

Н.М. ТРЕГУБОВ, Л.Ф. АКАСТЕЛОВ

РЕМОНТ ГОРНЫХ МАШИН

*ДОПУЩЕНО МИНИСТЕРСТВОМ ТЯЖЕЛОГО
И ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ
В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНИКА
ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНИКУМОВ*

МОСКВА «НЕДРА» 1978

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Контрольные вопросы.....	6
ГЛАВА 1. НАДЕЖНОСТЬ ГОРНЫХ МАШИН.....	7
§ 1. Характеристика и условия работы горного оборудования.....	7
Характеристика горных машин.....	7
Условия работы горных машин.....	7
Требования, предъявляемые к горным машинам.....	8
§ 2. Факторы, определяющие надежность горных машин.....	8
§ 3. Трение и износ.....	10
Виды трения.....	10
Общее понятие об изнашиваемости горных машин.....	12
Классификация износов.....	12
Методы уменьшения износа.....	15
§ 4. Определение неисправностей оборудования.....	18
Методы обнаружения неисправностей машин.....	18
Обнаружение неисправностей деталей машин.....	19
§ 5. Допустимый износ деталей.....	21
Общие сведения о допусках и посадках.....	21
Влияние качества поверхности деталей на посадку.....	21
Допустимый износ деталей.....	22
Измерение износов.....	24
Инструменты и приборы для измерения степени износа.....	25
§ 6. Прочность элементов горных машин.....	25
Влияние характеристик привода на формирование нагрузок.....	27
Основные пути улучшения динамических характеристик горных машин.....	28
§ 7. Смазка и уход за горным оборудованием.....	29
Общие сведения о смазочных материалах.....	29
Физико-химические свойства смазочных масел.....	29
Сорта смазок, применяемых при эксплуатации горных машин.....	31
Выбор смазочных материалов.....	33
Смазывание горных машин.....	34
Карты смазки.....	35
Нормы расхода смазочных материалов.....	37
Уплотняющие устройства горных машин.....	37
Газовая смазка.....	38
§ 8. Организация смазочного хозяйства.....	38
Оборудование кладовой.....	38
Выдача и доставка смазочных материалов.....	39
Сбор и регенерация отработанных масел.....	39
Контрольные вопросы.....	40
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	41
§ 9. Ремонтные службы горного предприятия.....	41
Назначение и структура ремонтных служб.....	41
Категории ремонтных рабочих.....	42
Учет оборудования.....	43
§ 10. Система планово-предупредительных ремонтов горного оборудования.....	44
Обоснование системы планово-предупредительных ремонтов оборудования.....	44
Положение о планово-предупредительных ремонтах.....	45
Составные элементы системы планово-предупредительных ремонтов.....	45
Аварийные ремонты.....	47
§ 11. Организация и планирование ремонтов.....	48
Основные ремонтные нормативы.....	48
Планирование ремонтов.....	50
Передача оборудования в ремонт и приемка его после ремонта.....	54
Порядок списания оборудования.....	55
§ 12. Ремонтные базы горных предприятий.....	55
§ 13. Ремонтные предприятия.....	56
Центральные электромеханические мастерские.....	56
Ремонтные заводы.....	57
Специализация и кооперирование ремонтных предприятий.....	57
Контрольные вопросы.....	58
ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН.....	59
§ 14. Понятие о технологическом процессе ремонта. Подготовка ремонтов.....	59
Организационная подготовка капитального ремонта машины.....	59
Конструкторская подготовка.....	59
Технологическая подготовка.....	59

Разборка машин.....	60
Мойка деталей.....	61
Сортировка деталей по годности.....	62
§ 15. Восстановление деталей механической обработкой.....	63
Ремонтные размеры.....	63
Восстановление деталей механической обработкой.....	63
§ 16. Восстановление деталей сваркой и наплавкой.....	64
Оборудование для электродуговой сварки.....	64
Оборудование для газовой сварки и резки.....	67
Подготовка деталей к сварке.....	68
Ремонт стальных деталей сваркой.....	68
Ремонт сваркой деталей из чугуна.....	69
Сварка деталей из алюминия.....	70
Наплавкой твердыми сплавами.....	70
Восстановление деталей вибродуговой наплавкой.....	71
Другие виды сварки и наплавки деталей.....	72
§ 17. Другие способы восстановления деталей.....	73
Восстановление деталей металлизацией.....	73
Плазменное напыление материалов.....	74
Восстановление деталей электролитическим покрытием.....	74
Химическое покрытие деталей никелем и хромом.....	77
Ремонт деталей полимерными материалами.....	77
Восстановление деталей электрическими способами обработки металлов.....	78
§ 18. Ремонт деталей и узлов горных машин.....	79
Ремонт осей и валов.....	79
Ремонт деталей зубчатых и цепных передач.....	80
Ремонт резьбовых, шпоночных и шлицевых соединений.....	80
Восстановление подшипниковых узлов.....	81
Ремонт цилиндров и поршней.....	82
Устранение неисправностей муфт.....	82
Ремонт пружин и рессор.....	83
Ремонт деталей гидравлических устройств.....	83
Ремонт металлоконструкций.....	84
§ 19. Балансировка деталей и узлов после ремонта.....	84
§ 20. Сборка машин.....	86
§ 21. Особенности сборки узлов.....	88
§ 22. Контроль и испытание машин после ремонта.....	94
Контрольные вопросы.....	95
ГЛАВА 4. РЕМОНТ ГОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.....	96
§ 23. Общие вопросы ремонта электрических машин и аппаратов.....	96
§ 24. Ремонт пусковой и регулирующей аппаратуры.....	96
§ 25. Ремонт электродвигателей постоянного тока.....	98
§ 26. Ремонт двигателей переменного тока.....	99
§ 27. Основные требования, предъявляемые к электрооборудованию взрывобезопасного исполнения.....	100
Контрольные вопросы.....	101
ГЛАВА 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	103
§ 28. Общие вопросы техники безопасности и промышленной санитарии.....	103
§ 29. Основные правила безопасности при ремонтных работах.....	104
Слесарные работы.....	104
Электрослесарные работы.....	106
Сварочные работы.....	106
§ 30. Создание благоприятных условий труда в гальванических отделениях.....	107
Контрольные вопросы.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Неуклонное развитие народного хозяйства нашей страны неразрывно связано с развитием сырьевой базы современной индустрии — горнодобывающей промышленности. Поэтому пятилетними планами постоянно предусматривается наращивание производственных мощностей, повышение технической вооруженности этой отрасли, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов. Для добычи руд и угля открытым и подземным способами в стране создан ряд высокопроизводительных машин и комплексов, которые по своим техническим данным находятся на уровне лучших зарубежных образцов, а конструкции многих отечественных машин не имеют аналогов в зарубежной практике.

Дальнейшее развитие горнодобывающей промышленности будет происходить не только за счет ввода в эксплуатацию новых предприятий, разработки новых горных машин и комплексов, но и путем интенсификации работы существующего оборудования, его модернизации и продления сроков службы. Это обусловлено тем, что долговечность некоторых узлов и Деталей горных машин зачастую ниже технически возможных и экономически целесообразных сроков.

Наш век является веком научно-технической революции, веком комплексной механизации и автоматизации производственных процессов. По мере создания горных комплексов, автоматических и поточных линий значение надежности оборудования значительно возрастает. Это связано с тем, что при комплексной работе горных машин или поточной технологии горного производства поломка одной какой-либо детали приводит к простоя не одной машины, а всего комплекса, всей технологической линии, что наносит большой материальный ущерб народному хозяйству страны.

В связи с этим интересы современного горного производства требуют, чтобы оборудование работало бесперебойно в течение достаточно длительного, заранее заданного межремонтного периода. Для достижения поставленной цели необходимо полностью исключить причины, вызывающие поломки деталей, и поднять до целесообразного уровня их износостойкость.

Опыт и вся история развития техники свидетельствуют о том; что создание горного оборудования высокой надежности и хороших условий для его безаварийной работы является весьма длительным процессом. Этот процесс связан с необходимостью создания высокопрочных материалов, идущих на изготовление оборудования, требует коренного улучшения конструкций горных: машин и технологии их производства, совершенствования технологии горных работ, роста квалификации рабочих кадров машиностроителей и эксплуатационников и дальнейшего воспитания их коммунистического отношения к труду. Поэтому, наряду с решением этих задач, на данном этапе развития горного производства одним из путей быстрее повышения эффективности работы оборудования, повышения его надежности является организация своевременных и качественных профилактических ремонтов. Для этого на горнодобывающих предприятиях имеются ремонтные мастерские, участки и цехи, развивается сеть ремонтных заводов и гарантийных служб заводов-изготовителей горного оборудования.

