для отдельных видов оборудования, включают в себя перечень узлов и деталей, заменяемых при ремонте, порядок и сроки, технические средства и правила безопасности.

Текущие ремонты производят двумя способами: *заменой изношенных деталей и заменой целых агрегатов*.

При первом способе ремонта изношенные детали заменяются новыми. Этот способ наиболее простой, но он не обеспечивает необходимого качества ремонта, особенно оборудования для очистных и подготовительных работ.

При агрегатном способе отдельные составные части сборочных единиц ГМиО содержащие изношенные детали, подлежат восстановлению, осуществляемому, как правило, силами ремонтных предприятий. После ремонта эти детали и узлы устанавливают на следующую ремонтную машину. Такой метод называется *обезличенным*.

Восстановление деталей во время ремонта и установка их на машину, с которой они были сняты (*не обезличенный ремонт*), проводятся только в исключительных случаях, когда объем работ по восстановлению детали мал по сравнению с объемом работ по ее замене и гарантировано высокое качество восстановления.

При невозможности производства текущего ремонта отдельных видов оборудования путем замены изношенных деталей или узлов допускается производство полнокомплектной замены. Замененное полнокомплектное оборудование выдается для осуществления ремонта. Каждый текущий ремонт обычно заканчивается наладкой и опробованием машины в работе.

После проведения текущих ремонтов горное оборудование испытывается, и в их паспортах делаются отметки о выполненных ремонтах.

Для сложных видов горношахтного оборудования (компрессоров, вентиляторов главного проветривания, очистных и проходческих комплексов и др.) устанавливают плановые и текущие ремонты, совмещенные с наладкой и ревизией, регулировкой составных частей и сборочных единиц, с периодичностью выполнения:

- квартальные – не реже 1 раза в 3 месяца;
- полугодовые – не реже 1 раза в 6 месяцев;
- годовые – не реже 1 раза в 12 месяцев;
- двухгодичные – не реже 1 раза в 24 месяца.

Наладки и ревизии, как правило, выполняются силами специализированных предприятий в соответствии со специальными инструкциями, в

которых указываются способы выявления и устранения скрытых дефектов, порядок установления оптимального режима работы.

Капитальный ремонт ГМиО является восстановительным ремонтом, при котором должны быть восстановлены первоначальные качественные характеристики оборудования. В состав работ при капитальном ремонте входят:

- полная разборка машины;
- мойка и дефектоскопия деталей;
- замена и ремонт всех составных частей, в том числе и базовых;
- сборка машины;
- регулировка и обкатка.

Капитальный ремонт производится рудоремонтными заводами.

Помимо рассмотренных ремонтов часть предприятий производят аварийные ремонты, необходимость в которых возникает в результате аварийных повреждений ГМиО. По объему аварийные ремонты могут носить характер текущих или капитальных ремонтов.

7.2. Структура ремонтного цикла

Ремонтный цикл – наименьший повторяющийся интервал времени или наработка машины, в течение которых осуществляется в определенной последовательности все установленные виды ремонта, предусмотренные технической документацией. Продолжительность ремонтного цикла определяется сроком службы или ресурсом новых машин от начала ввода их в эксплуатацию до капитального ремонта, а для машин, прошедших капитальный ремонт, между двумя последовательными плановыми капитальными ремонтами [15; 49; 51; 56].

Интервал времени или наработка между любыми очередными ремонтами называется *межремонтным периодом*.

Перечень и последовательность выполнения установленных видов ремонта в течение ремонтного цикла называется *структурой ремонтного цикла*.

Методика определения структуры ремонтного цикла сводится к следующему. На основании изучения результатов испытаний серии однотипных машин, опыта их эксплуатации и др. данных устанавливают ресурс деталей и узлов этих машин. При одинаковых ресурсах ремонтный цикл имел бы простейшую структуру. Все ремонтные работы можно было бы выполнять при капитальных ремонтах, а в период между ними проводить только работы по ТО. Однако ресурсы деталей машин не одинаковы. Если производить ремонт или замену каждой детали, то количество ремонтов было бы чрезвычайно большим. Поэтому система ППР предусматривает группирование деталей с приблизительно одинаковыми и кратными ресурсами и проведение их совместного ремонта или замены.

Продолжительность ремонтного цикла определяется ресурсом наиболее долговечных базовых деталей машин (корпусов, оснований, рам и др.), а межремонтный период – ресурсом наименее износостойких и часто заменяемых деталей.

Периодичность выполнения различных видов ремонта устанавливается так, чтобы каждый вид последующего ремонта включал работы предыдущих видов. Например, при T_2 , кроме деталей с ресурсом, равным периодичности T_2 , должны ремонтироваться и детали, заменяемые при T_1 и РО.

Машина каждой марки или определенная группа однотипных машин имеют свою структуру ремонтного цикла, которая может быть представлена в виде буквенного выражения или графически. Если машина состоит из пяти групп стойкости с ресурсом 120, 480, 960, 1920, 3840 маш.-ч. и замена их производится при РО, T_1 , T_2 , T_3 и К, то структуру ремонтного цикла этой установки можно представить аналитически и графически (рис. 7.1).

К-2РО- T_1 -2РО- T_2 -2РО- T_1 -2РО- T_3 -2РО- T_1 -2РО- T_2 -2РО- T_1 -2РО-К.

Эта запись показывает, что за ремонтный цикл выполняется 16 РО и 8 ремонтов, из них: T_1 – 4 раза; T_2 – 2 раза; T_3 , К – по одному разу.

Периодичность и продолжительность различных видов ремонта ГМиО за ремонтный цикл определяется отраслевой нормативно-технической документацией.

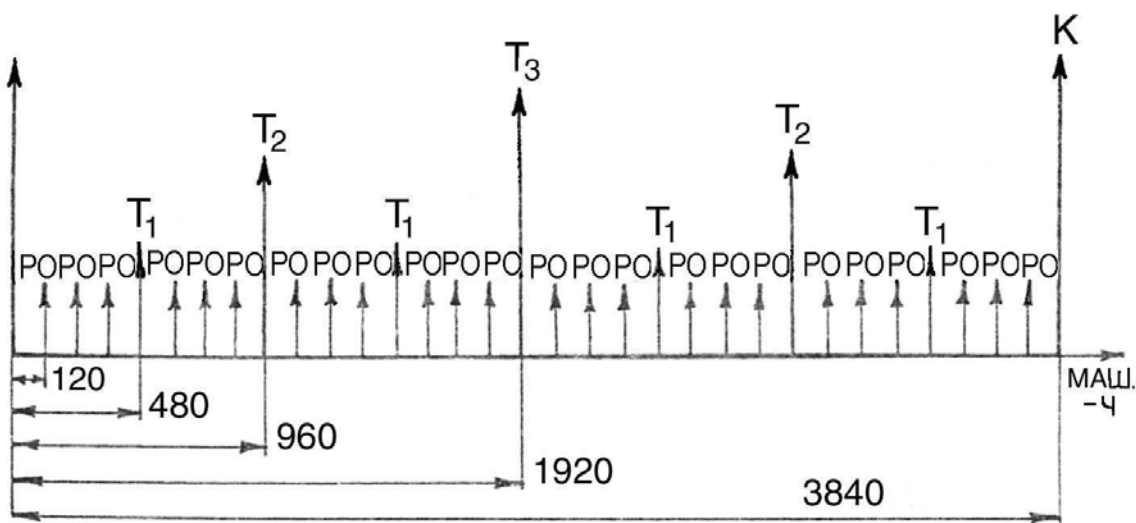


Рис. 7.1. Структура ремонтного цикла

Структура и продолжительность ремонтного цикла зависят от условий эксплуатации машины и показателей ее надежности, формируемых на стадии проектирования, производства и монтажа ГМиО. На их основании можно изменить структуру ремонтного цикла: уменьшить количество ТО и ремонтов, удлинить межремонтные периоды, уменьшить объемы работ.

В основу оптимизации ремонтных циклов обычно заложены результаты статистических исследований ресурсов всей номенклатуры заменяемых элементов установок. При оптимизации межремонтных периодов ис-

ходят из того, что величина их должна быть принята такой, чтобы затраты на ремонт были минимальными.

7.3. Организация технического обслуживания и ремонтов

Основной формой организации работ на горных предприятиях является нарядная система, которая охватывает все технологические процессы, в том числе и процессы ТО и ремонта. Наряд определяет номенклатуру, объем и очередность выполнения работ для исполнителя. Принцип функционирования нарядной системы заключается в следующем (рис. 7.2).

С заданной периодичностью информационно-вычислительный центр (ИВЦ) производственного объединения выдает в отдел главного механика (ОГМ) горного предприятия месячные и годовые графики ППР оборудования (ГППР) и ежедневно необходимый комплект нарядов (наряд-задание, наряд-рапорт и т.д.) (НРЗ) с заданным объемом работ по ТО и ремонту оборудования для всех участков горного предприятия. На их основе механик участка ежедневно выдает наряд ремонтным слесарям на плановые и неплановые работы по ТО и ремонту. Электрослесарь, в зависимости от сложившихся обстоятельств, объективных и субъективных, выполняет определенный объем работ $Q_{тф}$, который не всегда равен заданию и обеспечивает техническое состояние оборудования $S_{т.ф.}$.

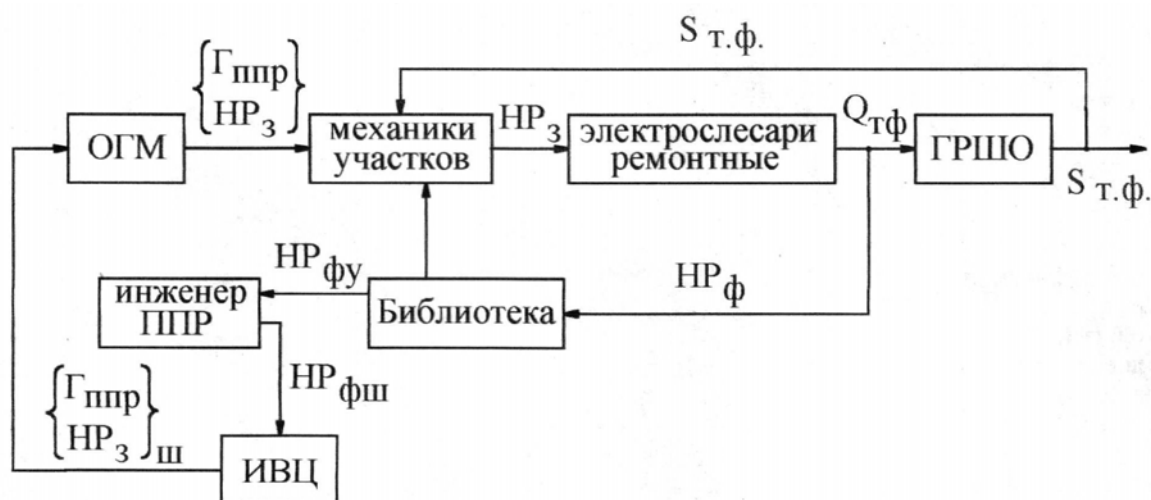


Рис. 7.2. Схема функционирования нарядной системы

Утвержденный механиком наряд с отметкой о выполнении электрослесарь передает на участок, где он хранится в течение недели (библиотека НРф). Затем накопленные наряды поступают инженеру ППР, который после проверки и корректировки передает все наряды в ИВЦ, где производится обработка всего комплекса нарядов за прошедшую неделю и корректировка на следующую неделю.

В течение недели механик участка на основе информации Стф о техническом состоянии ГМиО и данных о ходе предыдущих работ, которые хранятся в библиотеке, корректируют наряд-здание.

Эта нарядная система ППР позволила повысить ответственность персонала за качество и своевременность выполнения наряда; освободила механиков участков от значительного объема работ по заполнению книг-нарядов, определению первоочередных работ [2; 29; 30; 35].

Основными документами для планирования, организации и контроля работ по ТО и текущему ремонту ГМиО с применением нарядов-рапортов являются: технологические карты по ТО и текущему ремонту; инструкции-памятки по ТО и ремонту; месячные и годовые графики ППР; графики организации труда по ежесуточному обслуживанию и текущему ремонту; наряд-путевка на выполнение работ; наряд-рапорт; наряд на безопасное ведение работ в подземных электроустановках; инвентарная опись оборудования; книга нарядов участка.

Технологическая карта содержит сведения, являющиеся исходными для организации, планирования и производства ТО и ремонта ГМиО.

В технологической карте приводят: описание подготовительных работ, обеспечивающих выполнение операций по ТО и ремонту ГМиО; описание последовательности выполнения работ; перечень приборов, инструментов, приспособлений и материалов, необходимых для выполнения задания; профессиональный состав лиц, выполняющих данные операции; трудоемкость каждой операции; меры, обеспечивающие безопасное ведение работ. Инструкции-памятки разрабатываются двух видов: по ТО ГМиО и ТО рудничного силового оборудования. Они составляются для всех видов оборудования и содержат весь перечень работ и меры безопасности по их выполнению. Инструкции-памятки предназначены для лиц, выполняющих наряд, и выдаются механиками участков.

График ППР предназначен для планирования и учета выполненных работ по ТО и текущему ремонту в течение всего периода работы его по назначению. Различают графики месячные и годовые. Составляются они по утвержденной форме. В месячный график входят работы с еженедельными ТО, РО, Т1 и т.д., а в годовой – работы с ежемесячной периодичностью. В годовых графиках ППР указываются исполнители работ. Отметку о выполнении работ делает инженер по ППР.

Графики организации труда по ежесуточному ТО предназначены для рационализации выполнения работ и представлены в виде планограмм. Планограмма представляет собой ленточный график, последовательно выполняемых технологических операций, рационально совмещенных по времени.

Книга нарядов по организации работ ТО и текущих ремонтов ГМиО предназначена для организации, планирования. Учета и контроля за выполнением работ. Книга нарядов не используется для тех видов ГМиО, по которым выполнение работ по ТО и текущим ремонтам учитываются в

специальных документах. К такому оборудованию относятся вентиляторы главного проветривания, подъемные и компрессорные установки.

Ознакомление ответственных исполнителей с технологическими картами и выдача им под расписку инструкций - памяток производится один раз в год.

Фактический расход запасных частей проставляется на основе информации, содержащейся в нарядах – рапортах.

Наряд-путевка на производство работ горного мастера содержит перечень ежедневных работ по ТО ГМиО, который должен выполнять эксплуатационный и обслуживающий персонал. В наряд-путевке дублируется запись из книги нарядов участка. Он является первичным документом по ТО, ремонту и расходу запасных частей.

Наряд на безопасное ведение работ в подземных электроустановках выдается на работы по ТО и текущему ремонту, требующие вскрытия взрывонепроницаемых оболочек. Выдача наряда осуществляется в соответствии с Руководством по безопасному производству работ в подземных электроустановках по определенной форме. Наряд на безопасное производство работ в подземных электроустановках является в этом случае составной частью наряда-рапорта.

Инвентарная опись оборудования шахт и рудников отражает наличие, место установки и использование оборудования участка или предприятия в целом и предназначена для планирования, учета, и контроля за выполнением работ по ТО и ремонту. Инвентарная опись составляется по утвержденной форме и подшивается в книгу нарядов.

Порядок выдачи нарядов. Работы по ТО и текущему ремонту выполняются в рабочую и ремонтную смены. При этом в рабочую смену выполняются только ТО-1, а в ремонтную – ТО-2, ТО-3, ТО-4, Т1, Т2, НКР, НРД, т.е. техническое обслуживание и ремонт в рабочую и ремонтную смены имеют свои особенности.

Рабочая смена. Основным лицом, выполняющим работы по ежедневному ТО-1, является дежурный электрослесарь. Весь объем ежедневных работ, требующих остановки оборудования, выполняется им совместно с эксплуатационным персоналом в течение 30 минут в начале смены. Остальной объем работ – в течение смены.

Ремонтная смена. Основными документами на выполнение работ являются: наряд-здание, книга нарядов, наряд-рапорт.

Наряд-здание утверждается начальником смены, в него записываются дополнительные работы по данному типу оборудования, мероприятия по ТБ, фамилия ответственного за контроль метана.

Наряд-здание и наряд-рапорт подписываются лицами, выдающими и принимающими наряды.

По окончании смены старшие ремонтных звеньев сдают механику участка заполненные наряды-рапорты, делают отметку о дополнительных работах, не предусмотренных нарядом.

Лицо, принимающее наряд, представляет нормативную трудоемкость выполненных работ и их объем. Механик участка переносит данные из наряда-рапорта в наряд-задание. На полях записываются причины невыполнения планируемых работ. В соответствующей строке – количество исполнителей и продолжительность (фактическая) смены.

В настоящее время разделяют 3 основных уровня по ТО и ремонту:
специализированными бригадами внутри горного предприятия;
специализированными предприятиями внутри производственного объединения;
специализированными предприятиями «СпецГШО обслуживание» с заводов-изготовителей [3; 8].

7.4. Планирование ремонтов горных машин и оборудования

Для того чтобы ремонт выполнялся организованно и с хорошим качеством, необходимо его правильно планировать. Перспективные планы желательно составлять на возможно больший период времени. К перспективным относится годовое планирование, которое включает: графики ремонта, заявки на запасные узлы, детали, материалы, инструменты, штатное расписание. Исходной информацией являются инструкции по ТО и текущим ремонтам и паспорта по эксплуатации ГМиО.

Годовые графики разрабатываются инженером ППР и утверждаются главным инженером горного предприятия.

Текущее планирование осуществляется на месяц и обуславливается изменением количества и видов бурового, проходческого, выемочного и транспортного оборудования вследствие непрерывного подвигания горных выработок. Текущее планирование включает в себя разработку месячных графиков, которые составляются на основании годовых, в него могут быть включены работы, не попавшие в годовой. При составлении месячных графиков уточняются даты начала и окончания работ. Некоторые работы могут быть смещены, по отношению к годовому, из-за хорошего состояния машин. Месячный график может быть составлен за 10-15 дней до начала месяца.

Контроль фактического выполнения графика ППР включает в себя: ежедневный, ежесменный, месячный и квартальный.

Существует несколько способов разработки годового графика ППР. Исходными данными являются: плановые объемы работ оборудования на год; объем работ, выполненных машиной от последнего капитального ремонта или от начала ее работы; структура ремонтного цикла и межремонтные периоды.

Число ремонтов определяется 3 способами.

Аналитический способ – потребность в ремонте каждой машины определяется по формуле

$$N = \frac{A + A_n}{\Pi} - N_n, \quad (7.1)$$

где N – число рассчитываемых ремонтов; A – наработка машины на число планируемого года от последнего одноименного ремонта, маш.-ч; A_n – плановая наработка машины на расчетный год, маш.-ч; n – периодичность выполнения ремонта, по которому ведется расчет, маш.-ч; N_n – число всех видов ремонтов с большой периодичностью того вида, по которому ведется расчет.

Расчет ведется в следующем порядке: определяют требуемое количество капитальных ремонтов N_k , текущих N_{T1} , N_{T2} , N_{T3} и ремонтных осмотров N_{po} . При расчете числа капитальных ремонтов $N_n = 0$ число N будет всегда округляться до целого числа.

Способ номограмм. Номограммы строятся для определения РО и текущих ремонтов на планируемый год. На осях абсцисс и ординат откладывают структуру ремонтного цикла, затем одновременные мероприятия соединяют линиями. Далее на оси абсцисс откладывают отрезок, равный наработке машины после капитального ремонта (т. А), а на оси ординат – годовую наработку (т. В), восстанавливают перпендикуляры (т. С). Виды и количество ремонтов определяют числом линий, пересекающих перпендикуляр АС (рис. 7.3).

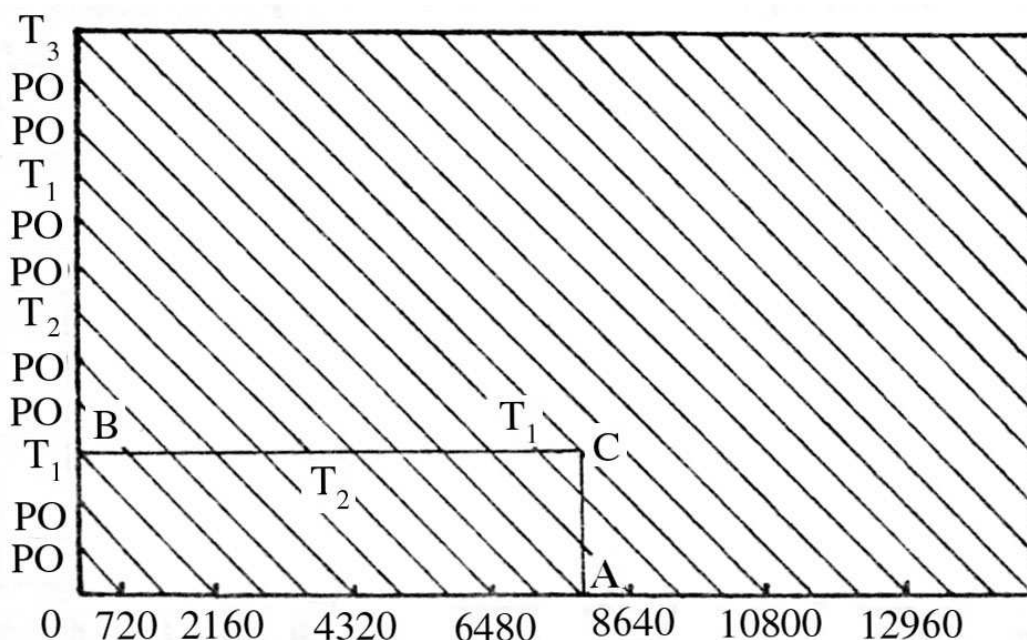


Рис. 7.3. Номограмма ремонтов

Графический способ дает возможность определить не только виды и количество ремонтов, но и их сроки.

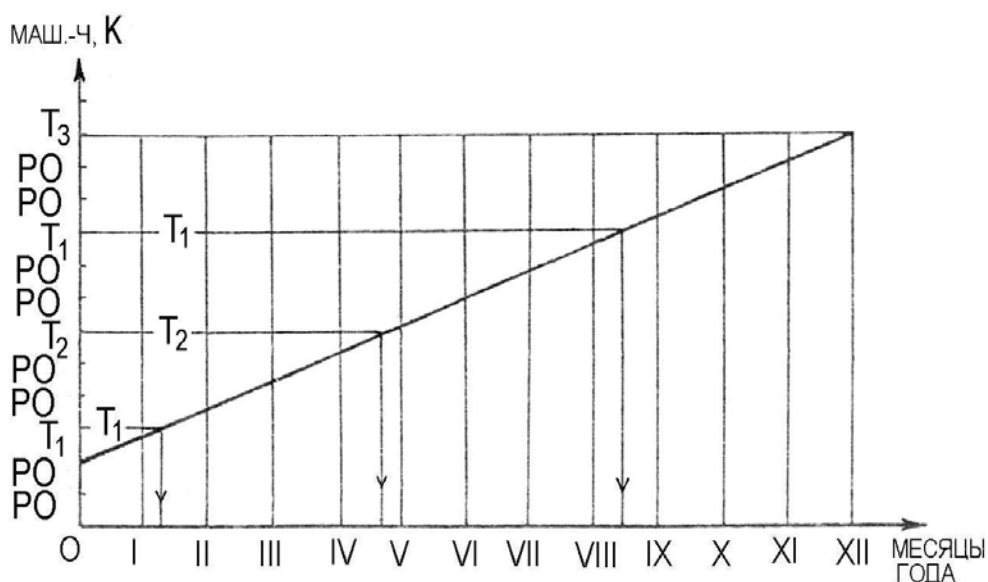


Рис. 7.4. График ремонтов ГМиО

На оси абсцисс откладывают календарное время (месяцы года). На оси ординат – структуру ремонта (маш.-ч.) (рис. 7.4). Далее до конца каждого месяца с нарастающим итогом откладывают наработку. Если машина новая, то первая точка совпадет с началом координат. Если машина имела наработку, то первая точка лежит на оси ординат. Соединив данные точки, получим линию, отражающую наработку машины за данный период. Вид и число ремонтов определяют пересечением интегральной линии с горизонтальными линиями соответствующих ремонтов и осмотров. Точки пересечения перпендикуляров показывают сроки проведения ремонтов.

7.5. Обеспечение горных машин и электрооборудования запасными деталями и узлами

Для проведения ремонтов необходим запас деталей и узлов для замены изношенных. Потребность горных предприятий в запасных частях обеспечивается изготовлением новых и восстановлением бывших в употреблении деталей и узлов. Закупкой запасных частей, снабжением запасными узлами и деталями занимаются службы материально-технического снабжения. Запасные части, полученные с машиной, хранятся в кладовой и расходуются в период гарантийного срока эксплуатации (например, одиночный комплект ЗИП), они входят в стоимость оборудования.

Запасные детали, используемые на текущие ремонты, составляют групповой комплект ЗИП, поступают на материальный склад за 10 дней до ремонта и оплачиваются из расходов на текущие ремонты.

Запасные детали и узлы для капитального ремонта являются ремонтным комплектом ЗИП. Поступают на ремонтные или эксплуатационные предприятия и оплачиваются из амортизационных расходов.

Расчет запасных частей производится по формуле

$$Z_{cp} = \frac{N \cdot R_r}{T_1}, \quad (7.2)$$

где N – однотипные элементы; R_r – период гарантированного ресурса.

Если наработка отдельных элементов будет больше или меньше T_1 , то потребность запасных частей будет изменяться.

Степень обеспечения оборудования запасными частями и деталями определяется коэффициентом запаса k_3 :

$$k_3 = \frac{N_3}{Z_{cp}}, \quad (7.3)$$

если $k_3 = 1$ потребность в запасных частях будет удовлетворяться на 50-70 %, для увеличения вероятности ликвидации отказов $k_3 > 1$. Поэтому число запасных частей должно рассчитываться из учета обеспечения нужд производства с вероятностью $P_\beta > 0,9$.

Для получения запасных частей на горном предприятии участковый механик выписывает стандартное требование, которое подписывает главный механик, главный инженер и главный экономист. Требование сопровождается пояснительной запиской. Ремонтная бригада получает запасные детали на складе [17; 30; 35; 36; 49; 51; 56].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение системы ППР.
2. Расскажите о послеосмотровом методе.
3. Расскажите о периодическом методе ремонтов.
4. Расскажите о стандартном методе ремонта.
5. Какие материалы используются для ремонта горного оборудования без разборки?
6. Расскажите о комбинированной системе ремонта ГМиО.
7. Расскажите о проведении технических обслуживаний для ГМиО.
8. Расскажите о проведении текущих ремонтов для ГМиО.
9. Какие виды ремонтов ТО используются для для сложных видов ГМиО?
10. Дайте определение структуры ремонтного цикла.
11. От каких условий зависит структура ремонтного цикла?
12. Расскажите схему функционирования нарядной системы.

13. Назовите основные технические документы для планирования, организации и контроля работ по ТО и текущему ремонту ГМиО.

14. Опишите технологическую карту проведения ТО и текущих ремонтов.

15. Расскажите порядок выдачи наряд-путевки и наряд-задания на выполнение ремонтных работ.

16. Кем разрабатываются и на сколько графики ППР?

17. Расскажите об аналитическом способе планирования ППР.

18. Расскажите о методе номограмм планирования ППР.

19. Расскажите о графическом методе планирования ППР.

20. Как производится расчет запасных частей для текущих ремонтов и технических обслуживаний?

21. Чем определяется степень обеспеченности оборудования запасными частями?

Глава 8. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ МАШИН К РЕМОНТУ

Под производственным процессом ремонта горных машин понимают комплекс работ, выполняемый в определенной последовательности на рабочих местах, в результате, которого изношенным машинам и агрегатам, сборочным единицам и деталям возвращается работоспособность и восстанавливается ресурс, утраченный в процессе эксплуатации.

Производственный процесс капитального ремонта машин состоит из подготовительных, основных и заключительных операций.

К подготовительным операциям относится перемещение машин на ремонтную площадку или ее доставка на ремонтное предприятие.

Основными операциями, выполняемыми при ремонте, являются: приемка машин в ремонт; их наружная очистка и мойка; разборка машин на агрегаты, сборочные единицы, детали; мойка деталей; контроль и дефектоскопия деталей; изготовление или ремонт (восстановление) деталей; ремонт металлоконструкций, гидравлического, электрического оборудования; комплектовка сборочных единиц и агрегатов; общая сборка; регулировка и наладка; испытание вхолостую и под нагрузкой; устранение недостатков, обнаруженных при испытании, и сдача машины на эксплуатацию.

Для ремонта машин каждого типа (выемочной, транспортной, подъемной и др.) разрабатывается типовой технологический процесс, позволяющий заранее провести необходимую конструкторскую, технологическую, материальную и организационную подготовку, обеспечивающую высокое качество в короткие сроки ремонта.

В конструкторскую подготовку машин к ремонту входит составление чертежей ремонтируемых деталей с указанием их ремонтных размеров, которые должны соответствовать техническим условиям на ремонт. Ремонтные размеры деталей, которые устанавливаются для ремонта сопряженных пар после их износа. В конструкторскую подготовку входит проектирование приспособлений для ремонта.

В зависимости от конструкции машин и программы ремонтного предприятия степень расчленения основных операций производственного процесса ГМиО может быть различной. С увеличением программы процесс ремонта делится на большое количество составных частей и выполняется на большом числе рабочих мест.

Основные операции ремонта, независимо от места их выполнения и продолжительности, сохраняют неизменными свое содержание, вместе с тем они могут выполняться параллельно, что сокращает срок и продолжительность времени их выполнения.

Заключительные операции ремонта включают: доставку машин в забой, их промышленное испытание и устранение дефектов ремонта, сдачу отремонтированных машин [5; 34; 35; 36; 57].

8.1. Организационно-технологические методы проведения ремонтов

На горных предприятиях получили распространение следующие организационно-технологические методы проведения ремонтов: *индивидуальный, сменно-узловой (агрегатный) и поточный*. Выбор метода ремонта зависит от количества ремонтируемых в течение года горных машин, их габаритов и массы, а также оснащенных ремонтных баз.

Индивидуальный метод ремонта применяют на горных предприятиях с небольшим количеством машин (рис. 8.1), но с большим разнообразием их типов, а также при отсутствии или при недостаточном количестве обменного фонда деталей и сборочных единиц. В процессе ремонта подлежащие восстановлению детали ремонтируют и вновь устанавливают на эту же машину. Таким образом, восстановление изношенных и изготовленных новых деталей производится во время ремонта, что увеличивает его время. Весь ремонт выполняет, как правило, одна бригада. На рис. 8.2. приведен пример схемы типового технологического процесса капитального ремонта экскаватора.

Сущность *сменно-узлового метода ремонта* заключается в том, что ремонтируемую машину разбирают на сборочные единицы и агрегаты, которые затем передают в специализированные бригады. Последние производят их ремонт и сдают на склад ремонтной базы. Бригада на сборке, не ожидая завершения ремонта сборочных единиц разобранной машины, производит ее монтаж из готовых отремонтированных сборочных единиц, агрегатов и новых, находящихся на складе. Весь процесс сводится к ремонту базовых деталей и сборке машин из сборочных единиц и агрегатов оборотного фонда. Разделение по времени и месту выполнения разборочно-сборочных работ, а также работ по ремонту и изготовлению деталей между специализированными бригадами позволяет повысить их качество, снизить стоимость и сократить сроки ремонта. Сменно-узловой метод возможен при полной взаимозаменяемости деталей и оборотного фонда. На рис. 8.3 представлена технологическая схема сменно-узлового ремонта.

При поточном методе ремонта весь технологический процесс расчленяют на ряд этапов, строго согласованных во времени. Объем работ на отдельных этапах, строго согласованных во времени, подбирают так, чтобы обеспечить максимальную производительность труда.

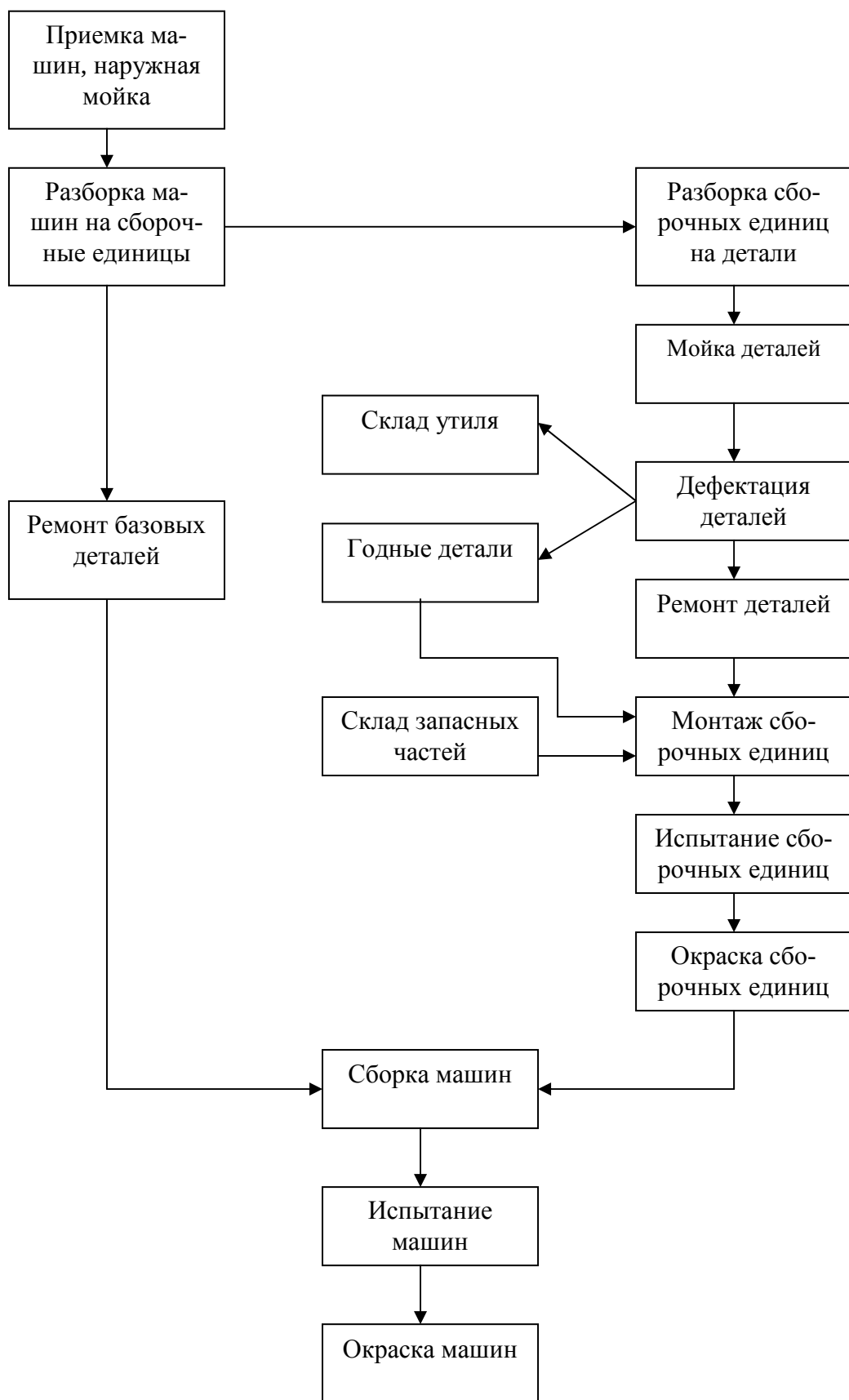
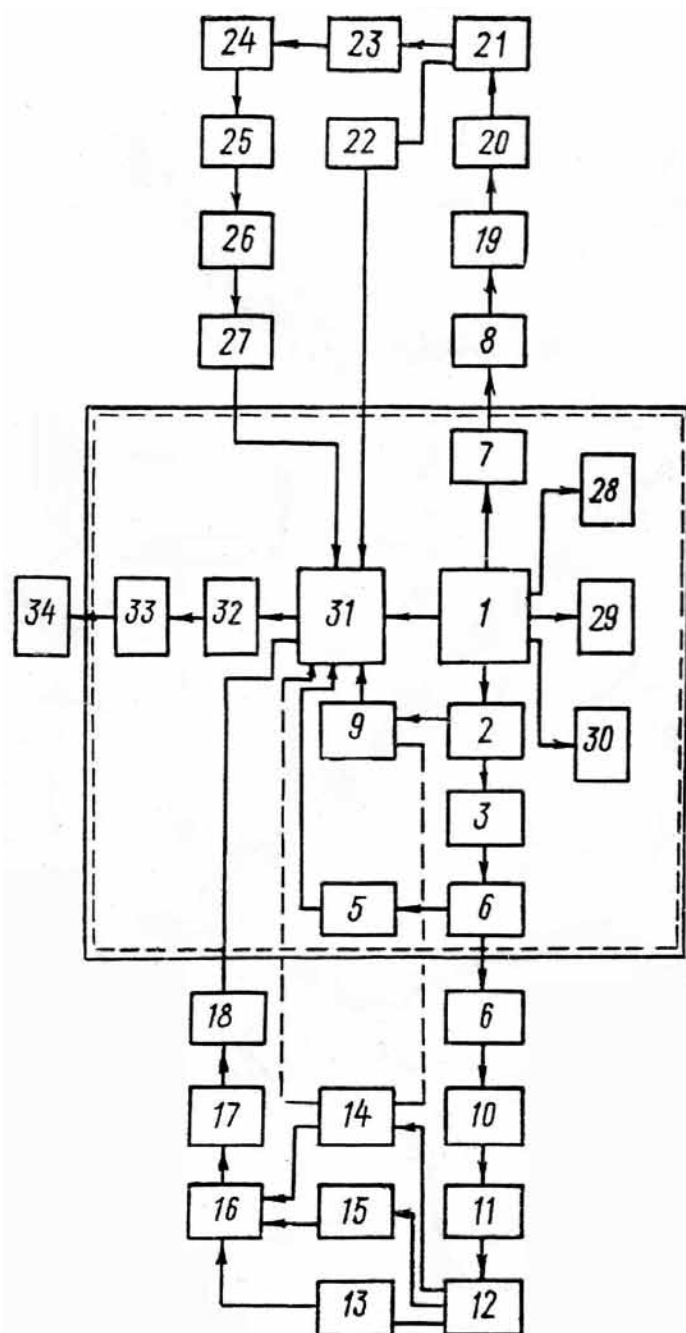


Рис. 8.1. Технологическая схема индивидуального метода ремонта

Рис. 8.2. Схема типового технологического процесса капитального ремонта экскаватора



1 – установка экскаватора на ремонтной площадке; 2 – демонтаж узлов и деталей; 3 – очистка и мойка узлов и базовых деталей; 4 – общая дефектация узлов; 5 – переходящий комплект узлов; 6 – транспортировка узлов и деталей, подлежащих ремонту, на ремонтное предприятие; 7 – демонтаж электрооборудования; 8 – транспортировка электрооборудования на ремонтное предприятие; 9 – ремонт металлоконструкций и базовых деталей; 10 – разборка узлов на ремонтном предприятии; 11 – мойка деталей; 12 – дефектация деталей; 13 – переходящий комплект деталей; 14 – ремонт деталей; 15 – замена деталей; 16 – сборка узлов; 17 – регулировка и испытание узлов; 18 – транспортировка узлов на ремонтную площадку; 19 – обдувка и очистка узлов и деталей электрооборудования; 20 – разборка и промывка узлов и деталей электрооборудования; 21 – дефектация; 22 – переходящий комплект узлов и деталей; 23 – ремонт электрооборудования; 24 – комплектование частей и деталей; 25 – сборка узлов электрооборудования; 26 – стендовые испытания электрооборудования; 27 – транспортировка электрооборудования на ремонтную площадку; 28 – ревизия и ремонт электропроводки; 29 – ремонт трубопроводов; 30 – ремонт системы смазки; 31 – общая сборка экскаватора на ремонтной площадке; 32 – наладка экскаватора; 33 – окраска экскаватора; 34 – испытания экскаватора

Этот метод целесообразно применять на ремонтных предприятиях, где ежегодно ремонтируют большое число однотипных машин. Ремонт машин при поточном методе выполняют специализированные бригады.

8.2. Сдача машин в ремонт и разборка машин

Основанием для сдачи машин в ремонт являются соглашения и хозяйственные договоры между заказчиком и исполнителем, а основанием для заключения договора служит график ППР. В договоре должно быть указано: наименование исполнителя и заказчика, наименование и число оборудования, его комплектность, объем, характер ремонтов, сроки сдачи в ремонт и выдачи из ремонта, способы их доставки, стоимость работ и порядок расчетов, срок действия договора, ответственность сторон и реквизиты.

В ремонт поступают машины, отработавшие полный межремонтный срок и по своему состоянию требующие капитального ремонта.

При сдаче машин в ремонт руководствуются техническими условиями на приемку машин и сборочных единиц в ремонт. Согласно этим условиям, отправляемые в капитальный ремонт машины должны иметь следующие документы:

- технический паспорт;

- наряд на ремонт;

- акт технического состояния;

- шнуровую книгу на ресиверы и компрессоры;

- сопроводительный лист и опись снятых с машин мелких деталей, а также аварийный акт, если оборудование направляется в ремонт после аварии.

Приемка каждой машины в ремонт оформляется приемосдаточным актом, подписываемым представителями организации, эксплуатирующей машину и принимающей ее в ремонт, после внешнего осмотра, прослушивания отдельных агрегатов и механизмов и опробования в работе; наружным осмотром определяют комплектность, механические повреждения, состояние окраски, креплений и т.д. В ремонт горные машины и оборудование должно поступать комплектным.

Наружную мойку машин производят струей воды из моечных установок.

Технологический процесс разборки – часть производственного процесса ремонта, связанного с последовательным разделением оборудования на сборочные единицы и детали. К *основным работам* относятся те, которые связаны с конструктивными изменениями машин, сборочных единиц (снятие крышек подшипников, отвертывание болтов и др.), а к *вспомогательным работам* – перемещение сборочных единиц, деталей и др. Объем разборочных работ определяется типом ГМиО и видом ремонта.

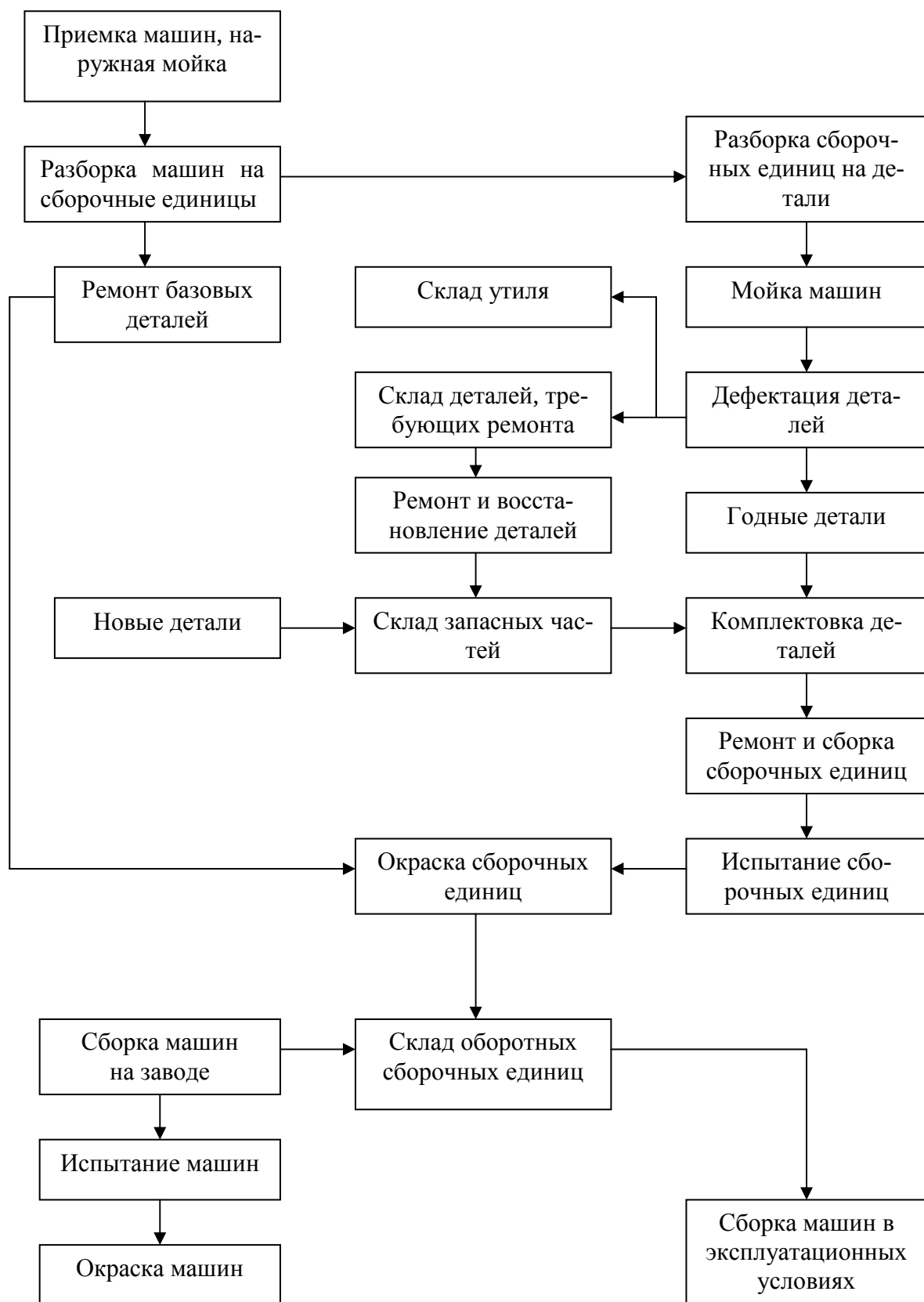


Рис. 8.3. Технологическая схема сменно-узлового метода ремонта

Разборку оборудования осуществляют в ремонтном цехе или на сборочно-разборочной площадке около цеха. Для разборки используют цеховые козловые краны. На предцеховых площадках разборку ГМиО производят с помощью козловых или автомобильных кранов [45].

В технологических картах на разборку машин указывают порядок выполнения операций, приспособления, Инструменты, нормы времени и технологические условия на разборку. Разборку оборудования ведут последовательным или комбинированным методами. В первом случае сначала разбирают одну сборочную единицу, затем другую и т.д. Время, используемое на разборку машины, – это сумма технологического времени по операциям:

$$T = \sum_{1}^i t_i . \quad (8.1)$$

При комбинированном методе ведут параллельные разборки нескольких сборочных единиц ГМиО:

$$T = K \cdot \sum_{1}^i t_i , \quad (8.2)$$

где K – коэффициент, учитывающий одновременность выполнения операций по разборке, $K = 1$.

Прежде чем приступить к разборке машины, производится ее предварительный осмотр, во время которого ориентировочно устанавливается техническое состояние машины, оформляемое приемо-сдаточным актом.

Разборка машины производится на соответствующей площадке, оборудованной подъемно-транспортными средствами, стеллажами, инструментами и приспособлениями.

Технологический процесс разборки какой-либо машины представляет собой часть производственного процесса, непосредственно связанного с последовательным разделением машины на узлы и детали.

Заедания, возникающие вследствие коррозии деталей, затрудняют разборку машины. Для облегчения отвинчивания болтов, гаек, винтов и снятия шпилек, их смачивают керосином.

Иногда для откручивания гайки нагревают, но не выше 300°C , иначе появится окалина, способствующая заеданию, нагревать гайку необходимо быстро, чтобы не успел нагреться болт. Для вывинчивания сломанных болтов и шпилек применяют различные способы, в том числе высверливание. Для снятия шкивов, шестерен, муфт, шайб и других деталей поверхности соприкосновения смачивают керосином, а также используют пресс, нагревание и удары. Относительно небольшие валики с шестернями разъединяют ударами валика по деревянной тумбе.

8.3. Мойка деталей

После разборки машин детали очищают, промывают и обезжиривают. Качество очистки деталей влияет на их восстановление и дефектоскопию. Выбор способа очистки зависит от конфигурации и размеров детали, вида ее загрязнения.

Детали могут быть загрязнены маслами и смазками, углеродистыми отложениями (нагар, лаковые отложения и осадки), продуктами коррозии и накипи, пыле- и маслогрязевыми отложениями.

В качестве промывочных жидкостей применяют керосин, бензин, дизельное топливо или щелочные растворы, которые хорошо смывают масло и грязь, но не оказывают сильного коррозионного действия на металл деталей.

Детали можно промыть различными способами. Самый простой – ручная мойка керосином (бензином, соляром) в открытых ваннах или при помощи волосяных щеток и ветоши. Детали укладываются на деревянную или металлическую решетку, находящуюся на некоторой высоте от дна ванны. В моечном помещении обычно устанавливают две ванны: одна для предварительной промывки, другая – для чистой. Отработанный керосин сливается и заменяется свежим.

Недостатки такой мойки – большой расход моющей жидкости; малая производительность процесса; огнеопасность; воздействие на кожу мойщика и отравляющее воздействие паров керосина (бензина, соляра) на дыхательные органы работающего персонала даже при наличии хорошей вентиляции.

Поэтому более удобным и дешевым является способ мойки в специальных выварочных ваннах раствором щелочей (3-4 % раствором каустической соды) при температуре $t = +80-90^{\circ}\text{C}$. Понижение концентрации и температуры раствора снижает качество очистки деталей. Высокая концентрация вызывает коррозию. Очистку поверхностей деталей от пыли не жирового происхождения производят струей воды $t = +70-80^{\circ}\text{C}$.

Для очистки деталей от сложных загрязнений применяют синтетические моющие средства МЛ-51, МЛ-52, МС-5, МС-8 содержащие в своем составе кальцинированную соду, триполифосфат натрия, метилсиликат натрия, жидкое стекло, смачиватель ДБ и др. Эти растворы малотоксичны и позволяют организовать работу моечных установок по замкнутому циклу с многократным использованием моющих растворов.

Мойку деталей производят ручным или механизированным способами. Лучшее качество обеспечивается при промывке в специальных выварочных ваннах. Процесс очистки длится 6-20 часов.

Мелкие детали опускают в щелочной раствор в проволочных корзинах.

После мойки деталей щелочным раствором детали промывают горячей водой для удаления остатков щелочи и тщательно просушивают сжатым воздухом.

Для мойки деталей механизированным способом применяют моечные машины камерного типа, циклического действия одно-, двух-, и трехкамерные и конвейерного типа – непрерывного действия. В них на грязевый слой кроме физико-химического действия моющей жидкости оказывает влияние удар струи. На рис. 8.4. представлена однокамерная моечная машина.

Процесс очистки в машине протекает последовательно: сначала детали обмывают горячим содовым раствором ($t = +75-90^{\circ}\text{C}$), а затем горячей водой ($t = +80-90^{\circ}\text{C}$) под давлением 0,2 МПа. Время мойки зависит от конфигурации и размеров детали, но не превышает 6 минут.

Двух- и трехкамерные машины отличаются от однокамерных тем (рис. 8.5), что детали обмывают моющим раствором последовательно в двух (трех) камерах. Для этого детали устанавливают на конвейер со скоростью движения полотна 0,1- 0,2 м/мин, температура моющих растворов $t = +80-90^{\circ}\text{C}$.

Вибрационная мойка ведется в закрытых машинах различными органическими растворителями и эмульсиями. При этом механическое воздействие на очищаемые поверхности деталей усилено вибрацией. Появляющиеся при этом турбулентные потоки жидкостей способствуют повышению качества очистки.

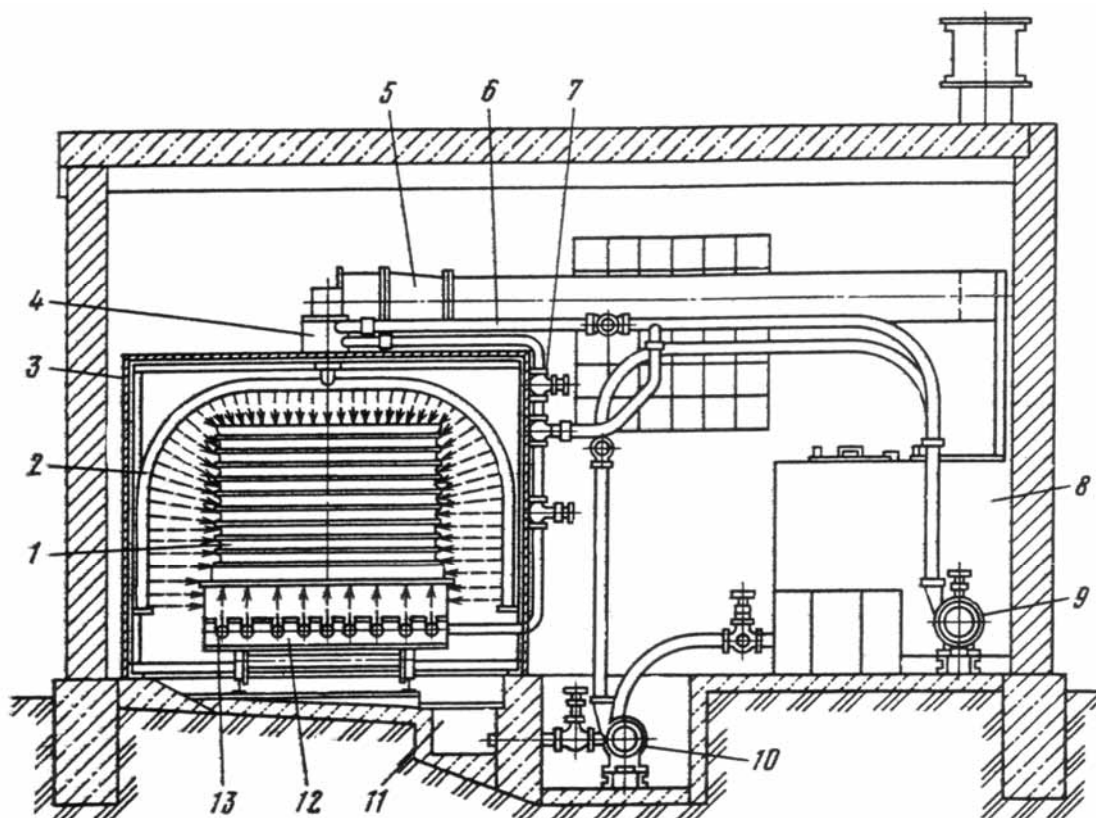


Рис. 8.4. Однокамерная моечная машина:

- 1 – детали; 2 – трубы душирующего устройства; 3 – камера; 4 – приводная головка;
5 – вентиляционные трубы; 6, 7 – трубопроводы; 8 – емкость для подогрева раствора;
9, 10 – насосы; 11 – прямик; 12 – тележка; 13 – трубы нижнего душа

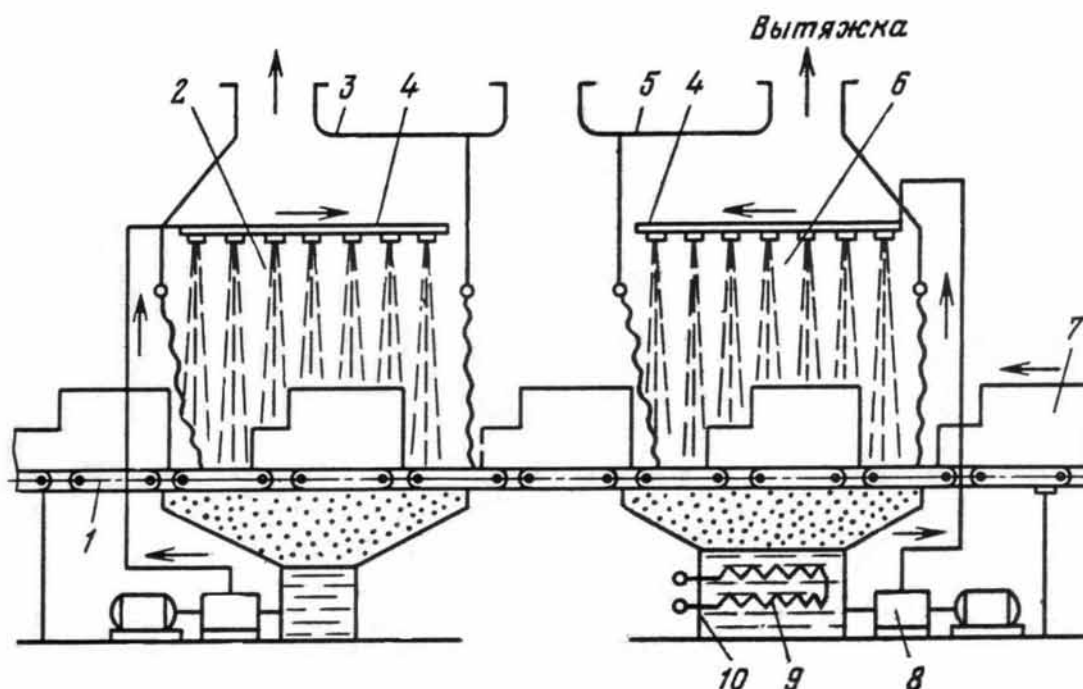


Рис. 8.5. Двухкамерная моечная машина:

1 – цепной конвейер; 2, 6 – первая и вторая камера; 3, 5 – вентиляционные устройства; 4 – крышка; 7 – поддоны с деталями; 8 – насосы; 9 – змеевик для подогрева раствора; 10 – бак

Для мойки подшипников применяют керосин в смеси с маслом. Удаление нагара и накипи производится в солевых растворах следующего состава: едкий натр 60-65 %, азотнокислый натрий 30-35 %, хлористый натрий 5 %.