Повышение надежности машин неразрывно связано с необходимостью понижения интенсивности их износа, что является одной из важнейших научно-технических проблем. В исследовании вопросов велика роль русских и советских ученых. Еще в 1752 г. гениальный русский ученый М.В. Ломоносов исследовал процесс износа металлов истиранием. В 1920 г. Д.Л. Бабошин ставил опыты по истиранию стали и вопросы износа деталей. В этой же связи необходимо отметить имена таких деятелей отечественной науки, как проф. Н.П. Петров — основоположник гидродинамической теории трения и смазки, которая в дальнейшем была развита проф. Н.Е. Жуковским, акад. С.А. Чаплыгиным, проф. Н.И. Мерцаловым и др.; акад. Н.Н. Давиденков, который в 1929 г. впервые ввел в свой курс лекций раздел об износе металлов, где рассмотрел методы и результаты испытания металлов на износ; проф. А.К. Зайцев, выполнивший большой объем теоретических и экспериментальных работ по изучению износа металлов, свойств антифрикционных материалов и смазок; проф. И.В. Крагельский, разработавший классификацию видов износа металлов трением и многих других. Исследования вопросов трения и износа в настоящее время получили широкое развитие во многих научно-исследовательских институтах страны.

Советские ученые и инженеры внесли достойный вклад в работу вопросов технологии ремонтов. Выдающуюся роль в этом деле сыграли прежде всего Н.Н. Бенардос и Н.Г. Славянов — авторы великого русского изобретения — электродуговой сварки; акад. Е.О. Патон, вместе со своей школой разработавший и внедривший автоматическую электродуговую сварку под слоем флюса; акад. Б.С. Якоби, впервые установивший техническую возможность и практическую значи-

мость электролитического осаждения металлов; проф. И.Н. Назаров — изобретатель карбинольного клея и многие другие.

Вопросы организации и совершенствования методов ремонта горного оборудования в нашей стране исторически неразрывно связаны с этапами становления и развития горнодобывающих отраслей промышленности — угольной и горнорудной. Так, в период с 1930 по 1940 г. партией и правительством была поставлена задача резкого повышения добычи угля и руд. Горная промышленность получила огромный парк машин. Необходимо было рационально их использовать и содержать в работоспособном состоянии. Большим достижением в этот период явился переход предприятий к плановому ремонту горной техники. Основными этапами этого перехода были следующие.

В 1932 г. угольная промышленность получила проект основных положений и порядок организации планово-предупредительных ремонтов оборудования, составленный на основе опыта машиностроительных заводов и с учетом специфики горного производства. Первый опыт применения новой системы ремонтов одобрен Всесоюзной конференцией главных механиков заводов горного машиностроения и шахт, состоявшейся в декабре 1934 г. в Москве. Принятые конференцией решения направлены на совершенствование системы ремонтов и ухода за оборудованием.

В 1935 г. вышли в свет первые работы инж. Б.Я. Песина и доц. И.Д. Калининского, посвященные организации планово-предупредительных ремонтов оборудования и обобщившие накопленный опыт.

В 1935—1941 гг. система планово-предупредительных ремонтов была широко внедрена на шахтах Донбасса, Кривого Рога, Подмосковного и других бассейнов Советского Союза.

В годы послевоенных пятилеток учеными и инженерами горнодобывающих отраслей промышленности была проделана большая работа по обобщению накопленного опыта планово-предупредительных ремонтов, совершенствованию и научному обоснованию основных положений технологии и организации.

Заключительным этапом в этой области явилась разработка Положения о планово-предупредительных ремонтах (ППР) оборудования и транспортных средств угольной и горнорудной отраслей промышленности (1962 г.), которым закреплен и более широко развит опыт применения наиболее совершенной системы ремонтов. Действующие сейчас новые положения являются руководящими материалами для высшего и среднего звеньев инженерно-технических работников, занимающихся организацией ремонтов горного оборудования.

В последние годы в нашей стране большое внимание уделяется подготовке высококвалифицированных кадров горных механиков и энергетиков, на которых возложена ответственность за содержание оборудования в рабочем состоянии. В этом отношении большую роль сыграли труды многих советских ученых и инженеров, и в первую очередь проф. Днепропетровского горного института П.М. Шилова, систематизировавшего накопленный опыт ремонта горных машин, научно обосновавшего организацию и методы ремонта оборудования шахт и карьеров.

Основным путем дальнейшего совершенствования организации ремонтов горного оборудования является специализация ремонтных предприятий, что позволяет внедрять передовую технологию ремонта, современное ремонтное оборудование, новейшие методы дефектации деталей, повышает качество ремонтов и в конечном счете снижает материальные затраты на выполнение ремонтов и значительно повышает срок службы оборудования.

С этой целью организуются специализированные научно-исследовательские институты, в обязанности которых входит разработка научно обоснованных рекомендаций по организации ремонтов, повышению надежности и сроков службы горных машин, создание специального ремонтного оборудования, разработка новых методов ремонтов, контроля состояния и диагностики машин, дефектации и восстановления деталей, т. е. проведение единой, научно обоснованной технической политики в ремонтном деле.

Значительная часть выпускаемого в стране горного оборудования идет не на расширение действующего парка, а на замену вышедших из строя машин. Поэтому увеличение их долговечности служит значительным вкладом в повышение технической вооруженности горнодобывающей промышленности, залогом повышения объемов добычи полезных ископаемых и является делом большой государственной важности.

Программой настоящего курса «Ремонт горных машин» предусмотрено изучение учащимися техникумов условий работы оборудования шахт и карьеров, требований к его прочности и долговечности, общих причин выхода из строя оборудования, методов дефектации деталей, пла-

нирования, организации и технологии ремонта, методов повышения надежности горных машин, а также общих вопросов техники безопасности при ремонтных работах.

Изучение курса преследует цель дать учащимся необходимый минимум знаний и практических навыков по вопросам организации ремонтных служб предприятий и научно обоснованным методам восстановления изношенного оборудования, повышения его прочности и долговечности.

Введение, главы 1, 2-й 5 написаны Н. М. Трегубовым, главы 3 и 4 — Л. Ф. Акастеловым.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать значение своевременного и качественного ремонта горных машин на современном этапе,
2. Кто является основоположниками организации ремонтного производства в нашей стране? Рассказать об их работах.
3. Рассказать об основных этапах совершенствования ремонтов горного оборудования в СССР.
4. Пути дальнейшего совершенствования организации ремонтов горных машин.

ГЛАВА 1. НАДЕЖНОСТЬ ГОРНЫХ МАШИН

§ 1. Характеристика и условия работы горного оборудования

Характеристика горных машин.

Машиной называется механизм или размещенное на одном основании сочетание нескольких механизмов, предназначенных для преобразования подведенной энергии в полезную работу. Машины, служащие для выполнения работ, связанных с добычей горного сырья, принято называть горными машинами. Группу машин, предназначенных для выполнения последовательных операций одного и того же технологического процесса, называют комплексом. Известны комплексы машин для крепления горных выработок, закладки выработанного пространства, зарядания взрывных скважин на карьерах и другие.

Часть машины, выполняющая определенную функцию и при изготовлении обычно собираемая отдельно, называется узлом. В составе узла может быть один или несколько подузлов, объединенных между собой общей станиной, каркасом, рамой и т. п. Подузлы состоят из деталей.

Современные горные машины весьма сложны. Некоторые узлы по своей сложности и составу могут быть приравнены к самостоятельным машинам. К ним относятся различные двигатели (пневматические, электрические, внутреннего сгорания и пр.). Такие узлы машин иногда называют агрегатами. Агрегаты, узлы, подузлы и детали в общем случае называют элементами машины.

Соприкасаемые детали машины называют парными, а соприкасаемые поверхности этих деталей — сопрягаемыми. Сопрягаемые поверхности деталей воспринимают нагрузки. В них возникают различного рода напряжения, а в ряде случаев они подвергаются интенсивному трению и износу. Поэтому помимо точности формы к этим поверхностям предъявляются жесткие требования по степени шероховатости и размерам. Эти требования стандартизированы в виде классификаций чистоты поверхности и посадок.

Каждая деталь машины должна быть простой по форме, нетрудоемкой в изготовлении и иметь достаточную жесткость, т. е. способность сопротивляться изменению формы под действием сил.

Прочность детали должна соответствовать действующим нагрузкам, а точность размеров и чистота обработки — условиям, в которых она работает.

Технологический процесс изготовления машины обычно весьма сложен. Он состоит из заготовительных операций, операций по изготовлению деталей и сборочных. Изготовление машины заканчивается наладкой, заводскими испытаниями и покраской.

Условия работы горных машин.

После изготовления и до начала эксплуатации машина может некоторое время храниться на складах, транспортироваться или перегоняться к месту работы. На каждой из этих стадий она находится в условиях, которые в той или иной мере оказывают влияние на ее состояние.