Виброабразивная очистка деталей заключается в том, что контейнер с мелкими деталями помещают в моющую жидкость с мелкозернистым составом и с помощью вибратора посылают жидкости колебательные движения амплитудой 2 мм и частотой 25 ГЦ. При этом зерна абразива разрушают твердые загрязнения на деталях.

Пневматический способ очистки деталей применяют для удаления ржавчины, нагара, старой краски и т.п. При этом поверхность детали обрабатывают металлическим песком под действием сжатого воздуха.

Для очистки и мойки деталей гидро- и пневмоаппаратуры, подшипников качения используют моечные установки с ультразвуковой очисткой. В качестве ультразвукового элемента применяют магнитострикционные преобразователи, соединенные с генераторами высокочастотных колебаний (частотой 19-20 МГц). Под действием колебаний в жидкости образуются области сжатия или разрежения, а при определенной интенсивности – кавитационные явления, связанные с образованием и захлопыванием воздушных пузырьков. Происходящие при этом микрогидравлические удары разрушают трудно отделяемые масляные загрязнения, превращая их в эмульсию, которая легко удаляется с поверх-

ности. Промышленность выпускает несколько типов установок для ультразвуковой очистки деталей: УЗВ-16, УЗВ-17, УЗВ-18 и др. В них используются подогретые до $t = + 60^{\circ} \text{C}$ щелочные растворы. Продолжительность очистки деталей 0,5-4 минуты. После очистки детали промывают в горячей и холодной воде и покрывают смазкой [4; 17; 44; 45; 51; 52; 53].

8.4. Методы измерения, контроль и дефектоскопия деталей

Контроль за всеми деталями машин производят для установления степени износа деталей и возможности их дальнейшего использования при ремонте. Для правильной оценки состояния деталей и предотвращения возможных ошибок по каждому типу машин должны быть составлены технические условия на контроль и диагностику деталей, способы измерения допустимых износов и установление дефектов и предельных размеров деталей для выбраковки.

Дефектоскопию деталей выполняют для определения их технического состояния возможностей дальнейшего использования [12].

В процессе дефектоскопии все детали делятся на три группы:

- годные детали, размеры которых соответствуют допускаемым величинам, их отправляют на сборку или склад готовых деталей;
- детали, имеющие износ и повреждения, которые могут быть восстановлены, их отправляют на ремонт;
- детали забракованные, восстановить их невозможно и нецелесообразно.

Все детали маркируют: годные – белой краской; подлежащие ремонту – зеленой; негодные – красной. Контроль деталей производят работники ОТК или дефектоскописты.

Контроль деталей производят: наружным осмотром, простукиванием, прослушиванием, при помощи соответствующих инструментов и приспособлений, приборов и специальной аппаратуры.

Контроль деталей осуществляют в следующей последовательности. Сначала контролируют поверхности, если детали имеют большой износ, дальше их не проверяют. При малом износе (допустимом) проверяют скрытые дефекты различными методами дефектоскопии [14].

Непригодность деталей характеризуется следующими признаками:

корпусные детали из стального литья бракуются при обнаружении сквозных трещин, изгибов, изломов, нарушающих прочность;

оси и валы при наличии трещин, изломов, остаточных деформаций от изгиба и скручивания;

зубчатые колеса и шестерни не подлежат восстановлению, если есть поломанные зубья, трещины, питтинги на большой величине зубьев, отслоения на рабочей поверхности цементированных зубьев;

пружины, пружинные кольца, стопорные шайбы бракуются при поломке, наличии трещин и потере упругости более 10 % номинальной;

болты и гайки бракуются при износе резьбы более чем двух ниток на рабочей части;

уплотнения бракуются в случае механических повреждений (вмятины, риски, трещины), ослабления поджимающих уплотнений;

шариковые и роликовые подшипники – при наличии трещин на кольцах, бороздчатых выработок, чешуйчатости и отслаиваний на поверхности беговых дорожек, колец, шариков и роликов, повреждения буртика внутреннего кольца, отсутствии части шариков или роликов, появления на поверхности металла цветов побежалости, наличия радиального зазора, превышающего допустимую величину;

золотники, гильзы, клапаны, седла, плунжеры насосов – при отсутствии задиров, забоин, рисок, деформаций, коррозии.

Проверку геометрических размеров и отклонений от геометрической формы можно проводить масштабными линейками, штангенциркулями, микрометрами, угломерами и др. инструментами.

Для правильной оценки пригодности детали к ее повторному использованию недостаточно только сохранение ее геометрических размеров, необходимо определить скрытые дефекты- раковины. Трещины, включения и т.д. Для выявления скрытых дефектов применяют средства технической диагностики.

Техническая диагностика – отрасль знаний, исследующая техническое состояние объекта диагностирования и проявления технических состояний, разрабатывающая методы их определения, а также принципы построения и организацию использования систем диагностирования. Объектами диагностирования являются изделия и их составные части [14].

Техническое диагностирование – процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью.

В процессе эксплуатации непосредственное измерение структурных параметров (зазоров, износов) без их разборки затруднительно, поэтому часто пользуются косвенными методами, связанными с техническим состоянием объекта. В качестве диагностических параметров могут быть использованы параметры рабочих процессов (мощность, тормозной путь, и др.), сопутствующих процессов (шум, вибрация, изменение температуры и др.), а также геометрические величины биения, люфты, зазоры и др.).

Для определения технического состояния ГМиО могут быть использованы следующие методы: электрический, магнитный, магнитографический, индукционный, люминесцентный, цветной, акустический, виброакустический, рентгеновский, ультразвуковой и др.

Электрический метод используют для непосредственного замера токов, напряжений, мощности, сопротивлений и др. электрических параметров. С его помощью определяют режим работы электрических схем, угловые и линейные зазоры, крутящие моменты, температуру и давление. Измерение производят стрелочными амперметрами, вольтметрами, изме-

рительными мостами, датчиками измерений, перемещений, крутящих моментов и давлений, а также термопарами и тахогенераторами.

Магнитный метод диагностирования предназначен для контроля деталей, изготовленных только из ферромагнитных материалов (сталь, чугун). Сущность его заключается в том, что при пропускании магнитного потока магнитная проницаемость будет не одинаковой и произойдет изменение величины и направления магнитного потока.

Контролируемую деталь, после ее очистки от гари, масла, коррозии и шлифовки царапин, намагничивают или в присутствии намагничивающего поля покрывают слоем ферромагнитного порошка, измельченного до размеров зерна 1-10 мкм, в виде суспензии с маслом или керосином (1:30, 1:50). Под действием магнитного поля частицы порошка располагаются по направлению силовых линий, образуя узоры, расположение которых показывает места скрытых дефектов.

В зависимости от предполагаемой ориентации дефектов применяют циркулярное, полюсное или комбинированное намагничивание.

Циркулярное намагничивание обеспечивает выявление дефектов, расположенных под любым углом к оси детали, а *полюсное* – только поперечных дефектов. *Комбинированное* – сочетает оба предыдущих способа.

При комбинированном способе (рис. 8.6) деталь замыкает магнитную цепь ярма электромагнита. К намагничивающей обмотке подводится постоянный ток. Продольное намагничивание детали создается за счет магнитного потока, направленного вдоль детали. Кроме того, по двум изолированным друг от друга частям ярма к детали подводят постоянный или переменный электрический ток. Он создает круговой поток, направление силовых линий которого перпендикулярно к направлению основного потока и намагничивает деталь в разных направлениях, определяя продольные и поперечные дефекты.

Ток для намагничивания получают от сварочных трансформаторов или аккумуляторов. Намагничивают детали последовательно 2-3 раза с продолжительностью 1,5-2 секунды.

При контроле деталей с отверстием (втулки, подшипники качения и др.) ток пропускается через медный стержень, вставляемый в отверстие детали. После контроля детали промывают в чистом трансформаторном масле и размагничивают, применяя разные способы. Деталь считается размагниченной, если к ней металлический порошок не пристает [20].

Магнитный способ дефектоскопии широко распространен благодаря своей простоте и надежности результатов.

Его недостатки: большой расход порошка при работе и необходимость размагничивания детали.

Для магнитной дефектоскопии промышленность выпускает ряд приборов, которыми оснащают ремонтные предприятия. К ним относятся переносные дефектоскопы ПДМ-3М, УМДЭ-2500, МЭД-2 и другие.

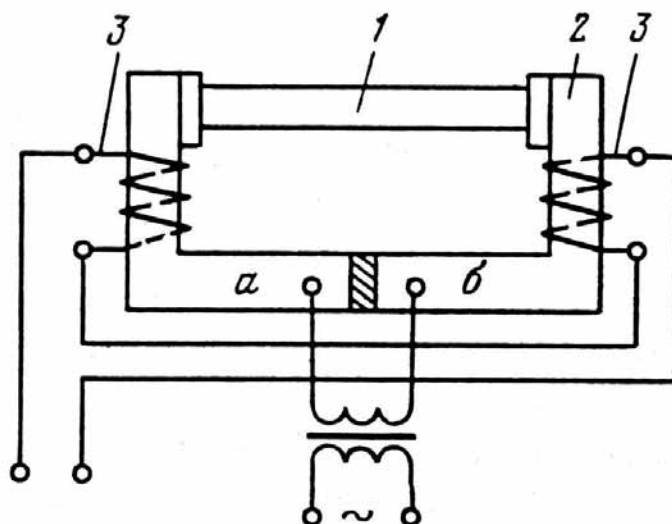


Рис.8.6. Схема намагничивания изделия комбинированным способом:
1 – деталь; 2 – ярмо; 3 – обмотка

Магнитографический метод первичной информации основан на регистрации магнитных полей, рассеяния с использованием в качестве индикатора ферромагнитной пленки, плотно прижатой к контролируемому месту. После записи на магнитную пленку устройствами типов ПНУ, ДМ, НК запись считывают магнитографическими дефектоскопами МД-8 и др.

Индукционный метод индикации первичной информации основан на регистрации магнитных полей рассеяния различных по величине или фазе индуцируемой ЭДС. Индикатор дефектов (рис. 8.7) состоит из гальванометра (1) с присоединенными к нему катушками (2) и (3), имеющими противоположно намотанные витки. При медленном перемещении прибора над намагниченной деталью (4) в результате пересечения катушками силовых линий, отклоняющихся вследствие скрытого дефекта (5), в катушках наводится ЭДС.

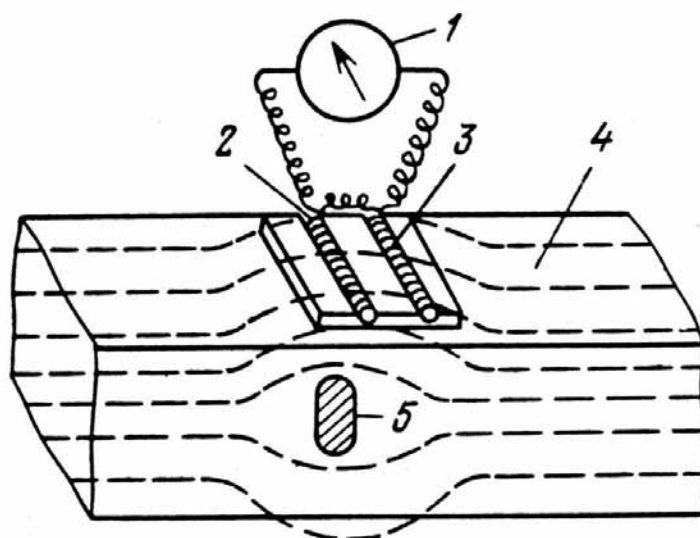


Рис. 8.7. Схема индукционного искателя дефекта:
1 – гальванометр; 2, 3 – катушки; 4 – деталь; 5 – дефект

Электромагнитные методы применяются для массового контроля однотипных деталей, так как не определяют характера возможного скрытого дефекта в детали. Для случаев, когда необходимо установить форму, применяют электромагнитный метод в комбинации с другими методами.

Люминесцентная дефектоскопия позволяет выявлять поверхностные дефекты деталей изготовленных из магнитных и немагнитных материалов.

Процесс люминесцентной дефектоскопии заключается в следующем: очищенную и обезжиренную деталь, подлежащую контролю, погружают на 10-15 минут в ванну с флюоресцирующей жидкостью. В качестве флюоресцирующей жидкости применяют смесь: 0,25 л трансформаторного или вазелинового масла, 0,5 л керосина, 0,25 л бензина и 0,25 л красителя дефектоля зелено-золотистого цвета.

Флюоресцирующая жидкость, обладающая хорошей смачиваемостью, проникает в трещины, раковины или поры и там задерживается. После удаления остатков жидкости с поверхности детали и просушивания на нее наносят мелкий сухой порошок силикогеля и выдерживают в течение 5-30 минут. Микропористый порошок силикогеля оседает в трещинах и вытягивает из них флюоресцирующую жидкость. При облучении ультрафиолетовым светом порошок начинает светиться ярким зелено-желтоватым светом, показывая места расположения трещин.

Для люминесцентной дефектоскопии нашли применение дефектоскопы ЛД-2, ЛД-3, а также стационарный дефектоскоп ЛДА-3 (рис. 8.8). Люминесцентные дефектоскопы отличаются высокой производительностью и простотой изготовления. Ими можно выявить трещины толщиной менее 5 мкм, расположенные в любых направлениях.

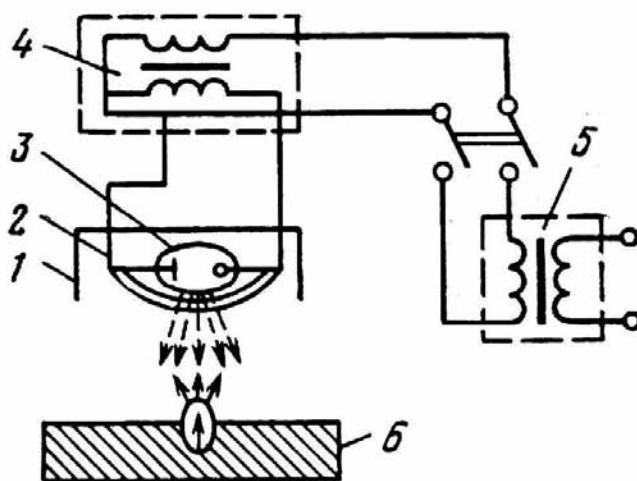


Рис. 8.8. Схема люминесцентного дефектоскопа:
1 – рефлектор; 2 – светофильтр; 3 – ртутно-кварцевая лампа; 4 – высоковольтный трансформатор; 5 – силовой трансформатор; 6 – деталь

Цветной метод – наиболее простой и доступный для ремонтных предприятий различной мощности. На контролируемую обезжиренную поверхность наносят состав керосина, трансформаторного масла, скипидара и красителя. Этот раствор хорошо проникает во все трещины, имеющие выход на поверхность. Спустя 5-10 минут раствор смывают и наносят белую глину, которая впитывает раствор и показывает рисунок трещин. Цветной метод применяют для выявления трещин не менее 20-30 мкм в деталях из магнитного и немагнитного материала.

Акустический метод диагностики основан на измерении уровней шума и вибрации, создаваемых машиной. Для оценки уровня шума применяют шумометры, стетоскопы, вибраторы, спектрометры звуковых частот и др.

Ультразвуковой метод дефектоскопии основан на том, что ультразвуковые колебания распространяются в металле в виде направленных пучков и отражаются от дефектного участка детали (трещины, непровары, раковины и т.п.), нарушающего сплошность детали. Это происходит в результате резкого изменения плотности среды и акустического сопротивления. Этот метод используется для обнаружения дефектов в магнитных и немагнитных материалах на глубине от нескольких миллиметров до 10 метров.

Ультразвуковая дефектоскопия может осуществляться несколькими методами.

Теневой метод основан на регистрации волн, прошедших сквозь контролируемый объект. В дефектоскопе, работающем на этом принципе, дефект определяется вводом импульса в деталь, установленную между излучателем и приемником (рис. 8.9). При включении ультразвукового генератора (1) на излучающую пьезоэлектрическую пластину (2) подается переменная разность потенциалов, и пластинка начинает колебаться. Колебания в виде ультразвуковых волн передается в деталь (3). При обнаружении дефекта ультразвуковые волны, посланные излучателем, отразятся от дефектов и не попадут на приемную пьезоэлектрическую пластинку (4). В результате этого за дефектом образуется звуковая тень, на приемной пластинке не возникнет пьезоэлектрических зарядов и на приборе (5) не будет показаний. Это указывает на наличие дефекта.

Недостаток этого метода – необходимость доступа к детали с двух сторон.

Эхо-метод основан на регистрации волн, отраженных от дефекта или поверхности раздела двух сред. В импульсном дефектоскопе (рис. 8.10), работающем на этом принципе, импульсный генератор (1) возбуждает пьезоэлектрический излучатель (2). От него в деталь (3) поступают ультразвуковые колебания в виде коротких импульсов. При достижении противоположной стороны детали или встретив на пути дефект (8), импульсы отражаются от них и возвращаются к приемному щупу (4), где вызывают механические колебания. Электрические сигналы появляющиеся в пьезоэлектрическом щупе, усиливаются усилителем (5). Одновременно с

генератором (1) включается генератор развертки (7) на экране трубки (6) и появляется начальный импульс в виде вертикального пика и при наличии в детали дефекта отражается от него. Импульс данного сигнала появляется в виде развертки луча на расстоянии L_2 от первого импульса. Расстояние L_1 соответствует глубине залегания дефекта, а L_2 – толщине детали. В отличие от теневого импульсный метод позволяет обнаружить дефекты только с одной стороны детали.

Промышленность выпускает ультразвуковые дефектоскопы: УДМ-1М, УДМ-3 и др. Наибольшее распространение получил дефектоскоп УЗД-7Н, позволяющий контролировать детали толщиной от 10 мм до 3 м обоими способами.

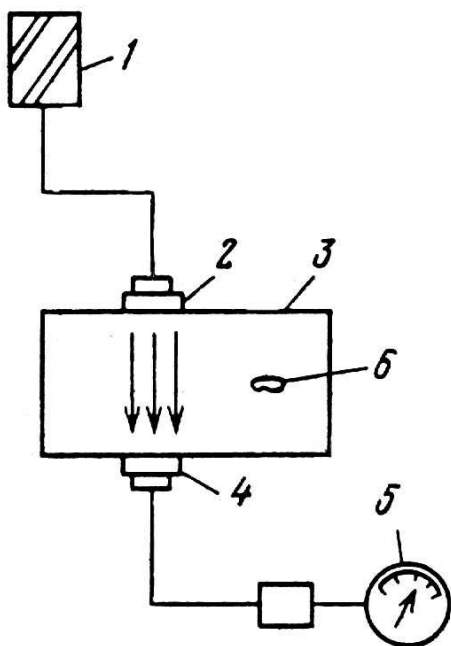


Рис. 8.9. Схема обнаружения дефекта в детали тенью ультразвуковым методом: 1 – ультразвуковой генератор; 2, 4 – пьезоэлектрическая пластина; 3 – деталь; 5 – прибор; 6 – дефект

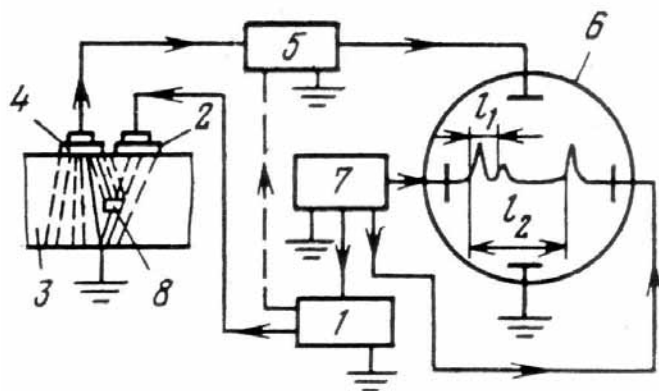


Рис. 8.10. Схема импульсного дефектоскопа: 1 – импульсный генератор; 2 – пьезоэлектрический генератор; 3 – деталь; 4 – приемный шуп; 5 – усилитель; 6 – экран трубки; 7 – генератор разводки; 8 – дефект

Рентгеновский метод дефектоскопии заключается в просвечивании на пленку или экран контролируемого места рентгеновскими лучами. Метод основан на том, что различные среды поглощают рентгеновские лучи по-разному и поэтому на экране или пленке различная разность свечения. Экран прибора освещен ярче при пересечении лучами пустот, чем сплошность тела. Толщина просвечиваемого тела зависит от величины напряжения. Просвечивание рентгеновскими лучами применяется для контроля качества сварных швов и литья из легких сплавов. В настоящее время выпускаются переносные рентгеновские установки РУП-120-5-1, РУП-200-5-1, РУП-150-10-1, РУП-20-20-5-, РУП-400-5-1- и др.

Скрытые дефекты в деталях обнаруживают также просвечиванием гамма-лучами. Известны два метода гамма-дефектоскопии: фотографический и ионизационный. Первый отличается наглядностью и объективностью результатов, второй имеет преимущества в скорости контроля.

Для гамма-дефектоскопии используются радиоактивные изотопы кобальта-60, тантала-182, цезия-137 и др. Наибольшей проникающей способностью обладают лучи кобальта-60.

Гамма-дефектоскоп (рис.8. 11) состоит из свинцового контейнера (1) с препаратом, помещенным в закрытый корпус (2), залитый свинцом (3). Управление перемещением препарата дистанционное – рукояткой (6) через канат (4), помещенный в металлическую трубку (5).

Горные машины и оборудование можно диагностировать на передвижных установках и на стационарных постах. Так, для крупногабаритного оборудования, а также стационарных машин целесообразно использовать передвижные или переносные диагностические приборы. Для контроля ответственных сборочных единиц с небольшим сроком службы желательна установка постоянных диагностических приборов.

Проверку состояния элементов металлоконструкций и сварочных швов выполняют с помощью ультразвуковых дефектоскопов УЗД-7Н, ДУК-13 и др.

Состояние тросов резинотросовых лент контролируют с помощью прибора УКДТ-1. Он позволяет определить место, степень и характер повреждения тросовой основы ленты по всей ее длине.

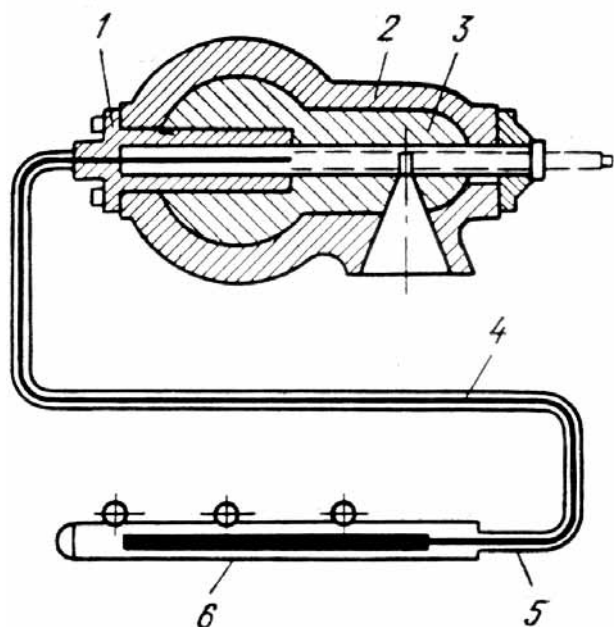


Рис. 8.11. Схема гамма-дефектоскопа:
1 – свинцовый контейнер; 2- корпус; 3 – свинец; 4 – канат; 5 – трубка; 6 – рукоятка электронные.

Принцип действия прибора заключается в непрерывной магнитной дефектоскопии тросов ленты по всему сечению.

Для контроля стальных канатов в диапазоне 12,5- 47,5 мм используют дефектоскоп стальных канатов МД-8. Он предназначен для автоматического счета числа оборванных внутренних и наружных проволок по всей длине каната. Принцип действия прибора основан на использовании полей рассеивания, возникающих у оборванных проволок при продольном намагничивании каната.

По конструкции дефектоскопические приборы делятся на механические, электрические,

Средства диагностирования включают в себя: устройства, задающие тестовый режим; датчики; усилители т д. [14; 24; 31; 33; 55].

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение ремонту ГМиО.
2. Из каких операций состоит капитальный ремонт ГМиО?
3. Какие методы проведения капитального ремонта вы знаете?
4. Какие параметры влияют на выбор капитального метода ремонта?
5. Объясните сущность индивидуального метода ремонта.
6. Что является основанием для капитального ремонта?
7. Каков процесс разборки горных машин при капитальном ремонте?
8. Расскажите о мойке деталей при ремонте горных машин.
9. Назовите жидкости, используемые при мойке горных машин.
10. Дайте определение технической диагностики.
11. Для каких целей детали в процессе дефектоскопии маркируют?
12. Какими способами производят контроль деталей?
13. Какими признаками характеризуется непригодность деталей?
14. Назовите методы технического диагностирования деталей без разборки машины.
15. Назовите способы технического диагностирования деталей при разборке машины.

Глава 9. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН

При ремонте ГМиО используются три группы деталей: новые, отремонтированные и годные без ремонта. Новые детали поставляются заводами-изготовителями или изготавливаются самими ремонтными предприятиями. Годные детали составляют основную группу деталей при ремонте. Процентное соотношение заменяемых и ремонтируемых деталей для одной и той же машины определяется техническими возможностями ремонтных предприятий. В общем случае при решении вопроса о замене или восстановлении деталей, кроме технических возможностей учитывается и экономика. Если стоимость восстановленной детали ниже стоимости покупной или изготавливаемой детали, то ее целесообразно восстановить. У многих быстроизнашивающихся деталей в работе участвует только незначительный слой металла, восстановить который в несколько раз дешевле и быстрее, чем изготовить новую.

Восстанавливают размеры деталей, их геометрическую форму, прочность, твердость. Посадку и т.д. Для этого применяют различные способы восстановления: механическую обработку, сварку, наплавку, металлизацию напылением и т.д. [8; 10; 16; 17].

Одни и те же дефекты деталей могут быть устранены различными способами. Так, восстановление деталей, имеющих механический износ, может производиться изменением первоначальных номинальных размеров изношенных поверхностей деталей с одновременным получением их правильной геометрической формы или одновременным получением правильных геометрических форм и размеров деталей. В первом случае – механическая обработка, во втором – наплавка, металлизация и др.

Под рациональным понимают такой способ восстановления, который обеспечивает максимальный срок службы детали и наименьшую стоимость восстановления.

9.1. Восстановление деталей механической обработкой

При ремонте механической обработкой снимается поверхностный слой одной из сопряженных деталей. Такая деталь после ремонта имеет новый ремонтный размер, меньше номинального. Другая деталь заменяется или восстанавливается под размер первой обработанной детали. Размеры, получаемые при ремонте деталей, называют ремонтными. Они могут быть стандартными, т.е. заранее установленными и свободными, не регламентированными. Применение стандартных ремонтных размеров предполагает наличие готовых деталей с такими же размерами, что позволяет осуществлять ремонт методом взаимозаменяемости, тем самым, уменьшая время ремонта. При свободных ремонтных размерах заранее изготовить деталь окончательных размеров нельзя. Детали можно изготовить в полу-

обработанном виде как полуфабрикат, с оставлением припусков на окончательную подгонку по месту. Вопрос о том, какую из сопряженных деталей необходимо заменить, и какую восстановить, решают в каждом конкретном случае, но обычно более дорогую деталь целесообразно восстанавливать, а более дешевую – заменять. Ремонт восстанавливаемой детали заключается в снятии части металла, чтобы после механической обработки получить правильную геометрическую форму без следов износа на рабочей поверхности. При этом следует учитывать, что не удаленные с поверхности детали риски, царапины, микроскопические трещины могут являться очагами усталостного разрушения детали. На рис. 9.1 представлена схема обработки вала с односторонним износом.