При хранении машины в ее элементах под воздействием внешней среды (пыли, солнечных лучей, осадков, температурных изменений и т. п.), а также под действием собственной массы деталей происходит разрушение изоляции электропроводки, ухудшение состояния резиновых или кожаных уплотнительных элементов, корродирование недостаточно защищенных деталей, прогиб консольных частей и т. д. При длительном хранении некоторые элементы машины (например, кожаные изделия, полированные детали высокой чистоты и пр.) могут полностью выйти из строя.

При транспортировании машины по железной дороге изменение состояния элементов происходит главным образом за счет действия внешней среды. Во время перегонов машин своим ходом усилия в некоторых элементах ходовых устройств резко меняются и часто превышают рабочие значения, что приводит к быстрому износу. Большой наклон машин, неизбежный при подъемах и спусках, приводит к стеканию масла с некоторых участков картера, из-за чего ухудшается режим смазки и ускоряется износ.

В процессе работы машин изменения в этих элементах возникают под воздействием как технологических нагрузок, так и внешней среды. На износ горных машин большое влияние оказывают условия их работы, специфичные для горных предприятий:

- наличие больших динамических и особенно знакопеременных нагрузок, вызывающих резкое изменение условий трения сопрягаемых поверхностей;
- высокая агрессивность окружающей среды в связи с избытками влаги, пыли и вредных газов;

– более тяжелые условия труда рабочих, что отрицательно сказывается на качестве ухода за оборудованием.

Условия работы машин и механизмов в шахте значительно тяжелее, чем на поверхности. Шахтная вода обычно имеет в своем составе кислоты и щелочи, способствующие развитию коррозионного износа, а наличие пыли в рудничном воздухе повышает механический износ трущихся поверхностей. Влага и пыль ускоряют износ изоляции, электрических контактов и аппаратуры. Особенно опасно попадание их в закрытые узлы, периодический осмотр которых затруднен.

Требования, предъявляемые к горным машинам.

К любой выпускаемой машине предъявляется ряд требований, зависящих от специфики ее работы, необходимых удобств обслуживания и ремонта, стоимости самой машины и трудоемкости выполняемых ею работ. Основными из них являются: машиностроительные, эксплуатационные, ремонтные и экономические. Применительно к горным машинам все эти требования имеют свои особенности.

К требованиям машиностроительного характера относятся надежность и технологичность конструкции.

Горная машина прежде всего должна быть надежной в работе. При ее создании максимально учитывают специфику работы и величину случайных нагрузок, которыми изобилует процесс горного производства, т. е. принимают все меры, чтобы горная машина была достаточно прочной.

Учитывая агрессивность атмосферы шахт и карьеров, трущиеся поверхности тщательно изолируют от внешней среды уплотнительными устройствами и смазывают, а открытые поверхности окрашивают устойчивыми в данных условиях красками.

С технологической точки зрения машина должна быть простой в изготовлении, удобной при сборке, давать возможность применять прогрессивные технологические процессы изготовления, позволяющие рационально использовать металлообрабатывающее оборудование и материалы. Кроме того, в процессе освоения машина не должна требовать сложной подготовки производства и высокой квалификации исполнителей.

Эксплуатация — наиболее ответственный и самый продолжительный период существования машины. От удобств эксплуатации зависит ее производительность, а также утомляемость рабочих. Поэтому конструкторами должны быть предусмотрены удобства управления машиной, регулировки, наладки, осмотра и смазки ее механизмов.

Особое внимание уделяется вопросам техники безопасности при эксплуатации и ремонтах. Это особенно важно в отношении громоздкого оборудования, текущие ремонты которого выполняются непосредственно в забое.

В процессе эксплуатации горная машина интенсивно изнашивается и, следовательно, нуждается в ремонтах. В связи с ним ее конструкция должна обладать ремонтпригодностью в условиях шахт, карьеров или угольных разрезов. Обязательным условием является простота замены любого узла, что позволяет применить узловый метод ремонта машины.

Экономические требования, предъявляемые к горной машине, не отличаются от аналогичных требований, предъявляемых к другим машинам. Они заключаются в том, чтобы машина была по возможности дешевой, а стоимость выполняемых ею работ — минимальной.

§ 2. Факторы, определяющие надежность горных машин

Высокие темпы развития отечественного машиностроения и появление сложных, высокопроизводительных и дорогостоящих машин поставили перед наукой и производством ряд новых проблем. Одной из них является проблема повышения надежности машин, относящаяся к числу наиболее актуальных; возникающих с развитием техники (ГОСТ 13377—7&).

Надежность — свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность характеризуется безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью машины.

Безотказность — свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Безотказность оценивается пятью показателями: наработкой на отказ T_0 , вероятностью безотказной работы машины в течение требуемого времени, средней наработкой до отказа, интенсивностью отказов и параметром потока отказов. Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины.

Наработкой на отказ для различных машин может служить время устойчивой работы или количества выпущенной продукции между двумя последовательными отказами. Например, наработка электродвигателя может измеряться в часах работы, магнитного пускателя — в циклах включения, а наработка выемочного комбайна — в тоннах добытого угля.

Долговечность — свойство машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Предельным называется такое состояние машины, при котором ее дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена, из-за неустранимого нарушения требований безопасности, или неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы, или неустранимого снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой, или необходимости проведения среднего или капитального ремонта.

Причиной предельного состояния может быть как физический, так и моральный износ.

Показателями долговечности служат срок службы и ресурс. Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации машины от ее начала или возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния. Под ресурсом понимают наработку машины от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Чем выше долговечность машины, тем больше продукции она может выпустить за свой срок службы и тем дешевле будет продукция. Следовательно, долговечность машин положительно сказывается на экономике работы предприятия и народного хозяйства в целом.

Ремонтопригодность — свойство машины, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания. Показателями ремонтности машины служат среднее время восстановления $T_{\text{в}}$ и вероятность восстановления в заданное время.

Для обеспечения ремонтности горное оборудование должно соответствовать следующим условиям:

- взаимозаменяемость однотипных узлов и деталей;
- удобство транспортирования машины при спуске в карьер или шахту и по горным выработкам;
- удобство монтажа в горных условиях;
- возможность выполнения монтажа и демонтажа без разборки узлов;
- хороший доступ к узлам для их осмотра;
- обеспечение легкой регулировки узлов и соединений;
- использование сменных элементов, упрощающих ремонт (втулок, вкладышей, гильз, сухарей и других легкозаменяемых деталей и компенсаторов износа);
- в некоторых деталях необходимо предусматривать специальные припуски на обработку при ремонтах (например, по толщине дисков фрикционных муфт, которые деформируются во время работы, по толщине торцевых стенок корпусов вихревых насосов и т. п.);
- наличие базовых плоскостей деталей для удобства контроля износа.

Сохраняемость — свойство машины непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования. Показателями сохраняемости являются: гамма-процентный срок сохраняемости и средний срок сохраняемости.

Наиболее часто надежность машин характеризуют коэффициентом готовности $K_G = T_0 / T_0 + T_B$

Следует иметь в виду, что надежность одной и той же горной машины зависит и от горно-технических условий, в которых она работает. Так, для проходческого комбайна не безразлично, по породам какой крепости он будет проходить горные выработки. Само собой разумеется, что при работе его по крепким породам время наработки на отказ будет значительно меньше того же времени при работе по слабым породам. Следовательно, коэффициент готовности в первом случае тоже будет ниже, чем во втором. Отсюда следует, что приведенный в паспорте коэффициент готовности правильно характеризует надежность только той горной машины, которая работает в условиях, для которых предназначена данная машина и в которых она проходила испытания.

Пути повышения надежности машин. Надежность машины и процесс ее изнашивания между собой взаимосвязаны: чем интенсивнее протекает процесс физического изнашивания машины, тем ниже ее надежность. Пути повышения надежности машин различают конструктив-

ные, технологические и эксплуатационные.

Конструктивные и технологические пути предусматривают проведение большого комплекса мероприятий. К их числу относятся:

- 1) создание новых конструкций машин, в которых механические связи заменены электромагнитными, гидравлическими или пневматическими, уменьшающими износ деталей;
- 2) создание и применение новых, более прочных износостойких материалов;
- 3) применение смазочных устройств, обеспечивающих оптимальные режимы смазки;
- 4) применение упрочняющей обработки деталей;
- 5) высокая точность изготовления деталей и узлов, обеспечивающая возможность их взаимной замены.

Кроме того, в процессе отработки конструкции машины необходимо предусматривать применение устройств, предохраняющих машину от перегрузок, устройств для компенсации износа и сигнализации при нарушении смазки.

К эксплуатационным путям повышения надежности машин относятся:

1) создание нормальных условий работы горных машин. Эти условия сводятся к систематическому контролю за тем, чтобы машину не заливало агрессивными подземными водами, а в зоне работы машины меньше было агрессивной пыли. Рабочая площадка должна быть свободной от крупных кусков горных пород и не должна иметь ухабов. В забое экскаватора или шахтной погрузочной машины взорванная горная масса по возможности не должна содержать крупных фракций, которые машина не может погрузить. Кровля выработанного пространства шахты, где работает машина, должна исключать возможность обвала. Во время взрывных работ горное оборудование необходимо удалять из зоны действия взрыва, для чего специально предусматриваются места его расположения, и др.;

2) своевременные и качественные ремонты оборудования. Они должны производиться в заранее запланированное время, а их качество должно обеспечивать безаварийную работу машины в течение всего межремонтного периода;

3) разработка критериев оценки годности (предельных норм износа) деталей. Очень важно, чтобы деталь была своевременно заменена: преждевременная замена приводит к убытку в связи с перерасходом запасных частей, а задержка с заменой — к поломке детали и аварийному простоему оборудования;

4) централизованное обеспечение оборудования запасными частями. Только в таком случае они будут изготовлены из соответствующих материалов при соблюдении необходимых технологических требований и поэтому высокого качества.

Важнейшим условием повышения надежности машин является высокая техническая культура машиностроительных, эксплуатационных и ремонтных предприятий, которая определяется научной организацией труда, наличием совершенного оборудования и прогрессивной технологией, технологической дисциплиной и технической грамотностью рабочих кадров.

§ 3. Трение и износ

Движущаяся деталь работающего механизма всегда соприкасается с какой-либо другой деталью, что тормозит ее движение. Сопротивление движению тела в результате соприкосновения его с другим телом называется трением. Детали в этом случае называются трущимися парами, а их соприкасающиеся поверхности — трущимися поверхностями.

На преодоление сил трения затрачивается значительная энергия, которая обычно составляет более 20% всей энергии, затрачиваемой на работу машины. Эта величина зависит от ряда причин: вида материала трущихся поверхностей; чистоты их обработки; усилий, прикладываемых к рассматриваемому узлу; наличия и качества смазки и пр.

Трение, как правило, является вредным, но неизбежным явлением. Однако в ряде случаев оно весьма полезно, например, в тормозных устройствах, ременных передачах, заклепочных и болтовых соединениях.

Виды трения.

По характеру взаимного перемещения двух соприкасающихся тел различают два вида трения: трение скольжения (трение первого рода) и трение качения (трение второго рода). Кроме того, различают несколько видов трения «зависимости от толщины смазочного слоя между трущимися поверхностями: жидкостное, полужидкостное, граничное, полусухое и сухое.

Жидкостное трение проявляется между трущимися поверхностями, когда они полностью разделены слоем смазки. Процесс этого вида трения объясняет гидродинамическая теория

смазки, разработанная в 1883 г. проф. Н.П. Петровым. Сущность ее сводится к следующему. В состоянии покоя вал (рис. 1, а) опирается на нижнюю часть подшипника и центры тяжести подшипника и вала находятся в одной вертикальной плоскости. Смазка в этом случае выдавливается валом с поверхности подшипника и равномерно распределяется с двух сторон вала.

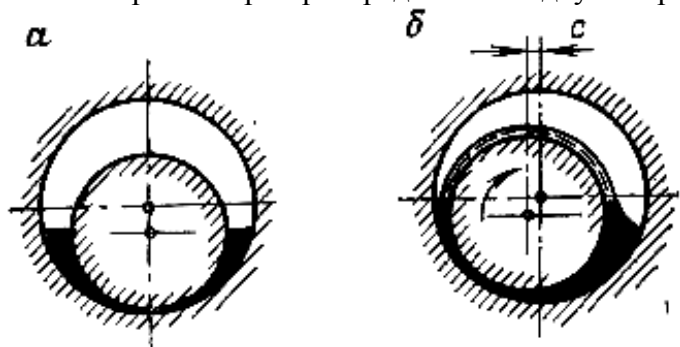


Рис. 1. Схематическое изображение положения вала в подшипнике:
а — в состоянии покоя; б — при вращении

В момент начала вращения вала слой масла как бы разделяется на две части, одна из которых увлекается поверхностью вала и движется вместе с ним, а другая — остается на поверхности подшипника. При встрече слоев образуется масляный клин, приподнимающий вал и смещающий его эксцентрично по отношению к подшипнику на величину c (рис. 1, б). Трение происходит между слоями жидкости без соприкосновения поверхностей деталей и силы трения практически отсутствуют. В сопряжениях, в течение ряда лет работающих на этом режиме, обычно не обнаруживают заметных признаков износа, а потери энергии на трение предельно малы.

Жидкостный режим трения является наиболее приемлемым. Он достигается непрерывной принудительной подачей масла в зазор между трущимися поверхностями. Толщина масляного слоя при этом измеряется десятыми, а иногда и сотыми долями миллиметра. Аналогичная картина возникает и при трении плоских поверхностей.

Полужидкостное трение возникает при наличии разделяющего слоя смазки между трущимися парами и частичном касании их выступов. Оно возникает при малых скоростях скольжения и больших нагрузках, при пуске и торможении машин, а также в других случаях, когда по характеру работы узлов в них не могут быть созданы условия для жидкостного трения. Этот вид трения наиболее распространен в практике.

Граничное трение возникает при равномерном соприкосновении трущихся поверхностей, но чрезмерно больших нагрузках и малых скоростях их относительного перемещения, когда вязкость масла не обеспечивает создания масляного слоя. В таких случаях смазка почти полностью выжимается из зазора и трущиеся поверхности остаются покрытыми весьма тонким ее слоем (до 10 мкм). Граничное трение имеет место главным образом при разгоне машины. По мере увеличения частоты вращения вала граничное трение переходит в полужидкостное и, наконец, в жидкостное.

В хорошо обработанном и имеющем принудительную смазку подшипнике скольжения в период разгона машины максимальные потери энергии имеют место при трогании с места (граничное трение — рис. 2), затем постепенно снижаются, проходя фазы, соответствующие полужидкостному и жидкостному трению. При чрезмерном увеличении частоты вращения потери энергии несколько растут за счет роста коэффициента трения в смазочном слое.

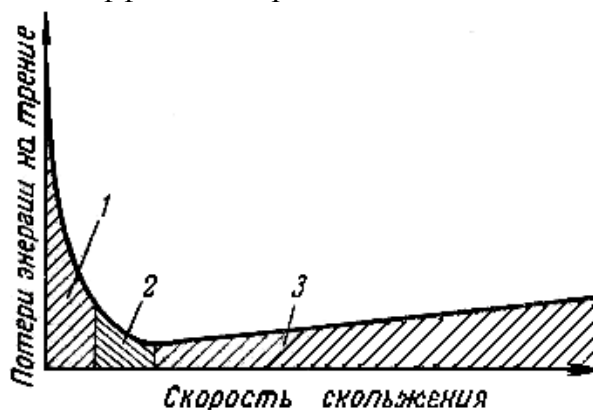


Рис. 2. Диаграмма потерь от трения в подшипнике скольжения:
1 — граничное трение; 2 — полужидкостное трение; 3 — жидкостное трение

Полусухое трение возникает при недостаточной чистоте обработки трущихся поверхностей, когда главная часть нагрузки воспринимается областью непосредственного контакта трущихся поверхностей, а смазочная жидкость распределяется между ними отдельными островками. По своему характеру полусухое трение приближается к сухому, и, естественно, потери энергии и износ при нем будут значительно выше, чем при жидкостном или полужидкостном трении.

Сухое трение происходит при работе несмазанных или слабо смазанных трущихся деталей. Нормально оно имеет место в фрикционных передачах, тормозах, в сопряжениях звеньев гусеничного хода, в деталях бара и режущих цепей забойных машин, при воздействии рабочего органа горной машины на породу и т. п. При сухом трении получается наибольший износ трущихся поверхностей.

Таким образом, для нормальной работы трущихся деталей необходимо стремиться, чтобы между соприкасающимися поверхностями имело место жидкостное трение, которое возможно при наличии между этими поверхностями сплошной масляной пленки и достаточной чистоты поверхности. Слишком шероховатая поверхность повышает температуру и снижает вязкость смазки, приводит к разрыву масляной пленки и, как следствие, ускоряет износ детали.

Общее понятие об изнашиваемости горных машин.

Долговечность и эффективность работы всякой машины зависят от ранения в заданных пределах зазоров и натягов между сопрягаемыми деталями. Отклонения этих величин от нормальных способствуют понижению работоспособности машины, потешно удельного расхода энергии, нарушают прочность элементов.

Основное причиной этих нарушений является износ. При значительном износе возникают дополнительные нагрузки в виде ударов, возникающих в сопряжениях, понижается точность работы оборудования, ухудшаются условия работы других узлов машины, что повышает опасность и может привести к аварийным поломкам.

Скорость изнашивания узла зависит от динамичности и величины удельных нагрузок, скорости взаимного перемещения трущихся тел, агрессивности среды (температуры, наличия абразивной пыли и вредных газов), свойств трущихся поверхностей (чистоты и твердости, природы материала) и режима смазки.