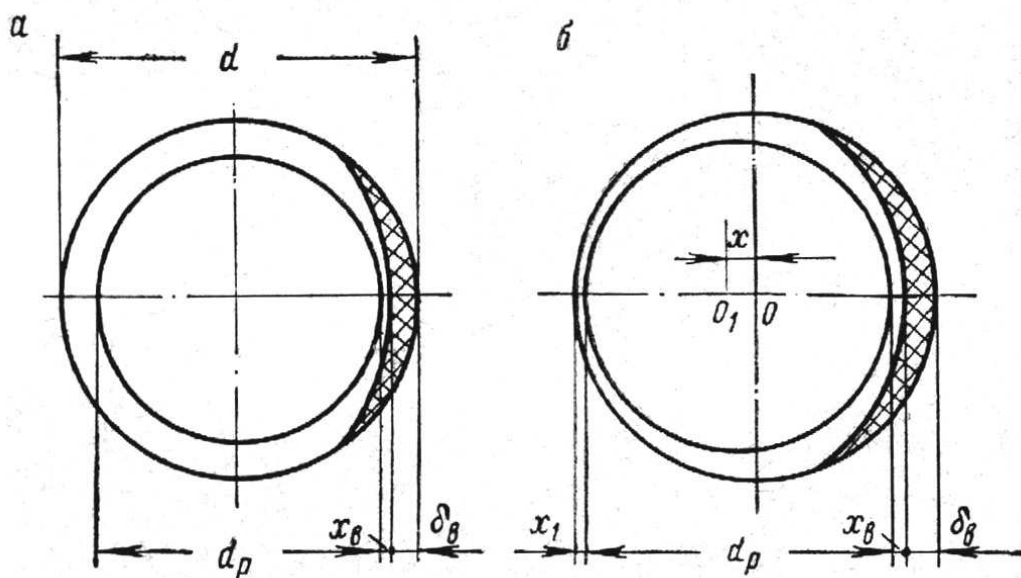


Рис. 9.1. Размеры и допуски для обработки изношенного вала на ремонтный размер:
а – без смещения центра вала; б – со смещением положения центра вала

Ремонт таким способом можно производить несколько раз, при этом диаметр вала уменьшается ступенчато до минимально допустимого по условиям прочности, а диаметр втулки увеличивается. Используемые в сопряжениях новые детали должны иметь соответствующие ремонтные размеры.

Типичными видами ремонтных операций являются: расточка, развертка и шлифовка отверстий под ремонтный размер, при этом диаметр вала соответственно увеличивается; обточка и шлифовка валов под ремонтный размер, в этом случае отверстие по диаметру должно быть соответственно уменьшено, например, вставкой втулки, компенсирующей утраченный размер; обработкой деталей до и после сварки, наплавки, металлизации, хромирования, железнения, склеивания; исправления резьб, шлицев, канавок и т.д.

Способ ремонтных размеров широко применяется в условиях ремонтных предприятий, так как является наиболее дешевым, обеспечивает

восстановление сложных и дорогих деталей. Вместе с тем многократное восстановление деталей таким способом уменьшает их срок службы.

Восстановление деталей при помощи пластических деформаций основано на способности деталей, изменять форму и размеры за счет перераспределения металла. При этом металл в холодном или горячем состоянии с нерабочих участков детали перемещают к изношенным поверхностям. Этим способом можно восстанавливать детали при условии, что перемещение металла не отразится на ее дальнейшей работе.

При ремонте с помощью пластической деформации производят правку, ссадку, раздачу, обжатие, обкатку и раскатку роликами, дорнование и наклеп деталей.

Ремонт сопряжений с помощью добавочных деталей представляет собой установку в изношенные отверстия специальных вставок в виде стаканов, переходных втулок, колец, вкладышей и других деталей, износ. Для этого в обработанное отверстие запрессовывают втулку и растачивают ее до необходимого размера. Этим способом можно восстанавливать также часть детали. Так, если вал-шестерня имеет неправильный износ только вала, то шестерню обрезают, растачивают в ней отверстие и запрессовывают в него новый вал. При неисправном износе шлицевой части вала ее отрезают и заменяют новой. При непригодной шестерне в блоке зубчатых колес ее срезают и заменяют венцом (рис. 9.2. а, б) [17; 49; 53].

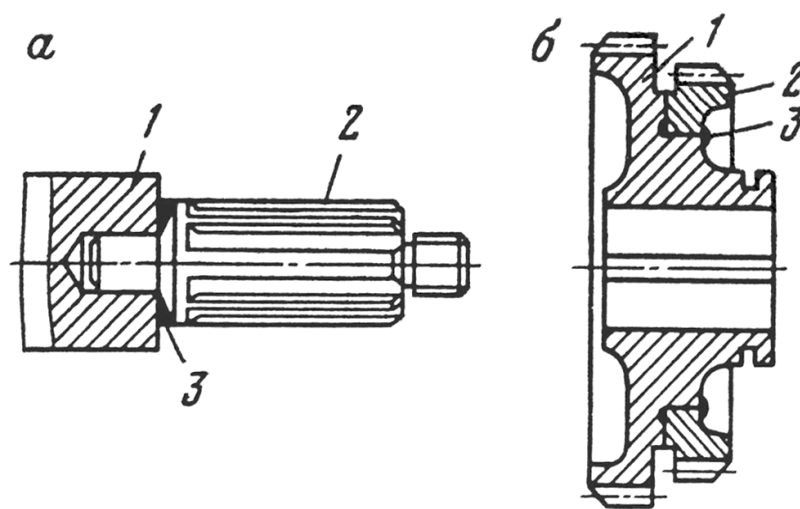


Рис. 9.2. Схемы восстановления добавочными элементами:
а – шлицевой части вала (1 – вал, 2 – шлицевая часть, 3 – сварка);
б – блока зубчатых колес (1 – ступица, 2 – венец, 3 – сварка)

9.2. Ремонт деталей сваркой

Сварка является одним из основных технологических процессов при ремонте и монтаже горного оборудования. Она значительно упрощает и ускоряет многие работы по ремонту.

При ремонте деталей используется 3 вида сварочных работ: сварка, наплавка (наварка) и заварка [27; 28].

Сваркой соединяют разрушенные стальные и чугунные детали (рамы, станины, шкивы, кронштейны и др.). К этому же виду работ относится и наложение заплат при ремонте крупных машинных частей, резервуаров, бункеров и др. металлических конструкций.

Наплавлять (наваривать) слой металла, где обнаружится недопустимый износ, чаще всего, приходится в деталях из углеродистых и легированных сталей (звездочка, зубья ковшей экскаваторов, гнезда корпусов комбайнов, щеки дробилок и т.д.). Часто наплавляются шейки и шипы валов, изношенные зубья на крупных зубчатых колесах, края шкивов, клапаны, кулаки и т.д.

Наплавка также применяется для деталей из чугуна и сплавов цветных металлов.

При наварке детали, имеющей цементированную или закаленную поверхность, ее предварительно отжигают. Нагревание производят до 900° С, после чего деталь должна медленно остыть. Отжиг уменьшает твердость стали, сопротивление разрыву и предел прочности, но зато увеличивается вязкость, что позволяет прочно наварить металл. После наварки и механической обработки деталь может быть подвергнута термической обработке для возвращения ей прежней твердости.

Заварку применяют в тех случаях, когда детали требуется полностью или частично заварить трещину или заделать отверстие, или другие подобные дефекты.

При ремонте машин наибольшее распространение получили следующие виды сварки и наплавки деталей: ручная электродуговая сварка или наплавка; газовая сварка, наплавка и резка металла; автоматическая наплавка под слоем флюса; автоматическая вибродуговая наплавка; сварка и наплавка в среде защитных газов; плазменная наплавка, сварка трением.

Ручная электродуговая сварка и наплавка получили широкое распространение благодаря своей универсальности. Подготовка к сварочным работам производится следующим образом: очищают поверхности деталей от грязи и ржавчины, краски и смазочных материалов и т.д. При сварке поломанных деталей делают скосы или фаски той или иной формы в зависимости от толщины (δ) свариваемого места детали (рис. 9.3), желательно, чтобы поверхности скоса не были гладкими, а наоборот, имели ложкообразные впадины с притупленными углами. Если всю деталь пересекает трещина, то деталь разделяется, выполняются V- или X-образные фаски в зависимости от толщины и возможности сварки с двух сторон.

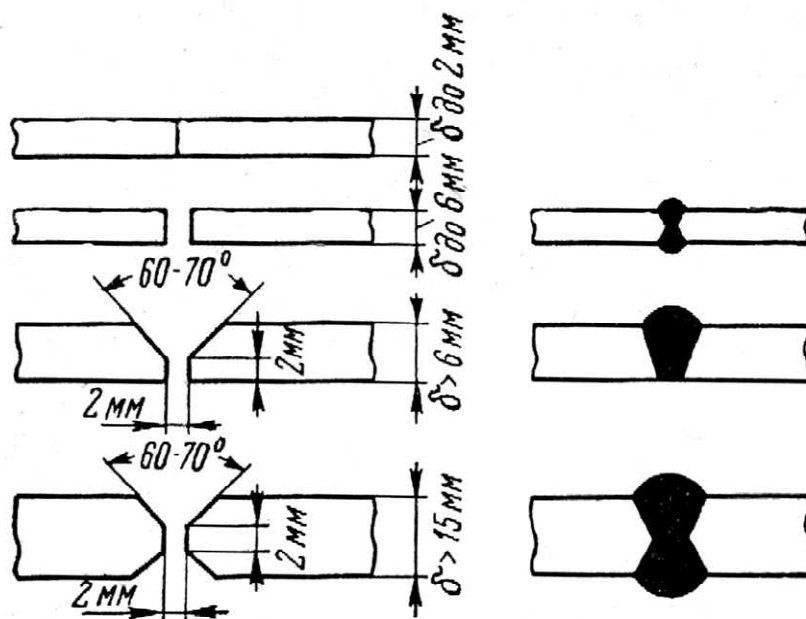


Рис. 9.3. Виды кромок подготовленных под сварку

В зависимости от характера трещины, конфигурации материала, сварку необходимо вести соответствующими электродами. Электроды для ручной дуговой сварки и наплавки представляют собой металлические стержни, покрытые специальным составом. Они выпускаются с тонким (0,2-0,4 мм) и толстым (1-3 мм) покрытием. Электроды с тонким покрытием имеют обмазку из мела, разведенного жидким (натриевым) стеклом, с толстым покрытием – обмазку из газо- и шлакообразующих, раскисляющих и связующих компонентов, а также, в ряде случаев, легирующих добавок.

Основной характеристикой каждого типа сварочного электрода является временное сопротивление разрыву сварочного соединения.

По видам покрытия электроды разделяют: с кислым покрытием – А, с основным покрытием – Б, с целлюлозным – Ц, рутиловым – Р, органическим – О, прочими покрытиями – П.

Наплавку деталей из малоуглеродистой стали, не подвергающейся термической или химико-термической обработке, можно производить сварочными электродами. Деталей из среднеуглеродистых и легированных сталей, закаленных, а также малоуглеродистых сталей, но с цементированной поверхностью – только специальными наплавочными электродами или твердыми сплавами. Типы наплавочных электродов различаются по химическому составу. В обозначение типа электрода входят: ЭН (электрод наплавочный), основные химические элементы в процентах. Если в обозначении электрода есть буква У, то содержание углерода дано в десятых долях процента, а если она отсутствует, то сотых долях. Последние цифры указывают твердость слоя (HRC). Проволоку, применяемую для восстановления деталей, подразделяют на три вида: для сварки, наплавки и изготовления электродов.

Для сварки из низкоуглеродистых и легированных сталей применяют проволоку следующих марок: Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2, Св-8ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-10ГН, Св-08ГСМТ; Св-18ХГС, Св-10МА, Св-08ХМФА, Св-10ХМФТ, Св-08ХГ2С и др.

Стальная наплавочная проволока изготавливается следующих марок: углеродистая Нп-25, Нп-30, Нп-35, Нп-40, Нп-45, Нп-50, Нп-65;

легированная Нп-40Г, Нг-50Г, Нп-65Г, Нг-30ХГСА, Нп-30Х5, Нп-5ХНМ;

высоколегированная Нп-20Х14, Нп-30Х13, Нп-40Х13, Нп-40Х2В8Т, Нп-Г13А, Нп-Х15Х60, Нп-Х20Н80Т.

Наплавочную проволоку выпускают диаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,3; 2,5; 4; 5; 6; 6,5 и 8 мм.

Ручная сварка и наплавка может вестись как плавящимся одиночным электродом, так и пучком электродов, лежащим и пластинчатым, трубчатым и угольным электродами.

Для получения наплавленного слоя требуемых свойств применяют легирование через электродную проволоку, флюсы и их сочетания.

Сварку могут производить без предварительного прогрева детали – холодная сварка или с предварительным прогревом детали до 650-850° С – горячая сварка. Сварка с предварительным подогревом детали обеспечивает лучшие результаты по прочности, и поэтому ее применяют в ответственных случаях.

Режим сварки (сила тока, длина дуги) устанавливают в соответствии с размерами, материалами и конфигурацией детали. Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины детали, типа шва и его положения в пространстве. Силу сварочного тока определяют в зависимости от диаметра электрода:

$$I = (40 \div 50)d . \quad (9.1)$$

Шов хорошего качества имеет волнистую чешуйчатую поверхность, на которой не должно быть пропусков сварки, воронок, трещин.

Электродуговую сварку проводят на постоянном токе. Питание дуги при сварке постоянным током происходит от сварочного агрегата, при переменном токе – от сварочного трансформатора.

Для сварки и наплавки используют сварочные трансформаторы ТСП-1, ТС-300, СТШ-500 и др., сварочные выпрямители ВД-101, ВД-301 и др. сварочные преобразователи ПСО-300-3, ПСО-500.

По сравнению с электродуговой, газовая сварка позволяет широко управлять температурой нагрева детали, нагревать присадочный материал, регулировать характер пламени, оказывать влияние на процесс сварки.

Газовой сваркой соединяют ответственные чугунные, стальные тонкостенные детали и детали из цветных металлов. При газовой сварке нагрев и расплавление металлов ведут пламенем, получаемым от сгорания

различных горючих газов (ацетилена, водорода, пропана, природного газа), а также паров бензина и керосина в технически чистом кислороде. Чаще других используют ацетилен, который при сгорании дает более высокую температуру. Сварку и наплавку деталей из стали, производят теми же материалами, что и при электродуговой сварке.

На ремонтных предприятиях широко применяют ацетиленовые генераторы низкого давления ГВН-1,25 и среднего – ГВГ-1,25М, АСМ-1-66. Основными инструментами при газовой сварке служат сварочные горелки, в которых происходит смешивание газа с кислородом [16; 17].

Недостатком газовой сварки является использование дефицитных и дорогих газов (ацетилена и кислорода), и большое термическое влияние на деталь.

Диаметр присадочного прутка выбирается в зависимости от толщины свариваемой детали. При толщине детали 3 – 10 мм диаметр проволоки равен 3 – 4 мм.

Сварка чугунных деталей затруднительна из-за свойств чугуна. При восстановлении чугунных деталей применяют три способа сварки: горячий, холодный, полугорячий и холодный. Горячая сварка ведется при нагреве детали до 600-700° С в специальных электрических или муфельных печах с одноступенчатым нагревом детали: предварительно до 200-300° С со скоростью 600° С в час и окончательным до 600-700° С со скоростью 1600° С в час. Такой режим предупреждает появление трещин в местах перенапряжений. При окончании сварки, для уменьшения усадки наплавленного слоя и появления больших внутренних перенапряжений и отбеливания чугуна, температура детали должна быть не ниже 400° С. После сварки деталь для снятия внутренних перенапряжений подвергают отжигу – нагреву до 600-650° С и последующему охлаждению на воздухе.

Горячая сварка возможна электрической дугой и ацетиленокислородным пламенем. Более высокое качество достигается при ацетиленокислородной сварке с использованием флюса в составе: 50% буры, 47% двууглекислого натрия и 3% окиси кремния.

Полугорячая сварка осуществляется при полном или местном нагреве свариваемых деталей до $t=300-400^{\circ}\text{C}$, при этом сохраняются все приемы горячей сварки.

Холодная сварка применяется для деталей, не подвергающихся высоким напряжениям и не требующих особой прочности соединений и последующей обработки режущим материалом. Сварку можно выполнять стальным малоуглеродистым электродом с обмазкой, комбинированным (биметаллическим) электродом, пучком электродов и т.д.

Сварку чугуна комбинированными электродами (медно-железные, медно-никелевые и др.) применяют для заделки небольших трещин. Биметаллические электроды, покрытые смазкой (мел-60-80%, порошкообразный алюминий 5-10%, жидкое стекло 15-20%) толщиной 0,2-0,4 мм, дают лучшее качество сварки.

Основной недостаток холодной сварки чугуна – образование твердого закаленного слоя в месте перехода от чугуна к наплавленному слою. Сварка с постановкой стальных шпилек устраняет этот недостаток. Хорошие результаты дает холодная сварка чугуна электродами из малоуглеродистой стали с меловым покрытием способом отжигающих роликов.

Газопорошковая наплавка чугуна заключается в том, что на нагретую поверхность напыляют тонкий слой порошкообразного сплава, получаемого из порошка НПЧ с составом: медь-5%, бор-2%, кремний-1%, никель-92%. В результате протекания диффузионных процессов между расплавленным порошком и поверхностью детали образуется наплавленный слой.

Сварку деталей из алюминия проводят ацетиленокислородным пламенем или электродуговой сваркой. Здесь присадочный материал – алюминиевые стержни. Для защиты металла от окисления применяют флюс АФ-4-А в составе: хлористый натрий-28%, хлористый калий-9%, губчатый титан-1%, связующий раствор: 12-14 процентная карбоксилметилцеллюлоза. Сварка ведется на постоянном токе обратной полярности. Возможна сварка алюминия также неплавящимися вольфрамовыми электродами в среде аргона на установках УДАР и УДГ.

Сварку медных и бронзовых деталей производят в основном ацетиленокислородным пламенем латунной проволокой под флюсом в составе: бура-70%, поваренная соль-20%, борная кислота 10%.

Наплавку твердыми сплавами применяют для уменьшения износа новых деталей и восстановления изношенных. Износостойкость наплавленных деталей обычно увеличивается в несколько раз. Для наплавки применяют несколько групп твердых сплавов.

Зернистые или порошковые сплавы (вокар и сталинит) представляют собой механическую смесь вольфрама, хрома и других материалов с углеродом. Они пригодны для наплавки деталей, не требующих дальнейшей механической обработки. Это зубья ковшей экскаваторов, козырьки черпаков, щеки дробилок и т.д. Наплавленный слой является твердым раствором карбидов соответствующих металлов и железа. Твердость наплавленного слоя повышается отжигом при температуре 800-900° С в закрытой печи.

Наплавку порошкообразных сплавов ведут угольным электродом с помощью постоянного или переменного тока с использованием осциллятора.

Металлические сплавы получают прессованием смесей порошков с последующим спеканием. Это карбиды тугоплавких металлов (вольфрама, титана и др.), связанных с кобальтом или никелем. Сплавы обладают высокой твердостью и поэтому из них изготавливают пластинки для резцов комбайнов, буров и т.д.

Напайку или наварку металлокерамических или литых сплавов производят преимущественно токами высокой частоты или газовым пламенем.

Литые твердые сплавы – прутки диаметром 3-8 мм или пластины отливают в земляных формах или кокилях. Плавку ведут в индукционных высокочастотных печах тигельного типа. В состав сплавов входит кобальт, хром,

вольфрам, углерод, марганец, кремний и железо. Сплавы отличаются высокой твердостью, сопротивлением изнашиванию, химической стойкостью.

В настоящее время выпускаются литой сплав на вольфрамоникелевой основе ВКЗ и хромоникелевые сплавы сормат №1, №2. Эти сплавы применяют для наплавки деталей, работающих в различных условиях, в том числе и температурных, а сормат №2 для деталей, работающих с повышенной ударной нагрузкой.

Для износостойких покрытий используют металлические электроды со специальной обмазкой из феррохрома, ферромарганца или сталинита.

Детали, имеющие значительный износ, иногда ремонтируют комбинированным способом. В этом случае газовым или электродуговым способом восстанавливают размеры детали, а затем угольными электродами наплавляется слой сталинита большой твердости.

Восстановление деталей автоматической наплавкой под слоем флюса. Этот способ восстановления применяют для наплавки плоских, цилиндрических, конических и сферических поверхностей деталей (осей, валов, барабанов и т.д.) По сравнению с ручной электродуговой наплавкой, автоматическая обеспечивает в 10-15 раз большую производительность, лучшее качество наплавленного слоя.

Сущность его заключается в том, что к дуге (3), возникающей между электродом и вращающейся деталью (1), непрерывно поступает через мундштук (4) электродная проволока, а из бункера (5) – гранулированный флюс (6). Дуга горит под жидким слоем расплавленного флюса в газовом пространстве (2). В процессе наплавки образуется шов (8) под шлаковой коркой (7) (рис. 9.4). Такая оболочка обеспечивает высокое качество наплавки, так как предохраняет расплавленный металл от кислорода и азота воздуха, выгорания летучих элементов, улучшает формирование шва, использование материала электродной проволоки, уменьшает до минимума потери металла на угар и разбрызгивание (не более 2%). Большая плотность тока 150-200 А/мм² ускоряет процесс распыления металла. Для автоматической наплавки используют сварочную и наплавочную проволоки. Когда необходимо получить более качественное наплавление слоя, используют порошковые проволоки марки ПП-3Х2В8, ПП-Х42ВФ и др. Флюсы, используемые для автоматической наплавки, делятся на плавляемые и неплавленные (керамические). Плавляемые флюсы – сложные силикаты, близкие по свойству к стеклу. Температура плавления флюса 1200°С. Основным недостатком этих флюсов является отсутствие в их составе ферросплавов, свободных металлов и углеродистых веществ.

Цилиндрические детали наплавляют по винтовой линии. Каждый последующий валик при этом перекрывает предыдущий на 1/2-1/3 его ширины.

Плоские детали под слоем флюса наплавляют отдельными валиками вдоль или поперек поверхности.

Наплавленный металл может быть легирован при помощи керамических флюсов, включающих в себя такие компоненты, как феррохром, ферротитан, никель и др.

В качестве источника тока применяют сварочные преобразователи ПСО-500, ПС-100, ПСМ-1000, сварочные выпрямители ВС-300, ВС-400, ВС-500, ВС-1000, сварочные трансформаторы СТШ-500, ТСД-500, ТСД-1000-4.

Для наплавки цилиндрических деталей используют токарно-винторезные станки, в патроне которых крепят деталь, а на суппорте – сварочную головку [16; 17].

К недостаткам автоматической наплавки под слоем флюса следует отнести: изменение структуры и механических свойств металла детали при ее нагревании, трудоемкость наплавки деталей диаметром менее 80 мм из-за стекания металла, высокая стоимость флюса.

Восстановление деталей в среде защитных инертных газов (аргона, гелия, углекислого газа и т.д.) производят в тех случаях, когда невозможна сварка под слоем флюса (тонкостенные детали, внутренние поверхности деталей или детали сложной конфигурации). Процесс наплавки протекает следующим образом (рис. 9.5). К электродной проволоке (7), поступающей в зону плавления металла, а также и детали, подается ток. Между электродом и деталью горит электрическая дуга. Одновременно из баллона по шлангу через сопло поступает углекислый газ, вытесняющий воздух из расплавленного металла и изолирующий жидкий металл (2) от его вредного воздействия.

При наплавке углекислый газ разлагается на окись углерода и кислород, и поэтому для локализации реакции окисления углерода в сварочную ванну вводят раскислители (кремний, марганец и др.), содержащиеся в сварочной проволоке. Для наплавки используют углеродистую и легированную проволоку. Наплавку ведут с помощью специального оборудования или обычных шланговых полуавтоматов и наплавочных аппаратов с головками А-384, АБС, А-590.

Для автоматической наплавки используют проволоку диаметром 0,8-2,5 мм с повышенным содержанием марганца и кремния (Св-08ГС, Св-10ГС, Св-18ХГСА, Св-08Г2СА и др.).

Твердость наплавленного слоя толщиной 1мм составляет HRC 24-35. После закалки твердость повышается до HRC 50. Автоматическую вибродуговую наплавку применяют для восстановления цилиндрических и плоских деталей.

Наплавку цилиндрических деталей производят на токарных станках. Величина сварочного тока зависит от скорости подачи электродной проволоки.

Недостатком наплавки деталей в среде углекислого газа следует отнести невысокие механические свойства наплавленного слоя (1) и большие потери металла в результате разбрызгивания (5-20%).

При плазменной наплавке источником тепла служит струя плазмы – ионизированное газообразное вещество, получаемое вдуванием в электри-

ческую дугу газов аргона или гелия. Температура при плазменной наплавке струи достигает 18000°C [16;17].

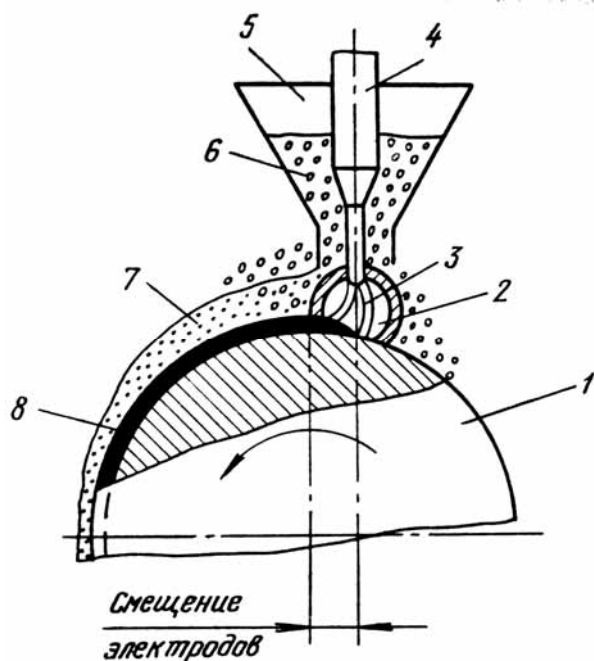


Рис. 9.4. Схема установки автоматической наплавки под слоем флюса:

- 1 – вращающаяся деталь; 2 – газовое пространство; 3 – дуга; 4 – мундштук; 5 – бункер; 6 – флюс; 7 – шлаковая корка; 8 – шов

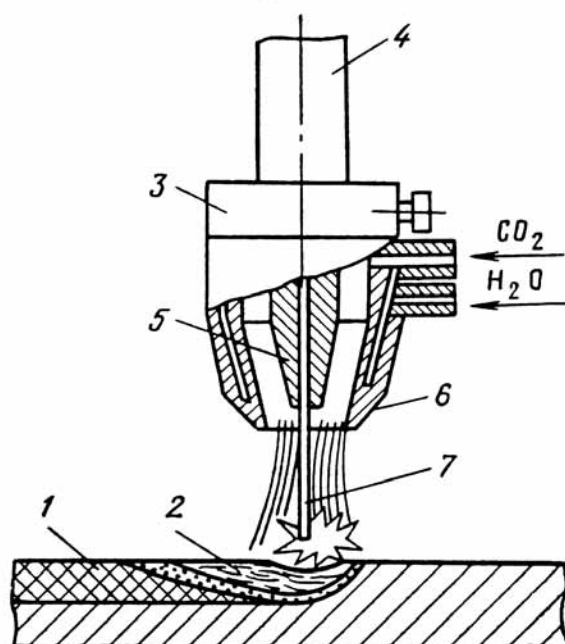


Рис. 9.5. Схема установки для наплавки в среде углекислого газа:

- 1 – шов; 2 – жидкий металл; 3 – сопла; 4 – направляющая; 5 – патрон; 6 – кожух; 7 – проволока

Восстановление деталей автоматической вибродуговой наплавкой применяют для восстановления цилиндрических и плоских деталей. Особенно она целесообразна при восстановлении цилиндрических деталей диаметром 15-80 мм, не испытывающих в работе больших циклических нагрузок.

Отличается от обычной автоматической наплавки тем, что ведется колеблющимся электродом. В результате этого деталь прогревается на глубину 2мм и температуру $40-80^{\circ}\text{C}$. Это позволяет почти без изменений физико-механических свойств и химического состава металла восстанавливать изношенные поверхности.

Процесс наплавки заключается в следующем (рис. 9.6): к восстанавливаемой детали (1), вращающейся в патроне токарного станка, из кассеты (2) через подающий элемент (3) и вибрирующий станок (4) поступает электродная проволока. К детали и проволоке подается напряжение. Для охлаждения детали установлена ванна (6), в которую подается охлажденная жидкость насосом (5).