Машину называют изношенной, если дальнейшая ее эксплуатация нерациональна из-за понижения качества большинства ее основных узлов. Причем понижение качества может произойти как за счет изменения формы, размеров и состояния деталей, так и за счет старения ее модели (конструкции).

Классификация износов.

В зависимости от наличия изменений формы и размеров деталей износ машин делят на две группы: моральный и физический.

Моральный износ машины зависит от новизны ее модели. Он наступает тогда, когда на смену старой модели машины появляются более совершенные, позволяющие выполнять одну и ту же работу лучше и дешевле. Замена морально изношенных машин более совершенными обычно ведет к повышению выпуска продукции и улучшению ее качества. Однако это может привести и к нерациональному расходованию средств. Поэтому в нашей стране, наряду с внедрением новейшего оборудования, широко производится модернизация морально устаревшего.

Физический износ — изменение первоначального состояния, формы и размеров изделия или его элементов под воздействием внешних сил или условий, приводящее к понижению его качества.

Сущность физического износа заключается в следующем. Элементы машины могут сопрягаться между собой подвижно — с зазорами или неподвижно — с натягом. В процессе работы эти соединения теряют свои первоначальные качества: элементы истираются, ржавеют, изгибаются и т. п., материал стареет, уплотняется, деформируется или меняет структуру под воздействием температуры. При работе соединения, как правило, ослабляются, а при небрежном хранении возможно корродирование металла и снижение подвижности элементов.

При износе закаленных, особенно цементированных, деталей снижается их твердость. В некоторых случаях бывает наоборот — приобретаемый деталью наклеп приводит к повышению ее твердости и хрупкости.

В зависимости от скорости протекания физически! подразделяют на естественный и аварийный.

Естественный износ — износ, который нарастает постепенно длительного времени. Он является следствием работы сил трения или других факторов (температуры, влажности, абразивности и т. д.), связанных с нормальными условиями эксплуатации и имеет место при самом тщательном выполнении технических требований по уходу за машиной.

Аварийный износ — внезапная или ускоренная поломка или деформация элементов машин в результате неправильной эксплуатации, из-за конструктивных недостатков или внутренних пороков материала.

Аварийный износ может быть механическим или коррозионным. Он наступает значительно раньше естественного, а величина его достигает таких размеров, при которых дальнейшая эксплуатация машины или ее элемента недопустима.

Наиболее характерные причины, вызывающие аварийный износ следующие:

- нарушение нормального режима работы машины (перегрузка, нарушение правильного взаимодействия частей, ослабление крепления болтов, шпонок, клиньев и т. п.);
- неправильный режим смазки (отсутствие смазки, несоответствие сортов смазки, неправильные нормы смазки);
- несвоевременная очистка механизма от грязи и абразивных частиц;
- несвоевременная замена износившихся деталей или недоброкачественный ремонт;
- низкое качество материала деталей;
- усталостные явления в материале деталей;
- некачественное изготовление деталей;
- неправильная сборка механизма;
- неправильная организация горного производства (поломки при взрывных работах и пр.);
- стихийные бедствия.

При правильной организации плановых ремонтов и правильной эксплуатации оборудования аварийные износы происходят редко.

В зависимости от сущности процесса изнашивания износы бывают механические и коррозионные.

Механический износ. В горных машинах чаще всего наблюдается механический износ, возникающий под действием сил трения.

Для случаев непосредственного контакта трущихся поверхностей (т. е. при всех видах трения, кроме жидкостного) сущность процесса износа объясняет молекулярно-механическая теория, предложенная Крагельским И.В. Исходным пунктом теории является предположение, что сила трения представляет собой сумму двух сил: силы, необходимой для смятия взаимно внедренных выступов трущихся поверхностей, и силы молекулярной связи между материалами этих поверхностей.

Сила, необходимая для смятия выступов, определяется степенью шероховатости и прочностью материала трущихся пар. Сила молекулярной связи (сила взаимодействия между молекулами трущихся поверхностей) проявляется только в точках истинного контакта поверхностей между собой. Поэтому величина ее пропорциональна площади истинного контакта и пластичности материала.

В зависимости от соотношения этих сил имеет место один из пяти видов износа, схемы возникновения которых приведены на рис. 3: абразивный, окислительный, осповидный, тепловой и износ схватыванием первого рода. При значительном преобладании силы механического смятия выступов в зоне контакта могут проявляться первые три вида износа, т. е. абразивный, окислительный или осповидный. При преобладании же сил молекулярной связи возникает тепловой износ или износ схватыванием первого рода.

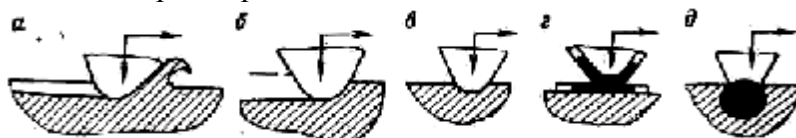


Рис. 3. Схемы возникновения износов по И. В. Крагельскому:

a — срез материала; *b* — пластическое отгеснение материала; *в* — упругое отгеснение материала; *г* — схватывание и разрушение поверхностных пленок; *д* — схватывание поверхностей, сопровождающееся глубинным вырыванием материала

Абразивный износ (рис. 3, *a*) представляет собой срез материала внедрившимся выступом или твердыми включениями, попавшими извне. При этом образуются царапины, которые приво-

дят к изменению формы и размеров деталей. На скорость абразивного изнашивания деталей оказывают влияние твердость, прочность, размеры и форма абразивного тела, механические свойства поверхностей деталей, соотношение твердости абразивных частиц и металла, скорость относительного перемещения и величина удельных давлений на поверхностях трения.

Окислительный износ (рис. 3, б) представляет собой пластическое отеснение материала с последующим окислением. Металл изнашивается в результате микропластических деформаций поверхностных слоев и диффузии в них кислорода. Диффузия приводит к образованию окислов, меняющих свойства металла. Окислительный износ может возникать как при трении скольжения, так и при трении качения.

Осповидный износ (рис. 3, в) является результатом многократного упругого отеснения материала. Он происходит при сухом трении качения, а также в результате трения со смазкой при больших удельных нагрузках. Разрушение начинается появления микроскопических трещин, являющихся следствием циклических нагрузок. В дальнейшем трещины развиваются в осповидные углубления (питтинги) за счет расклинивающего действия попадающей в них смазки.

Тепловой износ (рис. 3, г) является результатом схватывания и разрушения пленок, покрывающих поверхность трущихся тел из-за их нагрева до оплавления, что бывает при граничном, полусухом или сухом трении. Тепловой износ чаще пикает при трении скольжения и реже — при трении качения.

Износ схватыванием первого рода (рис. 3, д) возникает в результате появления текучести поверхностных слоев металла под воздействием больших нагрузок. В пластическом состоянии металл трущихся поверхностей схватывается, образуя вырывы и наматы в одном месте и налипая в другом.

Износ схватыванием первого рода возникает при трении скольжения с малыми скоростями относительного перемещения поверхностей в случае отсутствия между ними смазки или защитной пленки окислов и при наличии удельных усилий, превышающих предел текучести материала.

Наличие только одного какого-либо вида износа в сопряжении горной машины — явление далеко не обязательное. Довольно часто на одной и той же поверхности можно найти следе нескольких видов износа.

Мерой износа детали является уменьшение ее линейных размеров, объема или массы. Основной мерой является величина линейного износа. Интенсивность износа характеризуют его скоростью, т. е. отношением линейного износа детали ко времени, в течение которого определяется износ.

Из изложенного следует, что механический износ, независимо от его вида, наступает в результате возникновения в поверхностном слое металла напряжений, способных вызвать остаточные деформации. Износ ускоряется окислительными процессами и силами молекулярной связи. Закономерности износа могут быть рассмотрены на примере трущейся пары вал — подшипник скольжения (рис. 4).

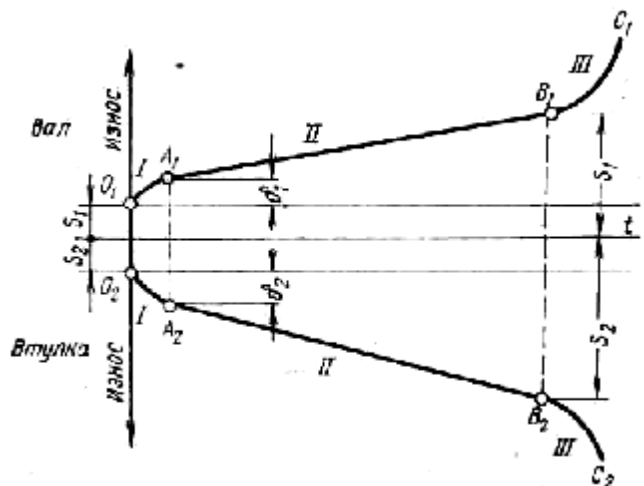


Рис. 4. Схема износа во времени деталей соединения вал — подшипник скольжения

Пусть в начальный период эксплуатации эта пара имеет зазор $S_1 + S_2$, зависящий от типа посадки. Изменение зазора по мере износа деталей представлено кривыми $O_1A_1B_1C_1$ (для вала) и $O_2A_2B_2C_2$ (для подшипника). Каждая из кривых имеет три ярко выраженных участка — I, II и III. В период приработки (участок I) наблюдается повышенный износ деталей в связи с большой их шероховатостью и зазор в соединении увеличивается на величину $\delta_1 + \delta_2$.