Вибродуговая наплавка представляет собой чередование очень коротких циклов вибрации электрода, состоящих из разрыва цепи, холостого хода и короткого замыкания. При разрывах дуги происходит мелкокапельный пе-

реход металла с электрода на деталь, а появляющаяся сварочная ванна обеспечивает хорошее сплавление электродного материала с основным.

При этом происходит небольшой нагрев детали, уменьшается выгорание легирующих элементов электродной проволоки. Толщина наносимого слоя на детали составляет от 0,8 до 2,5 мм. Потери на разбрызгивание металла равны 6-8%. Эффективности процесса способствует охлаждающая жидкость следующего состава: кальцинированной соды 5%, хозяйственного мыла-1%, глицерина-0,5%; кальцинированной соды 4-5%, машинного масла-1%; кальцинированной соды-3%, глицерина - 4-5%.

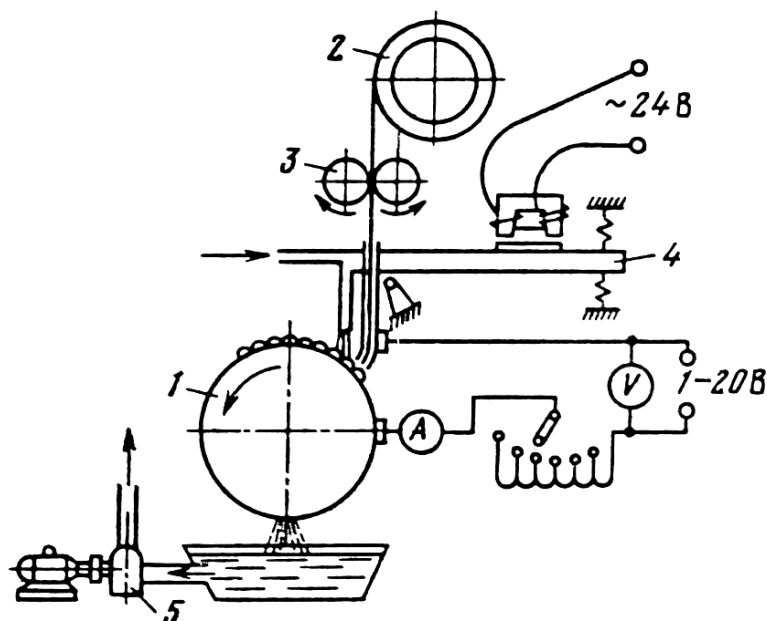


Рис. 9.6. Схема установки для вибродуговой наплавки деталей:
1 – деталь; 2 – кассета; 3 – подающий элемент; 4 – вибрирующий станок; 5 – насос

Колебания электрода создаются электромагнитным или механическим вибратором с частотой 50-110 кол/с.

Наплавка ведется, главным образом, на постоянном токе, так как переменный ток не обеспечивает стабильности процесса. В качестве источника тока используют низковольтные генераторы НД1500/750, НД1000/500, выпрямители ВСГ-3А, ремонтные наплавочные головки УАНЖ-5, УАНЖ-6 и др. Для наплавки используют углеродистую или легированную проволоку $\varnothing=1-3$ мм [17].

Наплавленный слой может иметь твердость до HRC 56.

При вибродуговой наплавке охлаждение жидкостью расплавленного металла создает термические напряжения в наплавленном слое, что способствует образованию микро- и макротрещин. В результате этого усталостная прочность деталей снижается в два раза и более. По этим причинам детали, работающие при больших знакопеременных и циклических нагрузках, редко восстанавливают вибродуговой наплавкой.

При плазменной наплавке, источником тепла служит струя плазмообразующего газа (аргона, азота, гелия и др.), пропускаемого через дуговой разряд, возбуждаемый между двумя электродами. Температура струи при этом достигает $10000-18000^{\circ}\text{C}$ и выше. Образование плазменной струи происходит в плазменных горелках. В качестве присадочного материала употребляют проволоку, порошок и т.п. Наибольшее распространение получила плазменная наплавка с вдуванием в дугу порошков ФБХ-6-2, ПГ-ХН80СР2, ПГ-ХН80СР3 и др. Схема такой наплавки показана на рис. 9.7. От источника питания (2) зажигается закрытая дуга между вольфрамовым электродом (5) и внутренним соплом (7). Открытая дуга между электродом и восстанавливаемой деталью 11 зажигается от источника питания (1). Порошок (8) для наплавки поступает из емкости (12) через питатель в конический зазор между соплами (7) и (9) с помощью транспортирующего газа. Плазмообразующий газ подается в канал (6). Попадая в плазменную струю, порошок нагревается, плавится и наносится на поверхность детали. Транспортирующий газ, кроме подачи порошка, концентрирует дугу, создает условия для увеличения температуры плазменной струи и охлаждения наружного сопла. Защитный газ, поступающий через сопло (10), изолирует место наплавки от влияния окружающего воздуха. Автоматический запуск горелки облегчается с помощью осциллятора (4). В закрытой и открытой дугах сила тока изменяется под действием балластных реостатов (3).

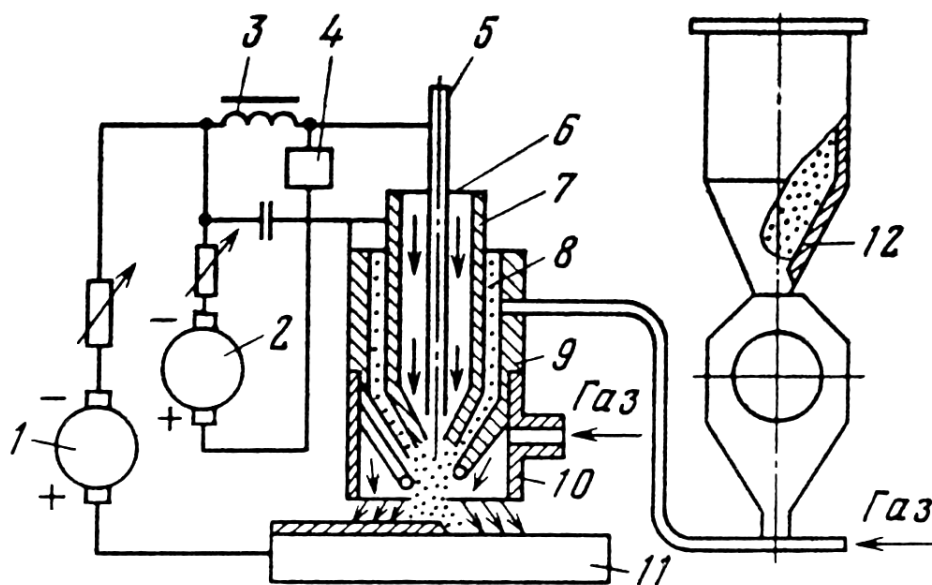


Рис. 9.7. Схема установки для плазменной наплавки:

- 1, 2 – источники питания; 3 – балластный реостат; 4 – осциллятор; 5 – вольфрамовый электрод; 6 – канал; 7, 9 – внутренние сопла; 8 – порошок; 10 – стенка; 11 – восстанавливаемая деталь; 12 – емкость

Для получения плазменной струи используют сварочные преобразователи постоянного тока ПСО-500 или другие источники питания. Расстояние от горелки до изделия составляет 12-20 мм.

Наплавку цилиндрических деталей ведут на токарных станках.

Перед наплавкой деталей их поверхность очищают проточкой, дробеструйной или пескоструйной обработкой.

К необходимости механической обработки детали после наплавки приводит неравномерность припусков, включения шлака, неоднородность свойств наплавленного металла.

9.3. Ремонт деталей металлизацией

Металлизацию применяют для нанесения покрытий на детали различной конфигурации при восстановлении изношенных поверхностей и исправления линейных дефектов, для повышения жаростойкости, теплоустойчивости и электропроводности, при нанесении защитно-декоративных покрытий.

Сущность процесса заключается в том, что расплавленный металл под действием струи инертного газа или воздуха распыляется на частицы размером от 3 до 300 мкм со скоростью 100-300 м/с, и наносится на подготовленный слой (рис. 9.8). Соединение наносимого металла с основным происходит за счет механических и частично молекулярных связей, а также вследствие усадки покрытий при охлаждении. Покрытие представляет собой пористый, хрупкий слой металла сравнительно высокой твердости и низкой механической прочности.

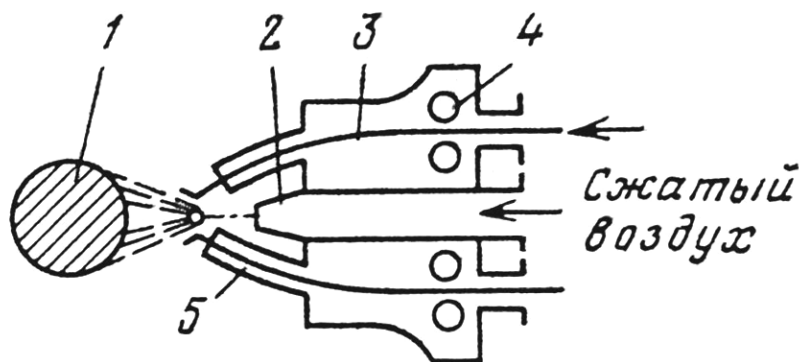


Рис. 9.8. Схема установки для электродуговой металлизации:

1 – деталь; 2 – сопло; 3 – проволока; 4 – ролик; 5 – направляющая трубка

Слой хорошо пропитывается смазкой и при небольших удельных нагрузках он разрушается. В процессе металлизации деталь нагревается до температуры 130-220° С, что не вызывает структурных изменений в металле. Это является главным достоинством метода.

Для нанесения используется обычные сорта стальной, медной и др. проволоки диаметром 1-2 мм.

К недостаткам электродуговой металлизации следует отнести значительные потери электродного материала (до 60%), выгорание химических элементов и окисление наращиваемого слоя.

После металлизации обработку детали производят на токарных станках или шлифованием (при высокой твердости покрытия).

Детали, работающие в условиях трения, скольжения, после механической обработке пропитывают маслом в течение 5-6 часов при температуре 80-90° С.

9.4. Электрохимические и химические способы восстановления и обработки деталей

Этими способами восстанавливают детали с небольшим износом, измеряемым десятными долями миллиметров, а также термически обработанные из высокоуглеродистых и легированных сталей, нагрев которых при электрической сварке и газовой наплавке приводит к возникновению больших внутренних напряжений, короблению и повреждению поверхностей.

Электрохимические способы наращивания металла основаны на законах электролиза (прохождения постоянного электрического тока через водный раствор солей и кислот). Под действием электрического тока, положительно заряженные частицы-ионы в виде атомов металла и водорода направляются к катоду, а отрицательно заряженные частицы-ионы в виде кислотных остатков и гидроксильной группы к аноду. В результате разряда ионов на катоде (детали) осаждается слой металла. В зависимости от используемых в электролитах солей металлов процессы покрытия называются: хромированием, осталиванием, железнением, никелированием, меднением и т.п.

Хромирование позволяет получить поверхности, обладающие высоким сопротивлением механическому износу и химической стойкостью, не ржавеющие и нечувствительные к нагреву до 400° С. Этим способом можно наносить слой хрома толщиной 0,5 мм

Хромирование применяют также для нанесения защитно-дефектных покрытий, повышенной износостойкости, восстановления изношенных деталей.

Подготовка к хромированию включает механическую обработку (шлифование) для устранения следов износа и придания им правильной геометрической формы и обезжиривания.

Те части детали, которые не покрывают хромом, изолируют целлюлоидным лаком.

Обезжиривают детали в ванне с электролитом (100 г едкого натра, 2-3 г жидкого стекла на 1 литр воды) в течение 5-6 минут при плотности тока $0,5-0,6 \cdot 10^3$ А/м², напряжением 5-6 В и температуре 65-70° С.

Анодом служит железная пластинка, катодом – деталь. После детали промывают в горячей воде, затем в 10% растворе серной кислоты для снятия окислов и снова в горячей воде.

Иногда вместо обезжиривания в серной кислоте применяют анодное декапирование. Для этой цели деталь подвешивают вместо анода, вырав-

нивают температуру детали и электролита в течение 30-60 с включают ток плотностью $(2-3) \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$. После этого деталь промывают холодной водой. Ответственные детали после декапирования для лучшего пристаивания хрома к основному металлу протирают известковой кашицей (венской известью), состоящей из 97% окиси кальция и магнезии с добавлением 3% соды или 1,5% едкого натрия.

Хромирование производят в ванне с двойными стенками, между которыми заливают воду или масло. Внутренняя поверхность ванны облицовывается сплавом свинца или винипластом, кислотостойкими плитками или покрывается полихлорвиниловым лаком и т.д. Детали в ванне подвешиваются на высоте 80-100 мм от ее дна и на 40 мм ниже верхнего уровня электролита. Расстояние между анодом и катодом в ванне примерно 100-150 мм, а отношение их площадей составляет от 3:1 до 2,5:1.

При хромировании большинства деталей используют нерастворимые аноды (сплав свинца с 6% содержанием сурьмы) в форме пластин.

За час оседает слой хрома толщиной 0,01-0,07 мм. Толщина хромового покрытия обычно не превышает 0,2-0,25 мм. При большой толщине оно становится не прочным.

Для нанесения слоя хрома на детали, подвергающиеся интенсивному изнашиванию, применяют электролит в составе: 250 г хромового ангидрида, 2,5 г серной кислоты на 1 литр воды. Плотность тока $(2,5-8) \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$, температура электролита 45-50° С.

Изменяя плотность тока и температуру электролита можно получить три вида осадков хрома: серые (матовые) осадки, имеющие твердость до НВ 1200 и высокую хрупкость; блестящие с твердостью НВ 600-900 с повышенной скоростью и высокой износостойкостью; молочные – пластичные с твердостью НВ 400-600, они пригодны для восстановления деталей, работающих при знакопеременных нагрузках и повышенных удельных нагрузках.

Детали, покрытые хромом, имеют плохую смачиваемость, поэтому для удержания смазки на трущихся поверхностях применяют пористое хромирование.

После хромирования детали промывают в воде и просушивают при температуре 105-110° С. Для уменьшения хрупкости осажденного слоя и увеличения прочности сцепления покрытия с основным металлом детали подвергают термической обработке в масляной ванне, нагретой до 180-200° С в течение 2-4 часов.

К основным недостаткам хромирования относят: длительность процесса, сложность подготовительных операций, возможность восстанавливать детали с относительно небольшим износом, низкий КПД хромовых ванн, высокая стоимость хромирования.

Осталивание (железнение) позволяет получить покрытие толщиной до 3 мм, имеющее твердость и прочность выше, чем химически чистое железо, и по своему составу приближающееся к свойствам незакаленной

среднеуглеродистой стали. При железнении применяются хлористые, серноокислые, борфтористоводородные электролиты. Наибольшее распространение получил хлористый электролит. При добавлении в него различных присадок (хлористого натрия, хлористого марганца и др.) улучшается качество покрытия.

Подготовка поверхности детали к осталиванию включает механическую обработку (токарную или шлифование), обезжиривание и анодное травление.

Обезжиривание ведется при плотности тока $(2-3) \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$, температуре $70-80^\circ \text{ С}$ в течение 5-6 минут в электролите следующего состава: на 1 литр воды – 20 г едкого натра, 25 г углекислой и кальцинированной соды, 25 г тринатрийфосфата и 5 г растворимого стекла. Затем детали промывают в горячей воде, обезжиривают венской известью и промывают холодной водой.

Электролитное анодное травление проводят в ванне с электролитом в течение 1-2 минут.

Состав электролита при осталивании на 1 литр воды: 250-300 г хлористого железа, 1,5 г соляной кислоты, 10 г хлористого марганца. Плотность тока начинают $0,2 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$ и повышают $4 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$. Температура электролита изменяется в пределах $60-90^\circ \text{ С}$.

При осталивании используют растворимые аноды из малоуглеродистой стали, катодом является деталь. Микротвердость осталиных поверхностей изменяется в пределах НВ 150-600.

Осталивание производят в ваннах (рис. 9.9), облицованных специальной кислородной эмалью или диабазовыми плитками на кислотоупорном цементе.

После осталивания и промывки детали подвергаются обезжириванию. Для удаления водорода в поверхностном слое детали нагревают в масляной ванне при температуре $100-150^\circ \text{ С}$ в течение 15 минут. Для повышения твердости и прочности покрытий и устранения хрупкости деталей, после осталивания, подвергают низкому отпуску при температуре $300-350^\circ \text{ С}$ с выдержкой в течение 30 минут и охлаждением на воздухе.

Для получения осадков железа, обладающих повышенной износостойкостью и коррозионной стабильностью, применяют электролитическое легированное покрытие. Для этого в электролит (на 1 литр) добавляют 16 г соли никеля и 12 г соли кобальта.

Механическую обработку детали после осталивания производят на металлорежущих или шлифовальных станках. Толщина осажденного слоя после окончательной обработки должна быть не менее 0,2-0,3 мм.

Недостатки процесса осталивания следующие: трудность подбора материала ванны, необходимость корректировки плотности электролита, низкая твердость покрытия без применения специального электролита или последующей цементации либо хромирования.

Меднение применяют для восстановления изношенных бронзовых деталей, защиты отдельных участков деталей от насыщения углеродом при цементации, для антикоррозионных целей, а также в качестве подслоя при хромировании и никелировании.

В зависимости от назначения толщина составляет 10-30 мкм.

Электролитическое осаждение меди ведется с растворимыми анодами из чистой меди марки М1 в кислых основных или пироглифоновых электролитах.

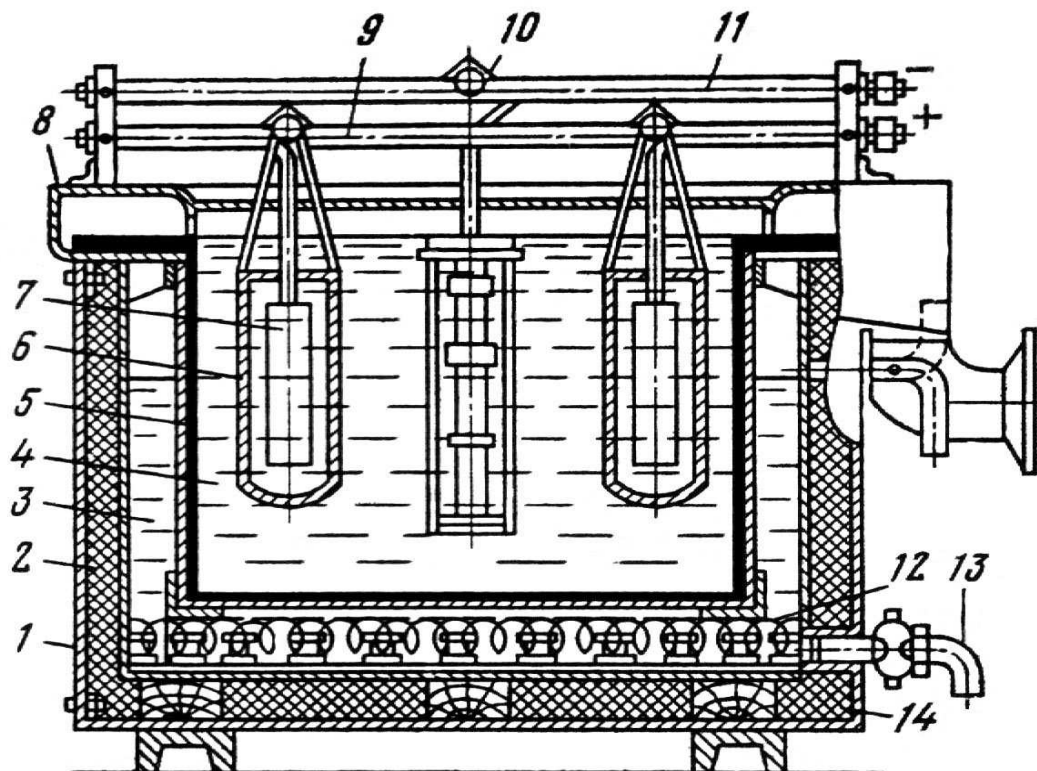


Рис. 9.9. Ванна для осталивания:

- 1 - наружный бак; 2 - теплоизоляция; 3,4 - баки для масла; 5 - футеровка ванны;
6 - мешок из стеклоткани; 7 - анод; 8 - бортовой отсос; 9,11 - штанги анода и катода;
10 - крючок подвески; 12 - нагреватель; 13 - кран; 14 - каркас

Никелирование применяют для защиты металла от коррозии. Никелированные покрытия устойчивы против воздействия щелочей, некоторых кислот, атмосферного воздуха. В технологическом процессе никелирования наиболее часто применяют электролит следующего состава на 1 литр воды: 70-100 г сернокислой никелевой соли, 15 г хлористого натрия и 10-20 г борной кислоты. Процесс покрытия ведется с растворимыми анодами из технического никеля.

Химическое никелирование применяют от защиты коррозии, повышения износостойкости при ремонте деталей с небольшим износом (плунжерные пары, валы топливных насосов, поршневые кольца и др.). Осаждение металла при химическом никелировании основано на спо-

способности гипофосфита восстанавливать никель из солей без применения электрического тока. Процесс протекает в растворе состава на 1 литр воды: 25 г хлористого никеля, 30 г гипосульфита натрия, 20 г уксуснокислого натрия при температуре 90-92° С скорость осаждения 0,02 мм/час. Этот процесс позволяет равномерно покрывать детали сложной поверхности, изготовленные из различных металлов, пластмасс и керамики. Подготовка поверхности к покрытию такая же, как и при электролитическом способе [42].

9.5. Электрофизические способы восстановления деталей

Электромеханическая обработка заключается в том, что при вращении детали на токарном станке через место ее контакта с инструментом пропускают ток большой силы 350-430 А и низкого напряжения 2-6 В. Проходя через малую площадь контакта ток, мгновенно нагревает металл до температуры 900° С. Под давлением инструмента и в зависимости от его профиля происходит сглаживание или вспучивание нагретого металла. Электромеханическую обработку применяют для упрочнения или восстановления деталей, имеющих износ до 0,35 мм (посадочные поверхности под подшипники).

При вдавливании твердосплавной пластины в поверхность детали образуется высадка, и поверхность приобретает резьбовую форму. При установлении сглаживающей пластины деталь получает диаметр, не требующий дальнейшей обработки. Иногда в спиральную канавку приваривают проволоку и затем под действием силы, развиваемой инструментом, происходит пластическая деформация, заполнение нагретой до 1000-1200° С проволокой профиля и сварка металла. Скорость вращения детали 0,8-1,9 м/мин.

По сравнению с наплавкой, электромеханическая обработка отличается большей производительностью, исключает коробление металла, не нуждается в электролитах.

Анодно-механическая обработка заключается в комбинированном электрохимическом, электротермическом и механическом воздействии на деталь. Деталь подключается к положительному, а инструмент – к отрицательному полюсам источника постоянного тока. В зазор между вращающимся инструментом и деталью подается электролит. Деталь при прохождении постоянного электрического тока подвергается электролизу, и на аноде (детали) образуется пленка в виде электрохимического растворения металлов изделия и веществ, в результате разложения электролита. Так как слой пленки имеет различную толщину, то проходящий ток концентрируется на тех выступах, которые покрыты тонким слоем пленки (с меньшим сопротивлением). С уменьшением зазора между анодом и катодом ток на выступах в течение малых промежутков времени достигает значительных величин. При этом происходит выделение большого количества тепла и

наступает пробой междуэлектродного пространства. Участок пробоя мгновенно расплавляется, и на поверхности анода образуются лунки. Расплавленные частицы металла перемещаются к поверхности катода, но, попадая в жидкую среду, остывают и сбрасываются вращающимся диском. Разрушение поверхности происходит на многих выступах, и так происходит непрерывный съем металла.

В качестве рабочей жидкости применяют водный раствор жидкого стекла плотностью 1,43-1,55 г/см³. Инструментом является тонкий диск из малоуглеродистой стали, чугуна, меди.

Анодно-механическая обработка может заменить многие виды обработки – резанием. Особенно она эффективна при обработке закаленных деталей, изготовленных из твердых сплавов, а также имеющих высокую твердость после наплавки.

Электроискровая обработка основана на явлении разрушения, оплавления и частичного испарения металла детали в результате воздействия импульсного разряда.

Установка для искровой обработки металлов состоит из источника постоянного тока напряжением 110-220 В. Инструмент является катодом, деталь – анодом все это помещено в жидкость, не проводящую электрический ток (керосин, трансформаторное масло и др.), и включено в сеть электрического колебательного контура П, работающего в режиме искрового электрического разряда. В процессе зарядки конденсаторы в контуре накапливают электрическую энергию и затем при разрядке расходуют ее. В контуре П под действием искрового разряда частицы металла отрываются от детали и удаляются. Жидкая среда препятствует частицам металла отлагаться на катоде, увеличивает переходные сопротивления искра-металл и способствует ускорению протекания процесса. Управление процессом заключается в поддержании вручную или автоматически необходимого пробивного расстояния между деталью и инструментом. Питание электроискровых установок может производиться от двигателей, генераторов мощностью 3,8-10 кВт напряжением 110-200 В, а также других источников постоянного тока.

Электроискровую обработку применяют для изготовления отверстий с криволинейными осями переменного сечения, обработки твердых сплавов и закаленных стальных деталей, извлечения сломанных инструментов и шпилек.

Ультразвуковой способ обработки деталей применяют для получения круглых и фасонных отверстий в токонепроводящих твердых материалах и таких, как стекло, фарфор, керамика и др., а также изготовление деталей из твердых сплавов, штампов, пресс-форм.

Принцип работы установки для ультразвуковой обработки металла (рис.9.10) заключается в следующем. Между поверхностью действующего ультразвукового излучателя и обрабатываемой поверхностью непрерывно подается суспензия, состоящая из воды и мелких абразивных частиц (ко-

рунда, карбида, бора и др.). Под воздействием абразива с поверхности детали отделяются мельчайшие частицы металла, а излучатель, углубляясь, образует отверстие в соответствии с формой инструмента. Для удаления продуктов разрушения металла и абразивных частиц к месту обработки подается жидкость, которая вследствие интенсивной кавитации усиливает циркуляцию суспензии.

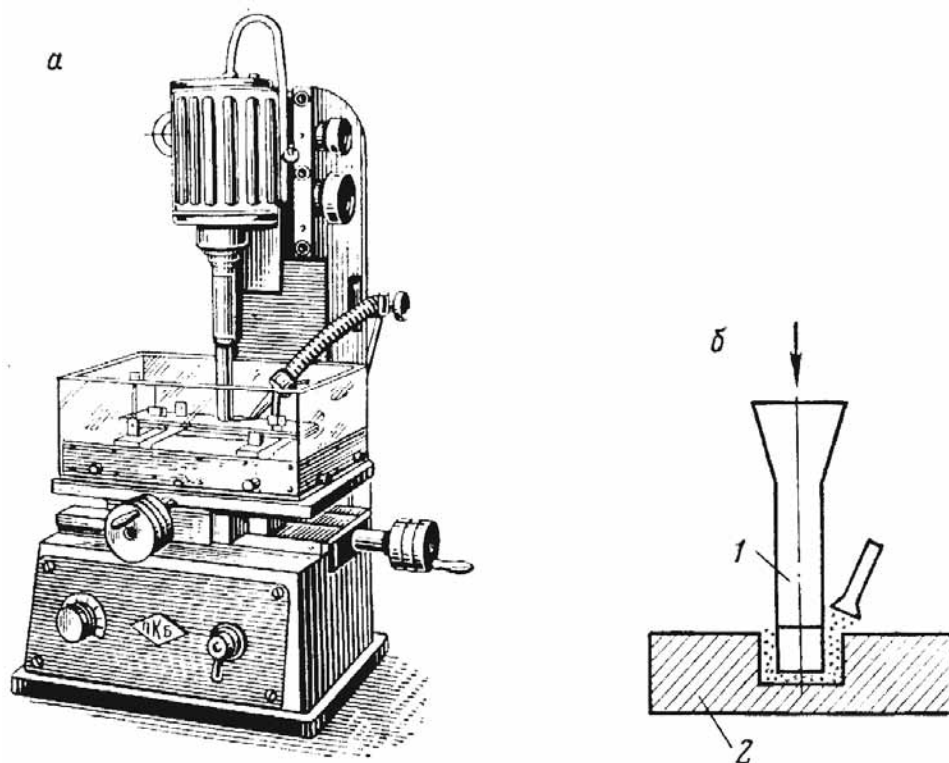


Рис. 9.10. Ультразвуковая обработка:
а – станок для ультразвуковой обработки; б – схема обработки:
1 – ультразвуковой излучатель; 2 – деталь

Появление кавитации, в ультразвуковом поле, создает большое количество полостей, заполненных воздухом, сокращение которых приводит к гидравлическим ударам локального действия небольшого радиуса, но большого избыточного давления. В результате этого происходит дробящее разрушение обрабатываемого материала. В некоторых случаях нагнетание суспензии в зону обработки и отсос продуктов разрушения происходит через отверстие в инструменте. Вибрацию инструмента создают с помощью акустической головки, состоящей из стержневого вибратора и концентратора. Частота колебаний составляет 18-25 кГц. Максимальная глубина колебаний составляет $h = (2-5) \cdot d$, где d – диаметр отверстия [43].