Высокие нагрузки могут вызывать пластические деформации, что создает благоприятные условия для появления наиболее губительных видов износа: теплового или износа схватыванием первого рода. Поэтому следует стремиться, чтобы процесс приработки протекал при легком режиме работы машины. Окончание периода приработки характеризуется снижением интенсивности износа. При этом устанавливается оптимальная с точки зрения износостойкости шероховатость контактирующих поверхностей.

Значение периода приработки особенно велико для узлов, от состояния которых зависит надежность машины, и для сопряжений, работающих в условиях высоких удельных Нагрузок и температур, в агрессивных средах, при неблагоприятном изменении скоростей скольжения и недостаточном подводе смазки.

Участок II соответствует периоду, когда приработка закончилась и изнашивание протекает с установившейся скоростью. Этот период длится до тех пор, пока образовавшийся в соединении зазор $S_1 + S_2$ (на рисунке слева) не превысит величину, допустимую для нормальной работы машины. Далее это приведет к вибрациям, ударам, вытеканию масла и другим явлениям, нарушающим работу узла. Скорость изнашивания деталей при этом начинает интенсивно возрастать, переходя в недопустимо быстрое, подчас аварийное изнашивание (участок III). Точки B_1 и B_2 перехода пологих кривых в кривые аварийного изнашивания называются критическими.

С целью снижения износа для подвижных сопряжений должны устанавливаться вполне определенные зазоры, предусмотренные допусками и посадками. Эти зазоры обычно несколько меньше тех, которые необходимы для нормальной эксплуатации. Величина эксплуатационных зазоров устанавливается в процессе приработки. Предельные колебания зазоров от заводских до максимально допустимых должны, очевидно, задаваться так, чтобы механизм практически не изменял своих рабочих качеств, а его сопряжения не получали заметных повреждений.

Коррозионный износ. Коррозией называется разрушение металлических частей машин и сооружений под действием окружающей среды. Коррозионное разрушение протекает под воздействием воды, воздуха или химических веществ. Оно начинается с поверхности и постепенно распространяется в глубь металла. Наиболее распространенным видом коррозии является ржавление, т. е. соединение металла с кислородом воздуха.

Различают два вида коррозии: химическую и электрохимическую. Химическая коррозия проявляется при воздействии на металл агрессивных газов (кислород, сернистый и углекислый газы) или жидкостей, не проводящих электрический ток (бензин, масла, смолы и др.). Электрохимическая коррозия происходит в средах, проводящих электрический ток (электролит, шахтные кислотные воды и др.). Примерами электрохимической коррозии являются разрушения металлов и сплавов во влажной почве, содержащей растворы кислот, щелочей и солей.

Коррозия может проявляться в равномерном разъедании всей поверхности детали, в образовании глубоких пороков отдельных ее мест, имеющих узкие щели, где возникают неподвижные участки жидкости или газа, и в межкристаллическом разъедании металла по всему сечению.

В результате коррозионных процессов детали теряют металлический блеск, покрываются слоем ржавчины. Главной же опасностью является потеря чистоты обработки полированных деталей, для нормальной работы которых необходима зеркальная их поверхность (гидро- и пневмоцилиндры и др.). На деталях, изготовленных из малоуглеродистых сталей, поверхность может приобрести губчатую структуру, теряя первоначальную прочность.

Коррозионный износ является чаще всего медленным процессом. Однако при работе машин в средах высокой агрессивности некоторые детали их могут выходить из строя достаточно быстро. Например, при откачке рудничной воды высокой кислотности ротор обычного центробежного насоса из-за коррозии приходит в негодность уже после 30—40 ч работы.

Методы уменьшения износа.

В вопросах надежности машин основную роль играет износостойкость их элементов. Основными методами уменьшения износа являются:

- выбор материала необходимого качества;
- получение требуемой чистоты поверхности деталей при изготовлении;
- улучшение механических свойств материала деталей;
- соблюдение режимов смазки;
- защита деталей от коррозии.

Выбор материала. При выборе материала учитывают в первую очередь необходимую прочность и характер работы детали. Так, из двух совместно работающих деталей деталь, находя-

щуюся в более тяжелых условиях работы, изготавливают из материала более высокого качества. Например, для шестерни зубчатой передачи выбирают материал более износостойкий, чем для зубчатого колеса. Если основным видом износа двух находящихся в зацеплении деталей является износ трением, то материал для их изготовления подбирают таким образом, чтобы коэффициент трения был минимальным. Только поэтому винт червячного редуктора изготавливают из стали, а червячное колесо или его венец — из бронзы.

Определенное влияние на выбор материала оказывает также вид нагрузок, действующих на деталь. При статическом характере нагрузок деталь может быть изготовлена из хрупкого материала. Наличие динамических нагрузок приводит к необходимости изготовления детали из более вязких материалов. В связи с этим корпус зубчатого редуктора изготавливают из чугуна или стального литья, а валы и шестерни — из качественных сталей.

Чистота механической обработки тоже оказывает большое влияние на износостойкость детали. Незначительные царапины, следы механической обработки приводят к концентрации напряжений, появлению усталостных трещин и быстрому износу трением. Но создавать поверхности трения с чистотой высокого класса довольно трудоемко и не всегда есть необходимость в связи с тем, что на гладких поверхностях плохо удерживается смазка. Поэтому их необходимо обрабатывать до экономически обоснованной чистоты, регламентированной ГОСТ 2789—73.

Улучшение механических свойств материала. Для повышения сопротивляемости деталей нагрузкам улучшают механические свойства материалов и повышают твердость трущихся поверхностей. Достигается это химико-термическими методами, термической обработкой и механическими способами. Получили распространение и другие виды упрочнения деталей: поверхностная закалка, наплавка твердыми сплавами, электролитическое покрытие и другие.

Термическая и химико-термическая обработка придает поверхности материала высокое сопротивление износу, высокую коррозионную стойкость, жаростойкость и другие качества.

В настоящее время нашли широкое применение термические (закалка, отпуск), а также химико-термические процессы (цементация, азотирование, цианирование) и процессы диффузного насыщения сплавов — алитирование, диффузионное хромирование, барирование, силицирование, сульфидирование, насыщение несколькими элементами и другие.

Термические процессы — процессы придания изделиям, изготовленным из высокоуглеродистых или легированных сталей, твердости путем нагрева их до высокой температуры и быстрого охлаждения в различных жидкостях (закалка) или понижении этого качества путем нагрева и медленного остывания (отпуск, нормализация, отжиг).

Режимы нагрева и охлаждения зависят от марки стали и требуемой твердости детали.

Цементация — процесс насыщения углеродом поверхностного слоя деталей, изготовленных из малоуглеродистой стали. Глубина диффузии углерода для разных деталей находится в пределах от 0,5 до 2 мм. Цементированные детали подвергают закалке. Поверхностный насыщенный углеродом слой при этом приобретает твердость, а сердцевина остается вязкой, чем достигается прочность детали.

Цианирование — процесс насыщения поверхности деталей машин азотом и углеродом. Цианированием обычно упрочняют детали из среднеуглеродистой стали и режущий инструмент из быстрорежущей стали и ее заменителей.

В процессе насыщения поверхности деталей азотом и углеродом происходят структурные превращения, увеличивается твердость поверхностных слоев с образованием в них остаточных напряжений сжатия, что приводит к повышению изношенности, коррозионной стойкости и усталостной прочности талей машин.

Азотирование — процесс насыщения азотом поверхностного слоя деталей, который приводит к изменению структуры и создает в поверхностном слое остаточные напряжения сжатия. Азот диффундирует в глубь металла очень медленно. Поэтому для получения азотированного слоя глубиной 0,6—0,7 мм обычно требуется 60—70 ч.

Азотирование применяют к деталям, изготовленным не только из стали, но также из чугунов, легированных алюминием: коленчатым валам, поршневым кольцам, зубчатым колесам и рейкам, седлам клапанов, эксцентрикам, кулачкам, зубчатым муфтам, звездочкам и т. п.