9.6. Восстановление деталей полимерными материалами

Полимерные материалы и синтетические клеи применяются для восстановления изношенных поверхностей; ремонта водяной, воздушной и

масляной аппаратуры; заделки трещин, пробоин; наклейки фрикционных прокладок; склеивания металлов, пластмасс и других материалов между собой и в разных сочетаниях материалов.

Для восстановления деталей используют эпоксидные смолы с добавлением отвердителей, пластификаторов и наполнителей, которые придают смолам необходимые эксплуатационные качества (способность затвердевать, пластичность, механические свойства). Используют такие смолы, как ЭД-6; ЭД-16; ЭД-20; ЭД-40, а также композиции К-115; К-153 и др. Синтетические клеи ВС-10Т; ВС-350; БФ и др. Клей ВС-10Т это раствор синтетических смол в органических растворителях используемый для склеивания стекла, стеклотита и др. материалов. Предел прочности на сдвиг стали по стали 16-19 МПа при температуре 20° С.

Клей ВС-350 относится к многокомпонентным, применяется для склеивания металлов. Предел прочности при температуре 200-350°С у него составляет 6,5 –11 МПа.

Клей типа БФ представляет собой спиртовой раствор термореактивных смол. Наиболее распространены клеи БФ-2, БФ-4. БФ-6 используется для склеивания резины, фетра, войлока и других. Время затвердевания клеев в зависимости от температуры от 0,25 до 4 часов. Предел прочности на разрыв стали со сталью, склеенных клеем БФ-4, составляет 45-60МПа.

Поверхности деталей, подлежащих склеиванию, зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном или бензином. Затем наносят на них слой клея толщиной 0,1-0,2 мм и выдерживают при комнатной температуре 15-20 минут. Наносят второй слой и сушат. После этого склеиваемые поверхности соединяют под давлением 0,3-0,4 МПа и помещают в сушильный шкаф или печь шахтного типа, где выдерживают 1-1,5 часа при температуре 170-180° С. Охлаждают склеенные детали вместе с печью.

При заделке трещины с ее кромок снимают фаску под углом 60-70° на глубину 2-3 мм и на зачищенную и двукратно обезжиренную ацетоном поверхность после 8-10 минутной просушки наносят клеевой состав и кладут накладку из технической бязи или стеклоткани. Ширина накладки должна перекрывать трещину на 20-25 мм с каждой стороны. После ее прикатки роликом наносят новый слой клея, затем кладут вторую накладку шире первой на 10-15 мм и прикатывают роликом.

Толщина наносимого слоя клея составляет 0,1-0,2 мм. Продолжительность отвердевания состава при температуре 20° С трое суток.

Восстановление изношенных поверхностей деталей полимерными материалами возможно в псевдооживленном слое, газо-плазменным напылением или другими методами.

При восстановлении деталей в псевдооживленном слое детали подготавливают до температуры 280-320° С и в специальной установке наносят материал в виде мелкого полиэтилена, полистирола, капрона.

Неравномерный нагрев поверхности детали является источником появления дефектов покрытия.

Детали пластмасс обрабатывают резцами, снабженными пластинками из твердых сплавов ВК8 и ВК6.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы восстановления деталей вы знаете?
2. Как восстанавливаются детали способом ремонтных размеров?
3. Расскажите о восстановлении деталей добавочными элементами.
4. В чем суть восстановления деталей ручной электродуговой сваркой и наплавкой?
5. Какие трансформаторы применяют для сварочных работ?
6. Какие детали соединяют газовой сваркой?
7. Какие электроды применяют для сварочных работ?
8. Как производится сварка чугуна?
9. Как производится сварка деталей из цветных металлов?
10. Для каких деталей применяется восстановление автоматической наплавкой под слоем флюса?
11. Сущность метода восстановления деталей в среде защитных инертных газов.
12. В каких случаях производится восстановление автоматической вибродуговой наплавкой?
13. В каких случаях для восстановления деталей применяется плазменная наплавка?
14. В каких случаях применяют ремонт деталей металлизацией?
15. Объясните сущность электрохимических и химических методов восстановления деталей.
16. Объясните сущность электрофизических способов восстановления деталей.
17. Для каких видов деталей применяется восстановление полимерными материалами?

ГЛАВА 10. СМАЗКА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

10.1. Классификация смазочных материалов

Работоспособность и долговечность ГМиО в значительной степени зависят от качества смазочных материалов. Высококачественная смазка повышает производительность и снижает эксплуатационные расходы, снижает потери мощности на трение, уменьшает изнашивание деталей, стабилизирует температуру их нагрева, предохраняет от коррозии, уплотняет зазоры, амортизирует ударные нагрузки в сочленениях.

В зависимости от происхождения смазочные материалы делятся на *минеральные*, получаемые из нефти, угля и других минералов; *растительные*, получаемые из растений (хлопка, подсолнечника, кукурузы и т.д.); *животные*, получаемые из жира животных (свиное сало, тюлений, китовый, рыбий жир и т.д.); *синтетические*, получаемые в результате синтеза.

Основное распространение получили смазочные материалы минерального происхождения.

По физическим свойствам смазочные материалы подразделяются на *смазочные масла*, *консистентные смазки* и *твердые смазочные материалы* (тальк и графит), *рабочие жидкости* – для гидравлических систем. К смазочным маслам относятся материалы, которые сохраняют текучесть при температуре $t = +10-15^{\circ}\text{C}$, консистентные смазки при этой температуре переходят в мазеподобное состояние [43].

10.2. Смазочные масла

Минеральные масла получают вакуумной и химической обработкой мазута, оставшегося после первичной переработки нефти. При этом выделяют масляные дистилляты: легкие, средние и тяжелые промышленные масла; цилиндрические масла и масляный гудрон.

Для удаления вредных примесей масляные дистилляты очищают добавлением в масло серной кислоты H_2SO_4 , обрабатывают щелочами (NaOH), воздействуют специальными веществами адсорбентами (землями, в порах которых происходит адсорбция содержащихся в масле примесей); обрабатывают маслом специальными растворителями (фенолом, фурфуролом, нитробензолом и пропаном), обеспечивающими растворение вредных примесей; для очистки от серы обрабатывают водородом повышенного давления.

Очищенные дистилляты (рафинады) подвергаются специальной обработке для придания маслам необходимых физических и химических свойств. Введение в масла присадок улучшают их эксплуатационные свойства.

Основными физико-механическими свойствами минеральных масел являются их плотность, вязкость, температура вспышки, температура за-

стывания, маслянистость, содержание механических примесей, воды, химическая стойкость.

Плотность минеральных масел находится в пределах 0,87-0,95 г/см³.

Вязкость характеризует внутреннее трение жидкости и обуславливает образование маслянистой пленки на поверхности деталей. От вязкости масел зависят потери мощности на преодоление сил трения в сопряжениях, скорости изнашивания деталей, легкость запуска двигателя внутреннего сгорания, степень уплотнения поршня и гильзы. Вязкость определяется капиллярными вискозиметрами с калиброванными насадками, в которых замеряют время истечения жидкости.

Различают динамическую, кинематическую и условную вязкость.

Под динамической вязкостью понимают силу сопротивления взаимному перемещению двух параллельных слоев жидкости, Па·с.

Кинематическая - это отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности при измеряемой температуре, м²/с. Вода при $t=+20^{\circ}\text{C}$ имеет вязкость, равную 10^{-6} м²/с.

Условная вязкость – это отношение времени истечения через калиброванное отверстие вискозиметра типа ВУ 200 мл исследуемой при определенной температуре жидкости ко времени истечения того же количества дистиллированной воды при $t = +20^{\circ}\text{C}$.

Кинематическая вязкость приводится в ГОСТах, и существуют коэффициенты перевода в динамическую и условную.

Для определения вязкости жидкости при определенных температурах применяют специальные номограммы.

Вязкостно-температурные свойства масел оцениваются индексом вязкости, чем он выше, тем лучше масло. Масла с индексом 80-90 считаются хорошими, а 100 и более – лучшими.

Вязкость определяется при $t = +50^{\circ}\text{C}$, а для очень вязких при температуре $t = 100^{\circ}\text{C}$.

Вязкость зависит от температуры и давления. С их повышением вязкость уменьшается, и наоборот. Масла, вязкость которых изменяется с изменением температуры незначительно, являются наиболее качественными. С повышением давления вязкость масел увеличивается.

Температура, при которой масло теряет свою подвижность, называется температурой застывания. При этом мениск масла в наклонной на 45° пробирке не должен менять свою форму в течение 1 минуты. Температура застывания масла характеризует его пригодность для использования в различных климатических условиях. Температура застывания масел находится в пределах $t = -5-30^{\circ}\text{C}$.

Температура, при которой масло загорается, если поднести к нему горящую спичку, и горит не менее 5 секунд, называется *температурой вспышки*. Она характеризует содержание в масле летучих углеводородов и

пригодность масла для работы с нагретыми поверхностями. Температура вспышки минеральных масел $t=+200-300^{\circ}\text{C}$.

Маслянистость характеризует смазывающие качества масел, определяемые их способностью обеспечивать граничное трение между сопрягаемыми поверхностями за счет адсорбированных пленок. Масла растительного и животного происхождения обладают большей маслянистостью, чем нефтяные.

Химическая стойкость масел оценивается следующими показателями.

Кислотное число характеризует коррозионные свойства жидкости и представляет собой количество миллиграммов едкого калия (KOH), необходимого для нейтрализации органических кислот в 1 грамме масла.

Зольность масла показывает содержание в нем минеральных примесей. Она определяется количеством оставшейся воды в процентах после медленного выпаривания 50 грамм масла в тигле и прокаливании остатка до полного выгорания. Для промышленных – 0,007% и для автотракторных – 0,025%.

Коксовое число характеризует способность масла к образованию нагара. Оно равно процентному содержанию кокса в навеске масла.

Термоокислительная способность масла показывает его склонность к образованию лаковых колец в зоне работы поршня.

Содержание воды в масле является причиной образования вредных эмульсий уменьшения вязкости и липкости масла и способствует окислению.

Высоким требованиям, предъявляемым к смазочным материалам, удовлетворять обычные масла не могут, поэтому для придания маслам необходимых свойств добавляют специальные добавки.

Для повышения вязкости и сообщения им свойств всесезонных масел используют присадки винипола (ВБ-2, КП-2) до 5%.

Снижение температуры застывания масла достигается с помощью добавки депрессантов в количестве 0,1 – 2% АзНИИ, АФК.

Антикоррозийные присадки за счет образования на поверхности материала прочной изолирующей пленки нейтрализуют в маслах продукты, вызывающие коррозию. К присадкам этого относятся НИИ, ГСМ-12 (0,5 – 3%).

Антикислотные присадки (ингибиторы) повышают сопротивляемость материала к окислению БК-69, КП, АзНИИ-12, АН-22к (0,1 – 0,3%).

Улучшение смазочных масел производят добавкой присадки ЭФО.

Смазочные масла вырабатываются по стандартам и выпускаются по различным техническим условиям.

Буквы и маркировка обозначают область применения, способ очистки, а цифры – вязкость. Например, АК 3п-6: А – автотракторное; К – кислотное; 3 – загущенное; п – присадка; 6 – кинематическая вязкость при $t=+100^{\circ}\text{C}$, равная $6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

По двойной классификации масла разделены на 6 групп по эксплуатационным свойствам А,Б,В,Г,Д,Е и на 7 групп по вязкости 6,8,10,12,14,16,20.

Смазочные масла выбирают исходя из условий работы: давления на рабочих поверхностях, частоты вращения вала, температурного режима и конструкции узла (открытая или закрытая передача, наличие уплотнений и т.д.).

Чем выше давление, тем большей вязкостью должны обладать смазочные материалы. Масло недостаточной вязкости будет выжиматься из зазора между поверхностями трения, толщина масляной пленки будет уменьшаться до полного ее разрыва, что приведет к непосредственному соприкосновению трущихся поверхностей.

По основному назначению смазочные масла делят на следующие группы и подгруппы.

<i>Группа</i>	<i>Подгруппа</i>
Моторные	Универсальные Карбюраторные Авиационные Дизельные
Турбинные	Газотурбинные Турбинные общего назначения
Трансмиссионные	Для механических передач Для гидромеханических передач Для гидростатических передач
Индустриальные	Индустриальные общего назначения
Масла различного - назначения	Компрессорные Цилиндровые Холодильные Изоляционные

Моторные применяются для смазки деталей и сопряжений в двигателях внутреннего сгорания (автотракторные АКЗп-6 (М6Б), АК-Зп-10 (М10Б) и др. дизельные ДС-8 (М8Б) ДС-11 (М10Б) и др.).

Трансмиссионные масла применяются для смазки тяжело нагруженных передач, трансмиссионное зимнее и летнее (Тац-10, Тац-15, ТС-8, ТС-10, МТ-14П, МТ-16П и др.).

Индустриальные применяют для смазки деталей в нормальных условиях (И-12А, И-20А, И-40А и др.).

Цилиндровые применяют для смазки деталей тяжело нагруженных узлов, работающих при высокой температуре и во влажной среде (цилиндровое 11, цилиндровое 24 и др.).

Турбинные применяют для смазки деталей, работающих с большими скоростями и выдерживающими высокие удельные нагрузки (Т46, Т47 и др.).

Компрессорные применяют для смазки деталей и сопряжений, работающих в условиях высоких давлений и температуры (12М, 19М, Т. КС-19 и др.).

Специальные масла – железнодорожные, трансформаторные, приборные (приборное МВП, осевое Л, З и С).

10.3. Консистентные смазки

Консистентные смазки получают в результате механического смешивания маловязких или средневязких минеральных масел (80-90%) с загустителями (20-10%).

В качестве загустителей применяют: кальциевые, натриевые, литиевые бариевые мыла высокомолекулярных жирных кислот; твердые углеводороды – парафин, церезин, петралатунь, твердые органические соединения и продукты обработки неорганических кислот.

Консистентные (густые) смазки с кальциевым загустителем (солидолы) и натриевым (консталины) – получили широкое применение.

Важнейшие свойства этих материалов создавать сплошной смазочный слой при высоких удельных нагрузках на поверхности трения, удерживаться на них продолжительное время и надежно смазывать детали, работающие в больших диапазонах температур (от –60 до +250°С). Благодаря этому пластичные смазочные материалы применяют для смазывания тяжело нагруженных поверхностей трения и деталей, работающих при низких и высоких температурах, подшипников, вертикальных валов, плоских и цилиндрических направляющих. Эти материалы используются также при нагрузках, часто меняющих направление (вращение в противоположных направлениях, возвратно-поступательное движение), при толчках и ударах.

Эти смазки препятствуют попаданию на поверхности трения загрязнений и используются в условиях воздействия на поверхности трения воды, пыли и грязи. Системы с такими материалами не требуют сложных уплотнительных устройств, не нуждаются в постоянном внимании со стороны обслуживающего персонала, смазывают в течение длительного времени труднодоступные поверхности трения.

Основными свойствами густых смазок являются: теплостойкость, прочность, влагостойкость, растворимость, антикоррозионность, стабильность. Содержание мелких примесей и антифрикционность.

Теплостойкость смазок характеризуется температурой каплепадения, при которой из смазки, нагреваемой в определенных условиях, выделяется первая капля.

Для нормальной работы узла трения температура каплепадения смазки должна быть выше возможной температуры нагрева детали не ме-

нее чем на $+15^{\circ}\text{C}$. Смазки с температурой каплепадения $t=+65 -100^{\circ}\text{C}$ относятся к среднеплавким и с температурой более $t=+100^{\circ}\text{C}$ к тугоплавким.

Прочность смазки – ее способность сопротивляться действию сил, сбрасывающих или срывающих ее со смазывающей поверхности. С повышением температуры предел прочности смазки уменьшается и при температуре плавления равен нулю. При большом пределе прочности смазки плохо проникают в зазоры.

Влагостойкость смазок характеризуется их способностью противостоять эмульгированию. Смазки с углеводородными загустителями имеют наибольшую влагостойкость, а с натриевыми – наименьшую.

Растворимость смазок определяется по потере в весе покрытой смазкой металлической пластинки, опущенной в кипящую воду.

Антикоррозийность определяется степенью воздействия на металлические поверхности. Высокие антикоррозийные свойства имеют смазки, не содержащие водорастворимых кислот, щелочей и свободных органических кислот.

Стабильность характеризует способность смазок сохранять свои первоначальные свойства: механические – структуру при механических воздействиях; химические – устойчивость при окислении воздухом.

Термическая стабильность – свойства смазки сохранять свою структуру при длительном нагреве.

Коллоидная стабильность – стойкость смазок против выделения из них жидкого минерального масла при хранении и нагреве. Качественные смазки имеют небольшое выделение.

Антифрикционные свойства консистентных смазок зависят от качества базового масла, вида загустителя и содержания противоизносных присадок.

Антифрикционные пластичные смазки делятся на 12 подгрупп: общего назначения, многоцелевые, термостойкие, морозостойкие, противозадирные, противоизносные, химически стойкие, редукторные (трансмиссионные), приборные. Из них наиболее распространены следующие:

общего назначения (солидол марки Ж и пресс-солидол Ж по ГОСТ 1033-79, синтетические солидол марки С и пресс-солидол С по ГОСТ 4366-76) для узлов трения качения и скольжения, различных машин и механизмов, работающих при температурах от -25 до $+65^{\circ}\text{C}$;

общего назначения для повышенных температур (1-13 жирная по ГОСТ 3801145-80), для узлов трения с рабочей температурой до 110°C ;

многоцелевые (Литол-24, Униол-2, ЦИАТИМ-221,) для узлов трения с рабочей температурой от -30 до $+130^{\circ}\text{C}$ в условиях повышенной влажности среды;

термостойкие (Униол-2, ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207) для узлов трения с рабочей температурой $+150^{\circ}\text{C}$ и выше;

морозостойкие (ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203) для узлов трения с рабочей температурой -40°C и ниже;

противозадирные и противоизносные (ВНИИ НП-242, Униол-2) для подшипников качения при контактных напряжениях выше 2500 МПа и подшипников скольжения при удельных нагрузках выше 150 МПа;

химически стойкая (ЦИАТИМ-205) для узлов трения, контактирующих с агрессивными средами

Кроме этих материалов для смазки горных машин применяются: *лита* консервационная, влагостойкая смазка, с температурой от -50 до $+100^{\circ}\text{C}$. Ее применяют для смазывания узлов трения механизмов переносного инструмента с электрическим и механическим приводом;

Зимой – влагостойкая с улучшенными противозадирными свойствами смазка, применяемая для узлов трения ГМиО, эксплуатируемого в районах с холодным климатом;

НБЗ-3 литиевая смазка, употребляемая для смазывания роликовых опор конвейеров, узлов экскаваторов, буровых станков, бульдозеров и др. В герметических узлах трения она работает без смены 3-5 лет;

39У – смазка канатная, влагостойкая, используемая для смазки канатов подъемно-транспортных машин, ручного и бурового оборудования.

К смазочным консистентным материалам относятся также уплотнительные, которые используют для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений любых систем.

Уплотнительные смазочные материалы разделяют на три группы: арматурные, резьбовые, вакуумные.

10.4. Смазочные системы

Ни одна современная машина, а горная в первую очередь, не могут работать без смазки поверхностей трения. Эффект смазки зависит от того, насколько свойства применяемых смазочных материалов, соответствуют условиям работы поверхностей трения и способа подачи к ним этих материалов. Способ подачи смазочного материала, в свою очередь, зависит от конструкции смазывающих деталей и условий их работы.

По числу пар поверхностей трения, смазываемых одним смазывающим устройством, способы подачи делятся на индивидуальные и централизованные. При индивидуальном способе – смазочный материал подается к каждому узлу трения отдельным устройством. При централизованном способе – материал подается одним устройством к нескольким узлам трения.

По характеру подачи смазочных материалов способы подразделяются на непрерывный и периодический.

По способу дозирования смазочного материала различают подачу с объемным дозированием и дроссельным. При первом способе количество смазочного материала, подаваемого к поверхностям трения, зависит от рабочего объема насоса или питателя, а при втором – от степени перекрытия потока материала.

В зависимости от вида подачи смазывающего материала к трущимся поверхностям различают подачу под давлением, создаваемым насосом или шприцем, и без принудительного давления (под действием силы тяжести) благодаря капиллярным свойствам фитиля или путем переноса вращающимися деталями внутри узла трения.

В соответствии с этими факторами и видом смазочного материала (консистентный или жидкий) выбирают конструкцию смазочной системы.

По характеру присоединения нагнетателя к смазывающему устройству эти системы делят на неразъемные, в которых нагнетатель присоединен к смазывающему устройству постоянно, и отдельные, где нагнетатель присоединен только на время подачи смазывающего материала. Неразъемные системы делятся на системы непрерывной и периодической подачи.

По возможности контроля подачи смазочного материала смазочные системы бывают с неконтролируемой и контролируемой подачами.

По характеру циркуляции – проточные, циркуляционные и специальные.

Периодическое смазывание производят в промежутки времени, предусмотренные инструкцией по ТО, а непрерывное – через заранее установленные периоды времени в процессе работы машины. Принудительная подача выполняется насосами различного типа, а в системах без принуждения – самотеком.

В проточных системах смазочные материалы пропускают через смазываемые системы и не возвращаются к ним, а при циркуляционных - многократно возвращаются.

В индивидуальных системах применяют периодическое и непрерывное смазывания. Наиболее простыми индивидуальными системами являются пресс-масленки. Жидкие смазочные материалы подаются фитильными, капельными или кольцевыми устройствами. Широко применяются в опорах горизонтальных устройств кольцевые смазочные устройства. Кольцевое смазывание – циркуляционное.

Подшипники качения питаются жидкой смазкой с частичным погружением опоры в масло, залитое в корпус, брызгами или масляным туманом. Смазывание солидолом заключается в периодической набивке его в подшипниковый узел.

Подвод смазочной жидкости к месту контакта зубьев колес осуществляется захватыванием масла из ванны (смазка окунанием), а также с помощью капельных и струйных устройств. В редукторах за счет окунания смазывается обычно часть зубчатых колес, остальные детали – за счет разбрызгивания масла. Смазывание окунанием рекомендуется в цилиндрических и червячных передачах со скоростью 14 м/с 10 м/с соответственно.

При выборе системы смазывания необходимо учитывать размеры смазываемых поверхностей, взаимное расположение точек смазки, сорта смазочных материалов.

Основным руководящим документом по выбору смазочных материалов является карта смазки, которую составляют в процессе проектирования машины. Карта содержит схему машины с нанесенными и пронумерованными точками и спецификацию этих точек.

На схеме четко указываются места залива масла, масло указатели, насосы, фильтры, масленки и другие смазочные приборы.

В спецификации указывается порядковый номер и название детали, количество смазочных точек, система и режим смазывания. Сорт и норма расхода смазочного материала, вместимость масляной ванны, сроки службы масла до смены и заменитель основных сортов смазочных масел. Порядковые номера смазываемых точек на схеме наносят по часовой стрелке, а вся спецификация дается по узлам. При этом все пары деталей, смазываемые от одной масленки, на схеме принимают за одну точку. Для централизованной системы смазывания дается развернутая схема с указанием всех смазываемых точек.

10.5. Испытание смазочных материалов

В процессе работы качество и свойства масла постепенно изменяются, и оно становится негодным для дальнейшей эксплуатации. В зависимости от характера использования масло подвергается, в отдельных случаях, очень глубоким изменениям. Обычно оно теряет более легкие составные части, температура вспышки его снижается вязкость, изменяется (снижается или повышается в разные периоды работы), увеличивается кислотность и смолистость, изменяется цвет. Появление посторонних примесей также вызывает изменение качества масла. К числу таких примесей относятся стершиеся частицы металла, появившиеся в результате изнашивания трущихся частей, пыль, влага и т.п.

С маслом может произойти ряд изменений в период хранения. Под воздействием воздуха, колебаний температуры, ультрафиолетовых лучей, влаги и т.д. изменяется цвет масла, оно мутнеет, а свойства его ухудшаются.

Изменениям больше всего подвержены плохо очищенные масла, поэтому перед использованием масел необходимо проводить испытание его качества. Эти испытания заключаются в определении вязкости масел, содержания в них примесей, температуры вспышки и застывания.

10.6. Определение расхода смазочных материалов

Количество масла определенного сорта, расходуемого в течение года, для групп однотипных машин определяется:

$$g = a(n_1cx + n_2y), \quad (10.1)$$

где a – число однотипных машин; n_1 – сменная норма расхода; c – число рабочих смен в сутки; x – число рабочих дней машины; n_2 – разовый расход масла при его замене; y – число замен масла в год.

Общую потребность масла для всего парка машин горного предприятия находим по формуле

$$Q = \sum g, \quad (10.2)$$

где g – годовая потребность топлива на парк однотипных машин.

Зубчатые передачи закрытого типа смазываются маслами, характеристики которых подбирают по зубчатой паре, работающей с наибольшей нагрузкой и наименьшей скоростью. Расход масла зависит от вместимости ванны Q_b .

$$g_c = k_p Q_b, \quad (10.3)$$

где $k_p = 1,8-0,6$ г/л (для ванны вместимостью $Q_b < 20$ л, $k_p = 1,8$ г/л).

Открытые зубчатые передачи смазываются консистентными смазками или высоковязким маслом. Потребное количество консистентной смазки на одно смазывание зубчатого колеса рассчитываем по формуле

$$g_1 = 5 \cdot 10^{-4} db, \quad (10.4)$$

где d – диаметр зубчатого колеса, мм; b – длина зуба, мм.

Количество смазочного масла

$$g_1 = 15 \cdot 10^{-4} db. \quad (10.5)$$

Расход масла составляет:

для подшипников скольжения, работающих в условиях жидкостного трения,

$$g_r = \frac{4,6 p \Delta^3}{c \eta}, \quad (10.6)$$

где p – давление шипа, Па; Δ^3 – диаметральный зазор в подшипнике, мм; $c = z/d$ – отношение длины цапфы к ее диаметру; η – динамическая вязкость масла при рабочей температуре, Па·с;

для подшипников качения

$$g_4 = 7,5 \cdot 10^{-4} db, \quad (10.7)$$

где d – внутренний диаметр подшипника, мм; b – ширина подшипника, мм.

Расход масла g_c на электродвигатели и генераторы с кольцевым смазыванием при трехсменной работе:

$$g_c = 8\sqrt{N}, \quad (10.8)$$

где N – мощность электродвигателя, кВт.

Расход смазочных масел для компрессоров:

$$g_r = kDln, \quad (10.9)$$

где k – коэффициент, равный для горизонтальных компрессоров – 0,85; для вертикальных – 0,68; D – диаметр цилиндра, м; l – ход поршня, м; n – частота вращения вала, мин^{-1} [51].

10.7. Регенерация масла

В соответствии с существующими требованиями предприятия обязаны собирать до 30% отработанных масел на регенерацию.

В настоящее время для восстановления масла применяют механический и химический способы регенерации.

Механическую регенерацию выполняют с использованием фильтр-прессов, центрифуг, масло варок или вакуум-аппаратов.

Химическая регенерация из-за сложности процесса применяется не везде.

Регенерация масел, загрязненных продуктами окисления углеводородов (органическими кислотами, смолами и т.д.), частичками металла, пылью, нагаром, конденсатом производят следующим образом: масло отстаивают в специальной емкости 3-4 суток, далее его нагревают до температуры 70-80°C и самотеком пропускают через фильтры (тканевые, бумажные, сетчатые). Затем нагретое масло пропускают через центрифуги и далее отгоном, с помощью нагрева, удаляют легкие фракции углеводорода. Далее производят адсорбцию масла путем контактной очистки отбеливающими глинами, активированным углем, силикогеля, алюмогеля, которые поглощают вредные примеси. После адсорбции в масло добавляют коагулянты (концентрированную серную кислоту, водный раствор кальцинированной соды, тринатрифосфата и др.), которые образуют тяжелые сернокислые углеводородные соединения, выпадающие в осадок.