Сульфидирование — процесс насыщения поверхностного слоя деталей серой для придания материалу антифрикционных свойств. Сульфидированию подвергают рабочие поверхности деталей после окончательной механической обработки и обезжиривания. Его производят в жидкой, твердой и газообразной среде, содержащей серу. В результате сульфидирования на поверхности

детали появляется менее прочная пленка, чем основной металл, которая разрушается при трении и отделяется от основания без пластического деформирования, предотвращая схватывание трущихся поверхностей.

В процессе износа сера диффундирует в глубь металла с большей интенсивностью, чем удельное давление. Поэтому антифрикционные свойства сульфидированного слоя сохраняются при величине износа, превышающей первоначальную толщину слоя. Положительный результат дает сульфидирование одной, более дешевой из двух трущихся между собой деталей.

Повышение износостойкости механической обработкой. Из механических способов упрочнения деталей наиболее широко используются обработка давлением и наклеп.

Обработка давлением заключается в протягивании деталей через специальные фильеры. Это повышает точность изготовления детали, чистоту и износостойкость.

Поверхностный наклеп является эффективным средством повышения износостойкости изделий при воздействии как механических, так и молекулярных сил трения. Но особенно благоприятен он в тех случаях, когда работоспособность детали определяется ее усталостной прочностью и она имеет концентраторы напряжений. Наклеп иногда в 5—6 раз повышает долговечность деталей. Кроме того, положительное влияние на износостойкость трущихся поверхностей, полученных наклепом, оказывает отсутствие на них абразивных зерен, которые имеются при шлифовке, притирке и т. п. Однако поверхностный наклеп недопустим для деталей, работающих в условиях высоких температур, для магнитных сплавов и малоэффективен в тех случаях, когда от детали требуется высокая коррозионная стойкость.

Поверхностный наклеп деталей получают путем дробеструйной обработки, ударами шариков и обкаткой жесткими роликами. Наклепывание шариками и роликами по сравнению с дробеструйным имеет тот недостаток, что его нельзя применять для обработки деталей сложной формы.

Соблюдение режимов смазки. Качественное смазывание машин является важнейшим фактором уменьшения износа. При выборе вида и сорта смазки, замене или добавлении смазочных материалов в узлы смазывания необходимо руководствоваться картами смазки или инструкциями по эксплуатации.

Кроме того, необходимо содержать в исправности уплотнительные устройства, служащие для предотвращения попадания из окружающей среды в узлы смазывания пыли, грязи, воды и других вредных примесей, а также вытекания смазки. Неисправные уплотнения вызывают быстрый абразивный или окислительный износ. Они, как правило, подлежат замене.

Защита деталей от коррозии. Коррозия ежегодно разрушает огромное количество металла. Так, в результате действия агрессивной среды срок службы металлоконструкций на углеобогажительных фабриках, как правило, снижается на 20—30%, а усталостная прочность — на 75—80%, от воздействия шахтной воды ежегодные потери металла составляют 10—12% от массы машин. Поэтому борьба с коррозией имеет громадное значение. Для защиты от коррозии существуют самые различные методы.

1. Окраска стальных конструкций и машин, подвергающихся атмосферному воздействию. Преимуществом окраски являются низкая стоимость и невысокая трудоемкость, а недостатком — способность растрескиваться и пропускать влагу. Перед покраской детали очищают, обезжиривают и грунтуют винновым или железным суриком на олифе. После полного высыхания грунта наносят наружный слой краски.

2. Изготовление изделий из материалов, состоящих из сплавов повышенной сопротивляемости коррозии, например, легированных сталей, содержащих хром, никель, медь и др.

3. Полировка деталей. При этом уменьшается поверхность соприкосновения детали с воздухом, снижается возможность задержки влаги на поверхности, чем замедляется действие коррозии.

4. Покрытие металла защитной окисной пленкой, получаемой травлением изделия в сильных окислительных средах (оксидирование), или анодная обработка (анодирование). Эти способы защиты широко применяются для изделий из стали, алюминиевых и магниевых сплавов. При оксидировании деталь приобретает синий или черный цвет, отсюда его другое название — воронение. Для деталей, изготовленных из углеродистых и легированных сталей и чугунов и подвергающихся в условиях эксплуатации разрушениям от коррозионной усталости, применяют антикоррозионное азотирование. К таким деталям относятся валы насосов, спиральные и полосовые пружины, некоторые детали буровых станков и др.

5. Покрытие слоем металла, более стойкого в отношении коррозии. В настоящее время су-

существует несколько способов нанесения металлических покрытий:

- покрытие погружением в расплавленный металл — цинк (оцинковка), олово (лужение), свинец, алюминий. Этот способ применяется как для готовых изделий, так и для материалов (листы, трубы, проволока);
- электролитические покрытия цинком, кадмием, никелем, хромом, железом;
- диффузионное покрытие изделий цинком, алюминием, хромом, осуществляемое нагреванием изделий в порошке металла (или в газообразных его соединениях), из которого желательно получить покрытие. Диффузионное покрытие цинком (шерардизация) применяется главным образом для мелких стальных изделий, покрытие алюминием (алитирование) используется для стальных изделий, требующих повышенной жаростойкости, диффузионное хромирование значительно повышает коррозионную стойкость обычной стали;
- покрытие методом распыления металлов (металлизация), применяемое для больших конструкций или аппаратов в собранном виде, когда другие методы неприменимы.

Для повышения теплостойкости деталей применяют биматериалы, полученные плазменным напылением одного материала на другой при температурах в несколько тысяч градусов, когда соединение их происходит в результате молекулярной диффузии. В качестве напылителей применяют вольфрам, керамические и некоторые другие материалы. При этом иногда повышается и усталостная прочность деталей.

§ 4. Определение неисправностей оборудования

Незначительный естественный или аварийный износ, если его своевременно не устранить, в конечном счете может привести к серьезным отказам, приводящим к длительному простоя дорогого и высокопроизводительного оборудования. Поэтому своевременное обнаружение возникающих отказов и правильная диагностика имеют важное значение для предупреждения длительных простоев машин на ремонтах и способствуют его высокой эффективности.

Методы обнаружения неисправностей машин.

Существует несколько методов обнаружения неполадок в машинах — методов дефектоскопии. Основными из них являются: метод пробного включения и осмотра машины; акустический метод; метод измерения; метод путем определения содержания металла в смазке; метод радиоактивных изотопов.

Метод пробного включения и осмотра машины заключается в том, что машину опробуют при работе вхолостую или под нагрузкой с одновременным или последующим осмотром. Неполадки, могущие вызвать отказ машины, устанавливают ориентировочно по посторонним стукам, повышенному шуму, повышенному расходу смазки и т. д. Этим методом сразу же, устанавливают полный отказ того или иного узла, выявляют течи гидросистем и коммуникаций и другие крупные неисправности. В зависимости от размеров дефекта осмотр производят визуально или с помощью простых оптических средств.

Этим методом приблизительно, на ощупь, можно установить величину зазора в вызвавшем подозрение сопряжении. При этом, естественно, надо знать характер сопряжения осматриваемых деталей, т. е. посадку и допустимый для данной посадки зазор. Зазор 0,2—0,3 мм и выше можно определить путем качания деталей относительно друг друга. При зазоре 0,05—0,1 мм смазанные детали можно свободно перемещать одну относительно другой. Зазор 0,01—0,03 мм для взаимного перемещения деталей требует приложения некоторого усилия.

Невооруженным глазом можно обнаружить поверхностные изъяны. Мелкие механизмы или участки деталей машин осматривают с помощью увеличительного стекла, обнаруживая поверхностные микродефекты.

Метод пробного включения и осмотра является наиболее простым, наименее точным, однако наиболее часто применяемым методом. Подавляющее большинство явных и зачастую скрытых неполадок машины устанавливают именно этим методом. Все другие методы применяются для более точной диагностики элементов машины, выявленных в процессе пробного включения и осмотра.

Акустический метод определения неисправностей является дополнением к предыдущему методу. Он заключается в том, что наличие некоторых дефектов (например, увеличенных зазоров в подшипниках) можно установить прослушиванием. Для этой цели применяют стетоскоп,

представляющий собой трубку с мембраной и наушниками. С его помощью выявляют стук, отличный от шума нормально работающей машины. Существуют электронные стетоскопы, имеющие довольно высокую чувствительность.

Акустическим методом пользуются также для обнаружения в деталях трещин путем простукивания детали прослушивания звука. Если деталь не имеет трещин, получается чистый, ровный звук. Детали с трещинами дают дребезжащий звук.

Метод измерения позволяет производить проверку величины зазоров и температуры в работающем сопряжении, температуры и давления рабочего тела (пара, газа, масла) и прочее. Он используется и для определения величины износа отдельных деталей. Износ определяют как разность между первоначальным (чертежным) размером детали и фактическим. Замер производят линейками, штангенциркулями, микрометрами, а также индикаторами и щупами. При отсутствии щупов пользуются свинцовой проволокой.