10.8. Приемка, хранение, и выдача горюче-смазочных материалов

На горюче-смазочное хозяйство горного предприятия возложены следующие задачи: прием горюче-смазочных материалов (ГСМ), их хранение и учет; контроль качества получаемых и выдаваемых ГСМ; сбор, сдача, регенерация масел и заправка машин.

Горюче-смазочное хозяйство находится на территории горного предприятия и состоит из склада ГСМ и стационарного заправочного пункта. Склад ГСМ имеет сливную площадку для приема топлива и масел, стандартные резервуары для их хранения, раздаточный комплекс и масло ловушку для сбора масел.

ГСМ поступает на склады горюче-смазочного хозяйства в железнодорожных цистернах грузоподъемностью 25, 50, 60 и 90 т, автоцистернах, металлических бочках. Качество ГСМ должно соответствовать сопроводительному сертификату.

Сливать топливо и масло из железнодорожных вагонов можно самотеком с помощью сифона или насосов, а также под давлением. Для ускорения слива масел применяют подогревательные системы с паровыми грелками.

Объем хранимых на складе ГСМ зависит от числа машин, режима их работы, удаленности пунктов обслуживания.

Для хранения ГСМ в закрытых помещениях применяют цистерны емкостью 15-55 м³, контейнеры – 1,4-6 м³ и бочки – 100, 200, 275 литров. Пластичные смазки хранят в металлических бидонах емкостью 16 л и полиэтиленовых мешочках вместимостью 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 кг. Температура в складах должна быть от +15 до +20° С. Склады должны иметь естественную вентиляцию, электрическое или естественное освещение, водопровод, набор противопожарных средств. Проверку ГСМ в полном объеме выполняют в соответствии с ГОСТом.

При перевозке топлива автоцистерны должны иметь пенные огнетушители и заземляющие устройства, а также мембраны гашения гидравлических ударов.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию смазочных веществ.
2. Назовите схему получения минерального масла.
3. Перечислите основные физико-химические свойства минеральных масел.
4. Как можно улучшить параметры минерального масла?
5. Приведите классификацию минеральных масел.
6. Как получают консистентные смазки?
7. Назовите основные физико-химические свойства консистентных смазок.
8. При каких температурных параметрах работают консистентные смазки.
9. Приведите классификацию смазочных систем.
10. Какие параметры определяются при испытании смазочных масел?
11. Как определяется расход смазочного масла в целом по горному предприятию?
12. Объясните процесс регенерации масла.
13. Какие задачи возложены на горюче смазочное хозяйство горного предприятия?

Глава 11. ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ РЕМОНТ

Технология современного горного производства требует применения большого числа машин и механизмов, выполняющих самые различные функции. Для поддержания оборудования в работоспособном состоянии необходима достаточно развитая цепь ремонтных баз, обеспечивающая систематическое ТО, текущие и капитальные ремонты оборудования.

Все ремонтные базы ГМиО разделяются на две группы:

собственные ремонтные базы, расположенные в подземных выработках и на поверхности шахт, рудников, разрезов и карьеров и обслуживающие только оборудование данного предприятия;

ремонтные базы, расположенные в определенных районах и обслуживающие группы горных предприятий.

К собственным ремонтным базам горных предприятий относятся: подземные участковые кладовые и мастерские кладовые; подземные общешахтные ремонтные мастерские; поверхностные общешахтные ремонтные мастерские; передвижные ремонтные мастерские и ремонтно-механические мастерские карьеров и разрезов.

К ремонтным базам, предназначенным для обслуживания шахт, рудников, карьеров и разрезов относятся: ЦЭММ (центральные электромеханические мастерские), РРЗ (рудоремонтные заводы) [29].

11.1. Подземные ремонтные базы шахт

Ремонт оборудования на шахтах может производиться на рабочем месте участкового электрослесаря, закрепленного за крупными машинами или за комплектами машин, общешахтных подземных ремонтных мастерских, в поверхностных мастерских шахты.

Рабочее место электрослесаря оборудуют на штреке, вблизи лавы или штрека, оснащая комплектами инструмента и быстроизнашивающихся запасных частей. По мере подвигания горных работ, рабочее место электрослесаря переносится на новое место.

Общешахтные подземные мастерские оборудуются, как правило, в специальных камерах околоствольного двора. В таких мастерских производят: плановые, текущие и аварийные ремонты электровозов; срочный несложный ремонт оборудования и заправку инструмента.

Они оснащаются токарными, вертикально-сверлильными, заточными станками, шкафами для инструмента и смазочных материалов, верстаками, на которые устанавливаются слесарные тиски, ваннами для промывки деталей и др. оборудованием.

В шахтных подземных мастерских выполняют работы, несложные по характеру и небольшие по объему: сборочно-разборочные работы, рубку, резку, опиловку, нарезку резьбы, чистку, промывку механизмов, сверление отверстий, холодную клепку, контрольные измерения и т.д. [3; 8].

11.2. Поверхностные ремонтно-механические мастерские

Поверхностные мастерские шахт и рудников предназначены для выполнения текущих и капитальных ремонтов более сложных по структуре и разнообразных по объему, чем ремонты в подземных условиях.

Кроме подземного оборудования в мастерских производят ремонт машин и механизмов, используемых на поверхностном комплексе шахты (рудника).

В поверхностной мастерской предусматривают сборочно-разборное, сварочное, механическое, кузнечное, инструментальное и электроремонтное отделения, а также кладовые для запасных частей и материалов. Здесь же может быть бурозаправочное отделение и отделение для ремонта и вулканизации конвейерных лент, кабелей, гумирования деталей горных машин, ремонта аккумуляторов.

Обычно шахтные поверхностные мастерские не имеют литейных цехов. Необходимое стальное, чугунное и цветное литье изготавливают ЦЭММы или РРЗ. Запасные детали обычно поставляются централизованно с заводов.

Для перемещения ГМиО в мастерских устанавливаются кран балки, тали и мостовые краны грузоподъемностью 3-5 тонн, а также используют рельсовые пути [51; 56].

11.3. Ремонтные механические мастерские карьеров

Участковые ремонтные мастерские на открытых разработках обычно размещаются непосредственно у разреза (карьера). Они состоят из складских и бытовых помещений.

Центральные механические мастерские карьеров кроме обычного оборудования должны иметь специальные станки и кузнечно-прессовое оборудование, позволяющее выполнять ремонт крупных деталей.

Широкое применение на открытых разработках получили передвижные ремонтные мастерские, оборудованные на автомобилях, прицепах, железнодорожных вагонах. Такие мастерские имеют токарно-винторезный станок, заточный станок, слесарный верстак, комплект инструментов и приспособлений, переносной горн и наковальню. На автомобильных прицепах предусматривают самостоятельный силовой агрегат, предназначенный для сварки и резки металла.

Ремонтные базы вагонного хозяйства на горных предприятиях включают в себя мастерские, депо и ремонтные площадки. В мастерских выполняют плановые ремонты вагонов, а также восстановительные работы при авариях подвижного состава.

Авторемонтные и автотракторные мастерские производят все виды ТО, текущих, а иногда капитальных ремонтов автосамосвалов, бульдозеров, скреперов, тягачей и т.д.

Ремонты крупного карьерного оборудования (роторные экскаваторы, отвалообразователи, драглайны и т.д.) выполняются на ремонтных площадках, расположенных вблизи его работы. Здесь же ремонтируют крупные детали и сборочные единицы (рамы, корпуса, стрела и т.д.). Остальные единицы отправляют на ремонтную базу.

11.4. Центральные электромеханические мастерские (ЦЭММ)

ЦЭММы предназначены для производства капитального ремонта некоторых типов ГМиО, его узлов и агрегатов и изготовления запасных частей и инструментов. В ЦЭММ ремонтируют насосы, вентиляторы местного проветривания, приводы конвейеров и перегружателей, погрузочные машины и некоторые типы бурового оборудования, пусковую аппаратуру и др. Специалисты ЦЭММов могут выполнять также работы по монтажу стационарного оборудования на шахтах: монтаж копров, подъемных машин, вентиляторов главного проветривания, насосов, ЛЭП и подстанций общешахтного назначения.

ЦЭММ, как правило, обслуживает группу шахт и рудников. Его состав зависит от объема выполняемых работ и условий, в которых они находятся.

В состав ЦЭММ входят следующие цехи: механосборочный, электроремонтный, кузнечно-котельный, литейный, металлоконструкций, инструментальный, модельный, металлообработки.

Механосборочный цех имеет отделения: демонтажно-разборочное; станочное; восстановительное; слесарно-сборочное; а также участок испытательных стендов и приспособлений.

Электроремонтный цех выполняет капитальный ремонт электродвигателей, трансформаторов, пусковой и измерительной аппаратуры. Цех имеет отделения: демонтажное, обмоточное, механической обработки, пропиточное, сушильное, сборочное, испытательное, ремонта приборов и релейной защиты.

Кузнечно-котельный цех обеспечивает все цехи и мастерские шахт. В его состав входят кузнечное, котельное, сборочно-сварочное отделения.

Литейный цех предназначен для отливки заготовок. В его состав входят отделения: плавильное с участками чугунного, стального и цветного литья; формовочный участок, обрубной, земельный.

В цехе металлоконструкций изготавливают несложные узлы и детали для ремонтируемых машин и различные металлоконструкции. Цех имеет два отделения – заготовительное и сборочное. Заготовительное состоит из разметочного и порезочного участков, а сборочное – из сварного и клепального.

В инструментальном цехе изготавливают инструменты и приспособления для эксплуатационных служб горных предприятий. В нем имеются термическое отделение и инструментально-раздаточная кладовая. В него входит метизное отделение, предназначенное для изготовления болтов, шайб, гаек, костылей, шплинтов и т.д.

Модельный цех предназначен для изготовления шаблонов и моделей из дерева.

Энергоцех производит ремонт оборудования подстанций и ЛЭП.

Рудоремонтные заводы, как и ЦЭММ, предназначены для выполнения капитального ремонта ГМиО, на них выполняются те же работы, что в ЦЭММ, но мощность их намного выше [51; 56].

11.5. Проектирование ремонтных баз

Проектирование ремонтных баз горных предприятий обычно проводится в одну или две стадии. При этом сначала утверждается технический проект, а затем рабочий проект.

В технологической части технического проекта определяют: годовую трудоемкость по видам ремонтных работ; разрабатывают положения по организации процесса ремонта объектов или их изготовления; устанавливают состав предприятия; определяют режим работы; фонды времени рабочих и оборудования; площади, расход пара, воды, энергии, газа и т.д.; число и состав работающих; технико-экономические показатели по основным производственным подразделениям.

Исходными данными для расчета ремонтной базы являются: ожидаемое количество техники на период проектирования; планируемые среднегодовые объемы работ по вскрыше и добыче; структура существующей ремонтной базы и перспектива ее развития.

При проектировании ремонтных мастерских шахт, рудников, карьеров и разрезов, ЦЭММ и РРЗ наиболее часто используют ценностный метод расчета и метод нормативной трудоемкости.

При первом методе отчисления на ремонт производят в виде определенного процента от общей стоимости оборудования, подлежащего ремонту. Полученная сумма является годовой стоимостью ремонтных работ и служит исходной величиной при проектировании ремонтных баз.

Расчетом определяются:

- балансовая стоимость оборудования, подлежащего ремонту в течение года:

$$C = n_1 c_1 + n_2 c_2 + \dots + n_z c_z = \sum_{i=1}^z n_i c_i, \quad (11.1)$$

где n_i – число машин i -го типа; c_i – балансовая стоимость машины i -го типа; z – число типов машин;

• годовая стоимость ремонтных и монтажно-демонтажных работ:

$$c_p = (0,09 \div 0,11)c; \quad (11.2)$$

• полная стоимость работ, выполненных на ремонтном предприятии:

$$c_n = \alpha c_p, \quad (11.3)$$

где $\alpha = 1,4 \div 1,7$ – коэффициент, учитывающий неплановые работы;

• общий годовой фонд заработной платы производственных рабочих:

$$c_3 = \psi c_n, \quad (11.4)$$

где $\psi = 0,28 \div 0,32$ – коэффициент затрат на заработную плату производственных рабочих;

• общий годовой фонд времени на выполнение производственной программы:

$$T = c_3 / p, \quad (11.5)$$

где p – средняя часовая ставка рабочего 5-го разряда;

• годовой фонд рабочего времени на одного рабочего:

$$\Phi_p = [t(365 - B - П - O)]k_{\text{п}}, \quad (11.6)$$

где t – продолжительность рабочей смены, ч; B – число выходных дней в году; $П$ – число праздничных дней в году; O – число отпускных дней в году; $k_{\text{п}} = 0,97 \div 0,98$ – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени в году по болезни и другим уважительным причинам;

• общее число производственных рабочих ремонтного предприятия:

$$N_{\text{пр}} = T / k_{\text{пн}} \Phi_p, \quad (11.7)$$

где $k_{\text{пн}} = 1,15 \div 1,2$ – коэффициент перевыполнения норм.

Необходимое число производственных рабочих по профессиям ориентировочно может быть принято (в % от общего числа): слесари – 70; станочники – 10; кузнецы – 8; электросварщики – 5; прочие – 7;

- общий штат ремонтного предприятия с учетом подсобных рабочих и такелажников, составляющих 10 % штата производственных рабочих и 8 % ИТР,

$$N_{общ} = 1,18 \cdot N_{пр}; \quad (11.8)$$

- годовой фонд рабочего времени оборудования:

$$\Phi_o = [t(365 - B - П)]n_{см}k_p, \quad (11.9)$$

где $n_{см}$ – число рабочих смен в сутки; $k_p = 0,92 \div 0,96$ – коэффициент, учитывающий простой оборудования и ТО и ремонт;

- число моечных машин или выварочных ванн:

$$N_m = \frac{NQ_q t_m}{\Phi_o q k_{и.м}}, \quad (11.10)$$

где N – число машин, подлежащих разборке; Q_q – масса промываемых деталей с одной машины, кг; t_m – время мойки машин, ч; q – масса одновременно загружаемых деталей в ванну ($q = 500 \div 2000$ кг); $k_{и.м}$ – коэффициент использования моечной машины или ванны ($k_{и.м} = 0,8 \div 0,9$ – для машины; $k_{и.м} = 0,5 \div 0,8$ – для ванны).

При расчете принимают

$$Q_q = (0,25 \div 0,40)Q, \quad (11.11)$$

где Q – масса разбираемой машины.

Время мойки в ванне 2-3 часа. При использовании машины с постоянно движущимся конвейером продолжительность нахождения деталей в моечной машине:

$$t_m = L / 60 \cdot v, \quad (11.12)$$

где L – длина конвейера, м; v – скорость движения ленты транспортера, м/мин;

- общее число металлорежущих станков:

$$N_{ст} = \frac{\beta_{ст} T}{\Phi_o k_{и.ст}}, \quad (11.13)$$

где $\beta_{\text{ст}} = 0,2 \div 0,35$ – коэффициент станочных работ; $k_{\text{и.ст}} = 0,5 \div 0,9$ – коэффициент использования станка.

Необходимое число станков по типам для шахтной ремонтно-механической мастерской, ЦЭММ и РРЗ ориентировочно принимается по справочникам;

- ориентировочное число постов для различных видов сварки:

$$П_{\text{св}} = \frac{\beta_{\text{св}} T C_{\text{св}}}{\Phi_o k_{\text{и.св}}}, \quad (11.14)$$

где $\beta_{\text{св}} = 0,05 \div 0,1$ – коэффициент сварочно-наплавочных работ; $C_{\text{св}}$ – коэффициент, учитывающий распределение между отдельными видами сварочных работ (для электродуговой сварки $C_{\text{св}} = 0,5 \div 0,6$; для ручной газовой сварки $C_{\text{св}} = 0,2 \div 0,1$; для механизированной наплавки $C_{\text{св}} = 0,1 \div 0,3$); $k_{\text{и.св}}$ – коэффициент использования сварочного поста (для электросварочного и газосварочного постов $k_{\text{и.св}} = 0,8 \div 0,9$; для поста механической наплавки $k_{\text{и.св}} = 0,5 \div 0,7$);

- площади производственных цехов и отделений:

$$S_{\text{отд}} = S_{\text{уд}} N_{\text{раб}}, \quad (11.15)$$

где $S_{\text{уд}}$ – удельная площадь на одного производственного рабочего, $\text{м}^2/\text{чел.}$ (для разборочно-сборочного и моечного отделений $S_{\text{уд}} = 30 \div 40 \text{ м}^2/\text{чел.}$; для сварочного и кузнечного $S_{\text{уд}} = 20 \div 30 \text{ м}^2/\text{чел.}$; для механического и электроремонтного $S_{\text{уд}} = 15 \div 25 \text{ м}^2/\text{чел.}$); $N_{\text{раб}}$ – число рабочих производственного отделения ремонтного предприятия;

- общая площадь ремонтной базы:

$$S_{\text{р.б}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{отд.}i} + 0,01 \sum_{i=1}^n S_{\text{отд.}i} (S_a + S_b + S_c), \quad (11.16)$$

где $\sum_{i=1}^n S_{\text{отд.}i}$ – суммарная площадь производственных отделений, м^2 ;

S_a, S_b, S_c – площади административных, вспомогательных и складских помещений, составляющих соответственно 4, 10 и 6 % от суммарной производственной площади.

При расчете объема ремонтных работ методом нормативной трудоемкости плановая годовая трудоемкость определяется:

$$T_n = \sum_{i=1}^n T_i N_i, \quad (11.17)$$

где n – число марок ремонтируемых машин; T_i – нормативная трудоемкость ремонта машины i -й марки, чел./ч; N_i – число ремонтируемых машин i -й марки.

Трудоемкость ремонта отдельных машин определяется по действующим нормативам. Если трудоемкость неизвестна, то ее можно определить по трудоемкости конструктивно подобной машины, используя формулу:

$$T = T_{\text{изв}} \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{Q_{\text{изв}}}\right)^2}, \quad (11.18)$$

где $T_{\text{изв}}$ – трудоемкость ремонта однотипной машины; $Q, Q_{\text{изв}}$ – соответственно масса машины с неизвестной и известной трудоемкостью ремонта [3; 8].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите ремонтные предприятия, которые относятся к ремонтным базам.
2. Назовите участки, относящиеся к собственным рабочим базам.
3. Расскажите о подземных ремонтных мастерских.
4. Расскажите о поверхностных ремонтно-механических мастерских.
5. Расскажите о ремонтных механических мастерских карьеров.
6. Назовите основные цехи, которые должны входить в состав ЦЭММ и РММ?
7. Какие материалы являются исходными при проектировании ремонтных баз?
8. Какие методы используются для проектирования ремонтной базы?

Заключение

Решающим фактором эффективного использования мощного горного оборудования является дальнейшее совершенствование организации и планирования ремонтного производства – внедрение индустриальных методов повышения качества ремонтов, снижения ремонтных затрат.

Ускорение ремонтного производства достигается: централизацией и специализацией всех видов ремонтного обслуживания, монтажных и наладочных работ; внедрения прогрессивных методов технического обслуживания и ремонта, а так же многосменной организацией труда; совершенствованием технологии ремонта оборудования, методов и средств технической для объективной оценки технического состояния оборудования, а также средств контроля за расходом ресурсов отдельных сборочных единиц и агрегатов; повышением уровня технического обеспечения ремонтного персонала средствами механизации; внедрением специализированных инструментов, приспособлений, контрольно-измерительных приборов и средств в практику выполнения ремонтных работ; внедрения номенклатуры и объема восстановления деталей путем внедрения износостойких наплавов и компенсационных вставок; применение металлокерамических добавок для восстановления трущихся деталей в процессе эксплуатации; техническим перевооружением ремонтных баз на основе современной техники.

Библиографический список

1. Атабеков В.Б. Ремонт электрооборудования промышленных предприятий. – М.: Высш. шк., 1970.
2. Бельфедор В.Е., Горлин А.М., Морозов В.И. Автоматизация управления ремонтом оборудования на горных предприятиях. – М.: Недра, 1986.
3. Бритарев В.А. Эксплуатация и ремонт горных машин: Конспект лекций. – М.: Изд-во МГИ, 1986.
4. Бубновский Б.И., Ефимов В.Н., Морозов В.И. Ремонт шагающих экскаваторов: Справочник. – М.: Недра, 1991.
5. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт горных машин. – М.: Высш. шк., 1981.
6. Гимельштейн Л.Я. Ремонт и обслуживание подземного оборудования. – М.: Недра, 1979.
7. Гимельштейн Л.Я. Техническое обслуживание и ремонт подземного оборудования. – М.: Недра, 1984.
8. Гончаров И.Б., Матангин К.М. Дефектоскопия оборудования в угольной промышленности. – М.: Недра, 1990.
9. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Стандарт, 1978.
10. ГОСТ 2-601-68 (95 г. по ИУСУ 5-96): Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. – М.: Стандарт, 1995.
11. ГОСТ 27674-88 (7-88). Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения. – М.: Стандарт, 1988.
12. ГОСТ 20911-75 (89 г. по ИУСУ 4-90). Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Стандарт, 1989.
13. Груба В.И., Калинин В.В., Макаров М.И. Монтаж и эксплуатация электроустановок. – М.: Недра, 1991.
14. Дефектоскопия деталей локомотивов и вагонов / Ф.В. Левакин, И.М. Лысенко, А.Н. Матвеев и др. – М.: Транспорт, 1974.
15. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
16. Зайков В.И. Эксплуатация горных и транспортных машин и комплексов: Учебное пособие. В 2-х ч. – М.: Изд-во МГИ, 1985.
17. Замышляев В.Ф., Русихин В.И., Шешко Е.Е. Эксплуатация и ремонт карьерного оборудования. – М.: Недра, 1991.
18. Изделия угольного машиностроения. Порядок разработки эксплуатационных документов. – М.: М-во угольной пром-сти СССР, 1977.
19. Инструкция по выполнению шахтного заземления с использованием естественных заземлителей. – Макеевка-Донбасс, 1988.
20. Кавецкий З., Стахурский Я. Магнитная дефектоскопия стальных канатов /Пер. с польск. И.Б. Доржинкевича. – М.: Недра, 1974.

21. Казачков В.А., Варламова И.Н. Опыт упрочнения деталей горношахтного оборудования. – М.: ЦНИЭИуголь, 1984.
22. Каминский В.И. Инструменты и приспособления для монтажа средств автоматизации. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
23. Капитальный ремонт горношахтного оборудования / В.И. Остапенко, В.И. Попов, В.И. Морозов и др. – М.: Недра, 1986.
24. Коротков Г.С., Членов М.Я. Ремонт оборудования и аппаратуры распределительных устройств. – М.: Высш. шк., 1990.
25. Коллакот Р.А. Диагностирование механического оборудования. – М.: Машиностроение, 1980.
26. Кораблев А.А., Скрипка В.А. Устройство, эксплуатация и ремонт шахтного оборудования. – М.: Недра, 1990.
27. Малашкина В.А., Мали В.Б. Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования шахт. – М.: Недра, 1990.
28. Майзель В.С., Навроцкий Д.И. Сварные конструкции. – М.: Машиностроение, 1974.
29. Метлин Ю.К., Новиков И.В., Акиньев С.А. Сварочные и наплавочные работы при ремонте строительных машин. – М.: Строиздат, 1981.
30. Методика обоснования специализации ремонтного предприятия или его подразделения на ремонт металлоконструкций очистного оборудования. – Новомосковск, 1973.
31. Методика разработки нормативов расхода запасных частей к горношахтному оборудованию. – М., 1987.
32. Мозгалеvский А.В., Гаскаров Д.В. Техническая диагностика. – М.: Высш. шк., 1975.
33. Набатников Ю.Ф., Товалева С.Б. Автоматизированная подсистема управления угольным машиностроением. – М.: ЦНИЭИуголь, 1978.
34. Неразрушающий контроль металлов и изделий/ Под ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машиностроение, 1976.
35. Организация ремонта экскаваторов в Кузбассе/ Е.С. Никонов, В.Н. Ефимов, Б.Г. Бережной и др. – М.: ЦНИЭИуголь, 1974.
36. Положение об организации технического обслуживания и ремонта дорожно-транспортного оборудования на разрезах. – Челябинск, 1987.
37. Положение о планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта оборудования угольных и сланцевых шахт Минуглепрома СССР. – М.: Изд-во ИГД им. А.А. Скочинского, 1981.
38. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. – М.: Недра, 1997.
39. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
40. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоиздат, 1997.
41. Правила технической эксплуатации электроустановок. – М.: Энергоиздат, 1997.
42. Правила техники безопасности. – М.: Энергоиздат, 1997.

43. Применение электрофизических и электрохимических методов обработки на заводах угольного машиностроения. – М.: ЦНИЭИуголь, 1979.
44. Рабоче-консервационные смазочные материалы. – М.: Химия, 1979.
45. Ремонт забойных машин / Б.П. Воробьев, В.П. Воробьев, Ю.Л. Ковенский и др. – М.: Недра, 1976.
46. Ремонт шагающих экскаваторов/ Б.И. Бубновский, И.К. Буйный, В.Н. Ефимов и др. – М.: Недра, 1982.
47. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту шахтных стационарных компрессорных установок. – М.: Недра, 1983.
48. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту шахтных подъемных установок. – М.: Недра, 1983.
49. Руководство по оборудованию и эксплуатации систем автоматической газовой защиты и централизованного телеконтроля содержания метана «Метан» на угольных шахтах. – М., 1985.
50. Русихин В.И. Эксплуатация и ремонт механического оборудования карьеров. – М.: Недра, 1982.
51. Седаков Л.В., Соболев В.Г. Справочник электромонтажника шахтных электрических сетей. – М.: Недра, 1986.
52. Солод Г.И., Морозов В.И., Русихин В.И. Технология машиностроения и ремонта горных машин. – М.: Недра, 1988.
53. Техническое обслуживание и текущий ремонт стационарного оборудования /В.М. Бирюков, В.А. Пристром, В.И. Матвеев и др. – М.: Недра, 1988.
54. Трегубов Н.М., Акастелов Л.Ф. Ремонт горных машин. – М.: Недра, 1978.
55. Ходюшин М.Т., Чумаков В.А. Техническое обслуживание аппаратуры автоматизации забойного оборудования. – М.: Недра, 1990.
56. Методы испытаний и диагностики кабелей и проводов. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
57. Шилов П.М. Технология производства и ремонт горных машин. – М.: Недра, 1971.
58. Электрослесарь по ремонту и эксплуатации электрооборудования карьеров: Справочник рабочего/ А.Н. Железных, Н.А. Зосименко, В.М. Мельник и др. – М.: Недра, 1986.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЧАСТЬ I. МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНЫХ МАШИН	4
Глава 1. Условия эксплуатации горных машин и электрооборудования	4
1.1. Техническая эксплуатация горных машин и электрооборудования	4
1.2. Условия эксплуатации горного оборудования	4
Глава 2. Общие вопросы эксплуатации	9
2.1. Приемка оборудования на горном предприятии	9
2.2. Нормативная и проектная документация	11
2.3. Хранение горного оборудования	16
Глава 3. Монтаж горных машин	19
3.1. Общие сведения	19
3.2. Монтажная документация	20
3.3. Подготовка фундаментов	23
3.4. Монтаж оборудования	26
3.5. Монтаж отдельных видов горных машин	34
Глава 4. Монтаж горного оборудования в подземных выработках	42
4.1. Контрольная сборка оборудования на поверхности	42
4.2. Доставка горного оборудования на место монтажа	42
4.3. Выбор рациональных технологических схем производства монтажных работ	47
4.4. Монтаж забойного оборудования	48
4.5. Основные технологические операции при монтаже очистного комбайна	52
Глава 5. Монтаж горного оборудования на открытых горных работах	55
5.1. Доставка оборудования к месту монтажа на карьерах	55
5.2. Монтаж горных машин на карьерах	55
5.3. Монтаж одноковшовых экскаваторов	57
5.4. Монтаж шагающих экскаваторов	59
5.5. Монтаж роторных комплексов	61
5.6. Обкатка и испытание машин	63
Глава 6. Основные неисправности горных машин	67
6.1. Техническое состояние горного оборудования	67
6.2. Виды разрушения деталей	69
6.3. Изнашивание	70
6.4. Методы измерения износа деталей	74
6.5. Мероприятия по замедлению износа деталей машин	75
Глава 7. Техническое обслуживание и ремонт горного оборудования	77
7.1. Система ППР	77
7.2. Структура ремонтного цикла	86
7.3. Организация технического обслуживания и ремонтов	88
7.4. Планирование ремонтов горных машин и оборудования	91

7.5. Обеспечение горных машин и электрооборудования запасными деталями и узлами	93
Глава 8. Технология подготовки машин к ремонту	96
8.1. Организационно-технологические методы проведения ремонтов	97
8.2. Сдача машин в ремонт и разборка машин	100
8.3. Мойка деталей	103
8.4. Методы измерения, контроль и дефектоскопия деталей	106
Глава 9. Технология ремонта основных деталей горных машин	115
9.1. Восстановление деталей механической обработкой	115
9.2. Ремонт деталей сваркой	118
9.3. Ремонт деталей металлизацией	128
9.4. Электрохимические и химические способы восстановления и обработки деталей	129
9.5. Электрофизические способы восстановления деталей	133
9.6. Восстановление деталей полимерными материалами	135
Глава 10. Смазка машин и оборудования	138
10.1. Классификация смазочных материалов	138
10.2. Смазочные масла	138
10.3. Консистентные смазки	142
10.4. Смазочные системы	144
10.5. Испытание смазочных материалов	146
10.6. Определение расхода смазочных материалов	146
10.7. Регенерация масла	148
10.8. Приемка, хранение, и выдача горюче-смазочных материалов	148
Глава 11. Централизованный ремонт	150
11.1. Подземные ремонтные базы шахт	150
11.2. Поверхностные ремонтно-механические мастерские	151
11.3. Ремонтные механические мастерские карьеров	151
11.4. Центральные электромеханические мастерские (ЦЭММ)	152
11.5. Проектирование ремонтных баз	153
ЧАСТЬ II. МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВА- НИЯ	158
Глава 12. Требования к горному электрооборудованию	158
12.1. Классификация электропомещений	158
12.2. Классификация электрооборудования	161
12.3. Контроль состояния электрооборудования	165
12.4. Требования к электротехническому персоналу	168
12.5. Средства защиты, применяемые в электроустановках	170
12.6. Безопасное производство работ в действующих электро- установках	171

12.7. Поражение электрическим током. Первая помощь при поражении электрическим током	175
Глава 13. Монтаж и ремонт электрических машин	178
13.1. Монтаж электрических машин	178
13.2. Испытание электрических машин	181
13.3. Особенности монтажа электрических машин в горных выработках	182
Глава 14. Монтаж взрывобезопасного электрооборудования	183
14.1. Монтаж комплектных распределительных устройств (КРУ)	184
14.2. Монтаж силовых трансформаторов и передвижных трансформаторных подстанций	186
14.3. Монтаж распределительных пунктов	188
14.4. Монтаж аппаратуры газовой защиты	189
14.5. Монтаж электрооборудования электровозных гаражей и преобразовательных подстанций	191
Глава 15. Монтаж аппаратуры автоматизации	194
15.1. Монтаж средств автоматизации на поверхности шахты	194
15.2. Монтаж аппаратуры автоматизации в шахте	195
Глава 16. Монтаж электрического освещения	202
16.1. Монтаж осветительных установок на поверхности шахт	202
16.2. Монтаж осветительных установок в шахтах	203
16.3. Освещение карьеров	204
Глава 17. Монтаж электрооборудования подстанций и распреде- лительных устройств	206
17.1. Монтаж изоляторов и шин	206
17.2. Монтаж разъединителей, отделителей, короткозамыка- телей и предохранителей	211
17.3. Монтаж выключателей	213
17.4. Монтаж реакторов	214
17.5. Монтаж измерительных трансформаторов	216
17.6. Монтаж силовых трансформаторов	217
17.7. Монтаж комплектных трансформаторных подстанций (КТП) и комплектных распределительных устройств (КРУ)	220
Глава 18. Монтаж электрических аппаратов	222
Глава 19. Монтаж кабельных линий	224
19.1. Раскатка кабелей	225
19.2. Прокладка кабеля на поверхности шахт и рудников	226
19.3. Прокладка кабелей в подземных выработках	228
19.4. Соединение и присоединение кабеля	231
19.5. Защиты металлических оболочек кабеля от коррозии	235
Глава 20. Воздушные линии электропередачи	238
20.1. Строительные работы	241
20.2. Монтаж воздушных линий электропередачи	243

Глава 21. Защитное заземление	246
21.1. Назначение и конструкция заземляющих устройств	246
21.2. Заземление электрического оборудования	247
21.3. Монтаж заземления подземных электроустановок	249
21.4. Защитное заземление на карьерах	253
Глава 22. Ремонт и техническое обслуживание электрооборудования	259
22.1. Организация ремонта электрооборудования	259
22.2. Ремонт электрических двигателей	259
22.3. Ремонт взрывозащищенного электрооборудования	263
22.4. Ремонт выключателей	265
22.5. Ремонт разъединителей и предохранителей	267
22.6. Ремонт электрических аппаратов	268
22.7. Ремонт изоляторов и шин	268
22.8. Ремонт реакторов	269
22.9. Ремонт измерительных трансформаторов	270
22.10. Ремонт силовых трансформаторов	270
22.11. Ремонт комплектного распределительного устройства (КРУ)	271
22.12. Ремонт кабелей	272
22.13. Обход и осмотр, техническое обслуживание (ТО) и ремонт линий электропередачи (ЛЭП)	274
22.14. Техническое обслуживание (ТО) и ремонт защитного заземления	275
Заключение	277
Библиографический список	279

Курбатова Ольга Александровна
Павлюченко Валерий Михайлович

**МОНТАЖ И РЕМОНТ ГОРНЫХ МАШИН
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Редактор В.В. Сизова
Техн. редактор Н.М. Белохонова
Компьютерная верстка Б.В. Макишина

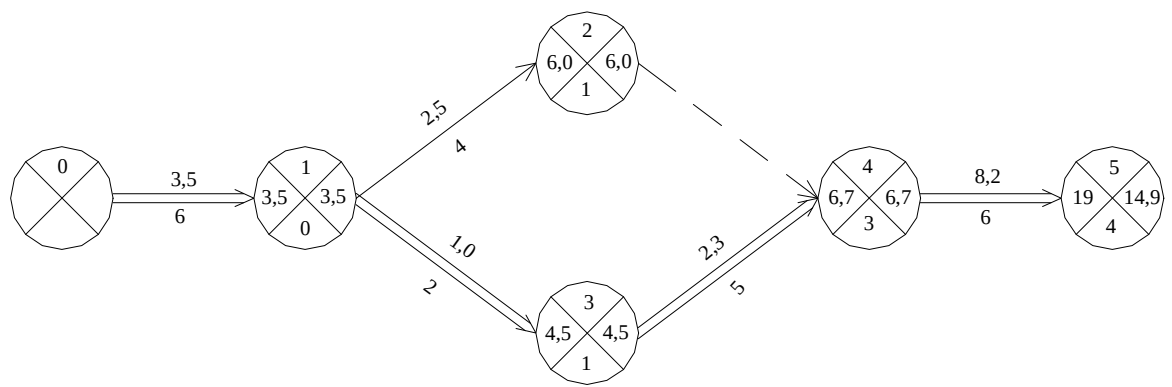
Подписано в печать . Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 16,28. Уч.-изд. л. 17,32.

Тираж 100 экз. Заказ .

Издательство ДВГТУ, 690950, Владивосток, Пушкинская, 10
Типография издательства ДВГТУ, 690950, Владивосток, Пушкинская, 10

Рис. 1.1. Структурная схема технической эксплуатации ГМиО



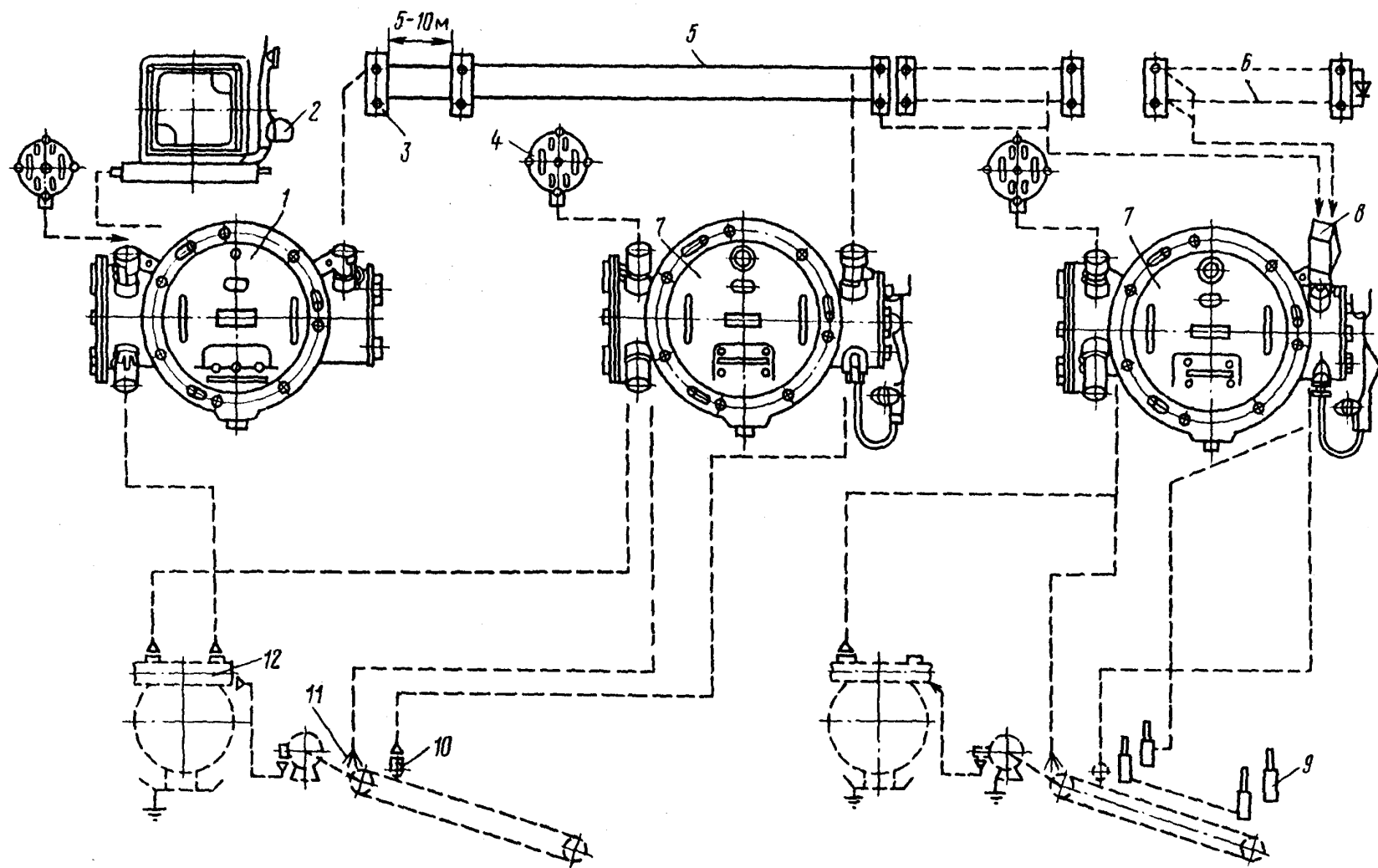


Рис. 15.2. Схема подключения аппаратуры автоматизации и управления конвейерными линиями АУК – 1М:

1 – пульт управления; 2 – телефонная трубка; 3 – провододержатель; 4 – сирена; 5 – цепь управления; 6 – аварийное отключение; 7 – блок управления; 8 – блок концевого реле; 9 – датчик схода ленты; 10 – датчик скорости; 11 – датчик заштыбовки; 12 – пускатель (штриховые линии – это функциональные связи аппаратов)

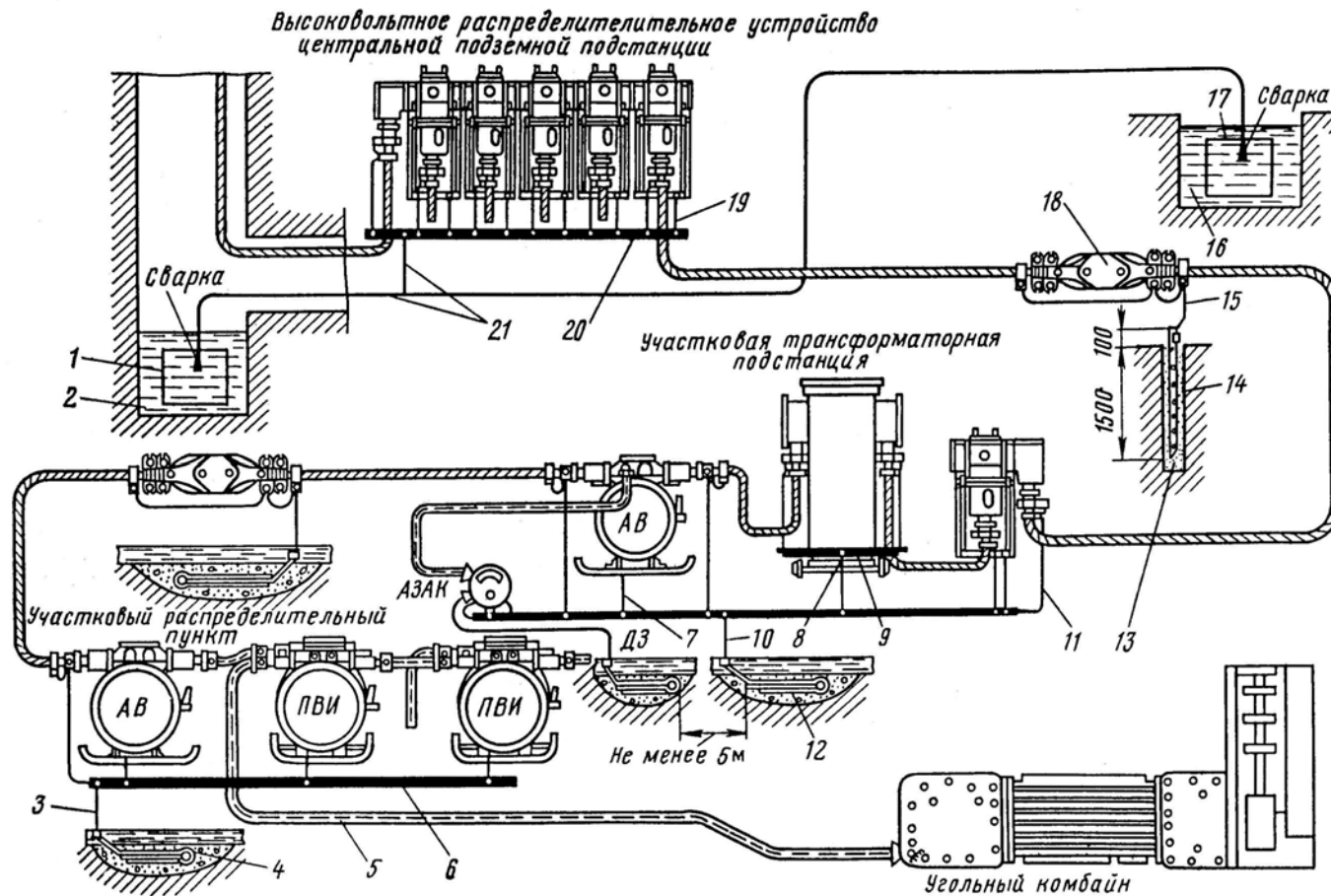


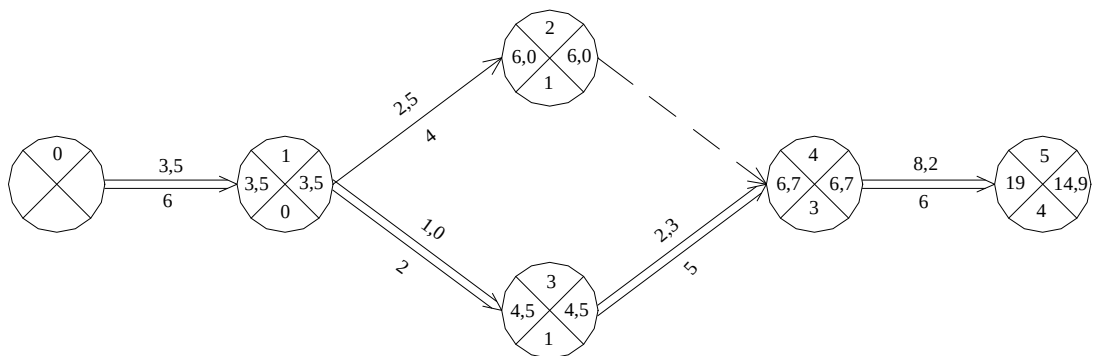
Рис. 21.5. Схема шахтной заземляющей сети:

1, 17 – главный заземлитель – сталь (толщина 5 мм, площадь $0,75 \text{ м}^2$); 2 – зумпф; 3, 10 – отвод – сталь площадью сечения 50 мм^2 ; 4 – местный заземлитель; 5 – заземляющая жила гибкого кабеля; 6, 11 – заземляющая полоса площадью сечения 50 мм^2 ; 7, 15, 19 – проводник – сталь площадью сечения 50 мм^2 ; 8 – заземляющий болт; 9 – перемычка, соединяющая броню высоковольтного и низковольтного кабелей с корпусом; 12 – местный заземлитель в сточной канаве – сталь (толщина 3 мм, площадь $0,6 \text{ м}^2$); 13 – песок; 14 – местный заземлитель в сухом месте – стальная труба диаметром 35 мм; 16 – водосборник; 18 – соединительная кабельная муфта; 20 – заземляющая шина не менее $30 \times 3 \text{ мм}$; 21 – отвод – сталь площадью сечения 100 мм^2 ; АВ – автоматический выключатель; ПВИ – пускатель; АЗАК – аппарат защиты; РВД-6 – взрывобезопасная ячейка; ДЗ – дополнительный заземлитель

а)



б)



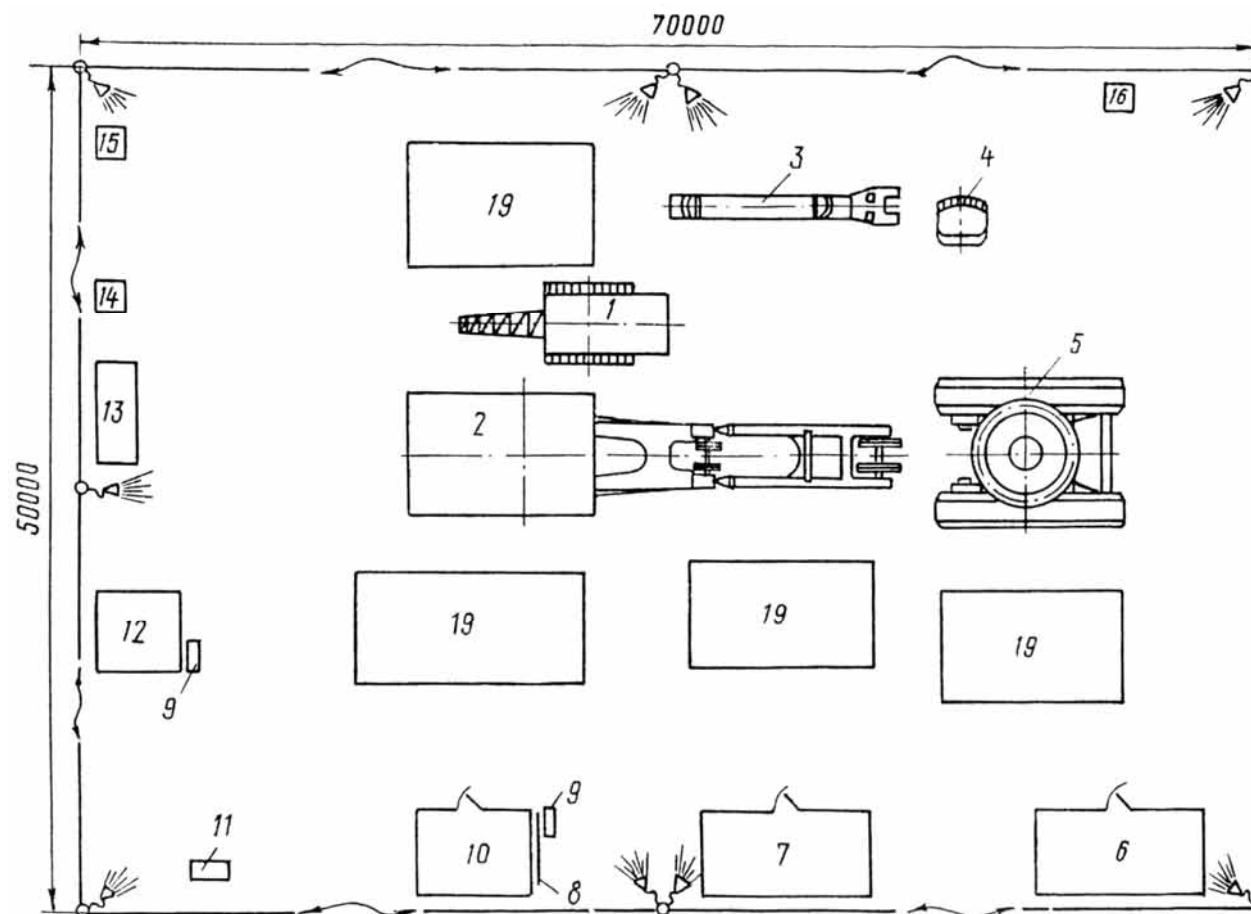


Рис. 5.1. Схема расположения временных сооружений и оборудования на монтажной площадке:
 1 – кран гусеничный; 2 – поворотная платформа; 3 – рукоять; 4 – ковш; 5 – ходовая тележка; 6 – столовая; 7 – помещение для отдыха рабочих; 8 – противопожарный щит с навесом; 9 – ящик с песком; 10 – помещение для хранения приборов, аппаратов, мерительного и слесарного инструмента; 11 – туалет; 12 – площадка для горючесмазочных материалов; 13 – площадка для металлолома; 14 – площадка с навесом для кислородных баллонов; 15 – площадка с навесом для пропановых баллонов; 16 – трансформаторная подстанция с распределительным щитом; 17 – прожекторы; 18 – электролиния 380/220 В; 19 – площадка для разборки, сборки и хранения узлов

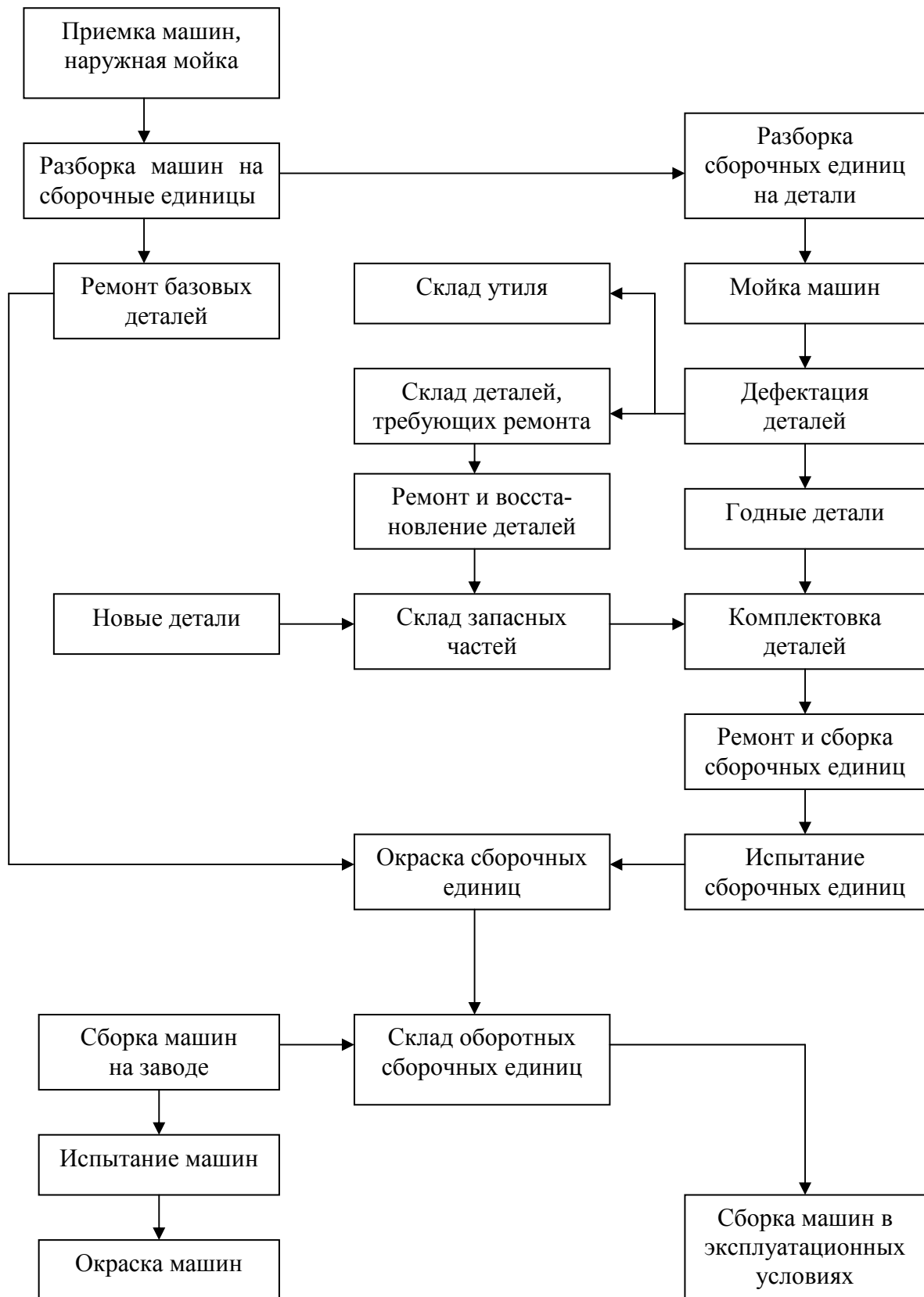


Рис. 9.3. Технологическая схема сменно-узлового ремонта

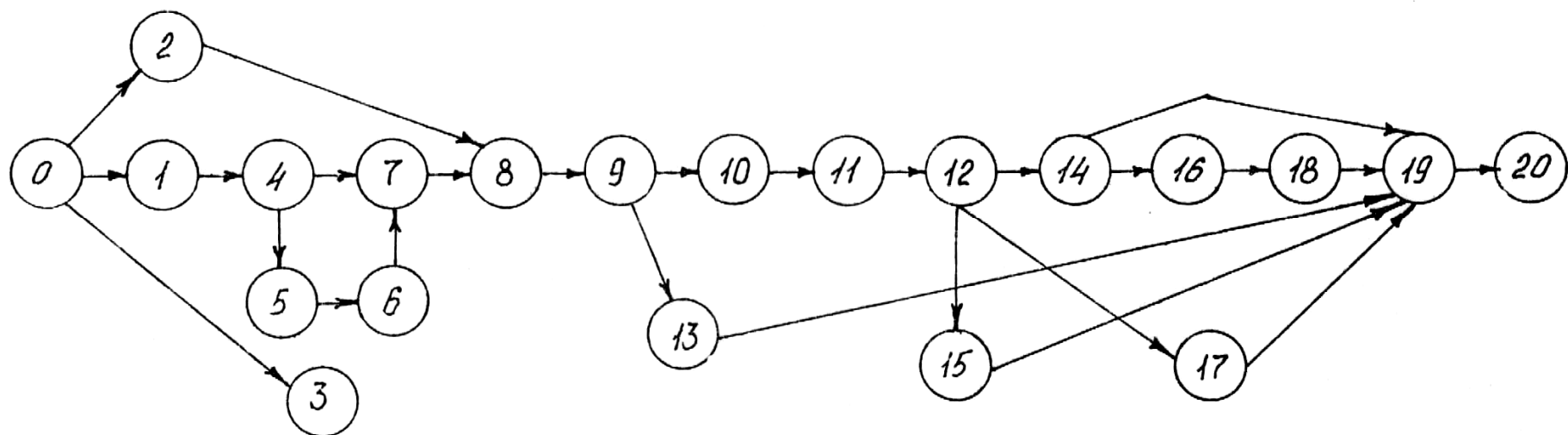


Рис. 5.2. Сетевой график монтажа ЭШ – 20/90А



Рис. 1.2. Факторы, влияющие на техническое состояние ГМиО