Щупы обычно выпускают наборами в виде пластин различной, но вполне определенной толщины, величина которой указана на его плоскости.

Для определения зазора с помощью свинцовой проволоки ее расклепывают в виде клина и забивают в зазор, получая его отпечаток. Толщину отпечатка, соответствующего величине зазора, измеряют штангенциркулем или микрометром.

Величину биения вала определяют индикатором биения. Шток индикатора подводят к поверхности вращающегося вала. Если вал имеет биение, то он ударяет по штоку. Величину биения фиксирует отклоняющаяся стрелка.

Температуру масла обычно измеряют только в стационарных машинах специально встроенными термометрами или термопарами. Чрезмерное повышение температуры трущихся деталей примитивно можно определить на ощупь, что может быть основанием для тщательного расследования и устранения причин нагрева. При этом принимают, что ладонь человека может выдержать температуру около 60° С.

Определение содержания металла в смазке. Сущность метода заключается в том, что из маслосистемы периодически отбирают пробы масла и химическим путем определяют содержание в нем металла, который попадает туда в результате износа трущихся частей. Зная количество циркулирующего в системе масла, можно определить массу потерянного металла.

Преимущество этого метода заключается в том, что при его помощи можно следить за протеканием процесса изнашивания деталей во время работы машины. Однако он может быть применен только для контроля работы машин, не имеющих маслорезервуаров, где может осаждаться металл (маслобаки, картеры и пр.). Кроме того, этим методом нельзя определить износ отдельных деталей, так как в масле находятся продукты износа всех омываемых им трущихся частей.

Метод радиоактивных изотопов заключается во введении изотопов в металл детали (при плавке, электролизе, облучением, путем механической вставки и пр.) с последующей регистрацией радиоактивности масла, в которое попадают продукты истирания детали.

Этот метод весьма трудоемок и может применяться только для контроля износа громоздких, дорогостоящих, труднодоступных и редко останавливаемых для осмотра и ремонта узлов стационарных машин (например, валов турбин электростанций). В горной промышленности он пока не нашел применения.

Обнаружение неисправностей деталей машин

Обнаружение неисправностей деталей машин имеет свою специфику и свои методы, несколько отличные от методов обнаружения неисправностей в машине вообще. Наряду с рассмотренными для определения дефектов деталей машин используются ультразвуковой, магнитоакустический, рентгеновский, люминесцентный, электромагнитный, керосиновой пробы, цветной дефектоскопии, спектрального анализа и другие методы. Каждый из них имеет свою область применения.

Ультразвуковой метод служит для обнаружения в металлах, пластмассах и других материалах пустот, трещин, пороков литья и других дефектов на глубине от нескольких миллиметров до нескольких метров. Метод основан на свойстве ультразвуковых волн отражаться от границы двух сред различной плотности. Контроль осуществляется специальными аппаратами — ультразвуковыми дефектоскопами. Принцип действия их заключается в том, что вырабатываемые ими ультразвуковые импульсы направляют в деталь. При встрече с дефектом импульсы отражаются, улавливаются приемной головкой, усиливаются и подаются на осциллограф, где преобразуются в осциллограмму.

Магнитоакустический метод чаще всего применяют для определения качества сварочных швов. Сущность этого метода заключается в том, что через проверяемую деталь пропускают магнитный поток от катушки с электрическим током. При наличии в детали несплошностей или трещин ее магнитная проницаемость будет не везде одинаковой. При перемещении катушки прибора над местами, имеющими дефекты, будет происходить резкое изменение наводимой в катушке электродвижущей силы. К катушке прибора через ламповый усилитель подключена телефонная трубка. По изменению звука в трубке обнаруживают места расположения дефектов.

Рентгеновский метод основан на просвечивании контролируемого места детали рентгеновскими лучами, которые различными веществами поглощаются не одинаково. В частности, воздухом рентгеновские лучи поглощаются значительно меньше, чем металлом. Поэтому, проходя через деталь, содержащую раковину, поток рентгеновских лучей ослабляется неравномерно и на участке дефекта экран или пленка будут освещены сильнее.

Рентгеновский метод применяется для контроля качества сварочных швов и отливок. Полученные данные дают лишь приближенные сведения о наличии внутренних дефектов в деталях, так как наличие небольших внутренних пустот обнаруживается этим методом не всегда удается.

Люминесцентный метод служит для определения мест расположения поверхностных трещин, раковин, пустот и расслоений в деталях. Деталь опускают на 5—10 мин в 10%-ный раствор трансформаторного или индустриального масла в керосине или наносят его на поверхность детали при помощи кисточки, затем промывают в воде или бензине, просушивают подогретым сжатым воздухом, опыляют белой пудрой (магнезией) и осматривают под ультрафиолетовыми лучами. Для облучения применяют ртутно-кварцевые лампы ПрК-2 или ПрК-4. Освещенные этими лампами детали приобретают темно-фиолетовую окраску, а дефектные места, благодаря раствору масла, который вытягивается магнезиевой пудрой на поверхность, ярко светятся.

Метод керосиновой пробы тоже применяется для обнаружения трещин в деталях. Деталь опускают на 10—20 мин в керосин, а на больших деталях внушающее подозрение место обильно смачивают керосином. Затем поверхность изделия протирают насухо и на нее наносят тонкий слой мела, разведенного в спирте. Спирт быстро испаряется, и на белой поверхности детали в местах, где имеются трещины, появляются темные полоски.

Метод керосиновой пробы широко применяют для проверки плотности сварочных, заклепочных и других соединений стенок различных емкостей. В этом случае швы снаружи смазывают раствором мела, а когда он просохнет, в емкость наливают керосин или смазывают им швы. В местах неплотностей мел потемнеет.

Метод цветной дефектоскопии заключается в нанесении на чистую обезжиренную поверхность цветной проникающей жидкости — пенетранта. Затем поверхность протирают насухо и наносят слой белой жидкости — проявителя. Когда поверхность подсохнет, ее осматривают. Если на поверхности детали имеются трещины шириной от 1 мкм и выше, то на белом фоне проявителя появляются четкие красные линии.

Если преследуется цель исследования процесса развития трещин, то результат дефектоскопии фотографируют или срисовывают, а деталь продолжает работать до следующего сеанса дефектоскопии.

Электромагнитный метод применяют для определения наличия трещин, внутренних пор и других дефектов в деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов (стали, чугуна). Исследуемую поверхность покрывают суспензией, состоящей из масла или керосина, в которой находятся во взвешенном состоянии частицы магнитного порошка. Под действием магнитного поля частицы порошка располагаются по направлению силовых линий, образуя узоры, расположение которых соответствует местам скрытых дефектов (раковин, волосовин и др.).

Электромагнитный метод применяют преимущественно для массового контроля однотипных деталей. Этот метод является относительным, так как не устанавливает размеров скрытого повреждения по глубине. Поэтому при испытании крупных и сложных деталей для установления формы и расположения повреждения целесообразно пользоваться этим методом в комбинации с другими, например ультразвуковым или рентгеновским методами.

Спектральный анализ применяют для определения наличия в металлах и сплавах различных химических элементов и их процентного содержания. Метод основан на анализе светового спектра электрической дуги (искры), искусственно возбуждаемой между испытываемой деталью и медным дисковым разрядником. Присутствие того или иного химического элемента сообщает световому спектру ряд особенностей, по которым этот элемент и обнаруживается.

Для проведения спектрального анализа в цеховых условиях применяют приборы, называемые стилоскопами. Применение их в ремонтных мастерских позволяет быстро выявить детали, непригодные к установке из-за низкого качества материала.

§ 5. Допустимый износ деталей

Общие сведения о допусках и посадках.

При ремонте оборудования огромное значение имеет точность изготовления его элементов, позволяющая вести сборку без пригонки и дополнительной обработки, т. е. с наименьшими затратами времени и труда. Она достигается путем соблюдения необходимых допусков и посадок при изготовлении деталей.

В зависимости от назначения деталей их соединяют с различной степенью плотности. Плотность соединения деталей, определяемая разностью между диаметрами отверстия и вала, называют посадкой.

Положительную разность между диаметром отверстия и вала, называют зазором, отрицательную (диаметр отверстия меньше диаметра вала) — натягом.

В связи с тем, что при изготовлении детали абсолютно точно выдержать любой ее размер практически невозможно, для диаметров отверстия и вала устанавливают наибольшие и наименьшие предельные размеры. Началом отсчета служит общий для соединяемых деталей размер, называемый номинальным. Номинальные размеры выбирают по ГОСТ 6636—69. Стандарт номинальных размеров построен как ряд предпочтительных чисел от 1 до 500 мм.

Разность между наибольшим предельным размером и номинальным называется верхним предельным отклонением, а разность между наименьшим предельным и номинальным размерами называется нижним предельным отклонением. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском.

Величины допусков установлены стандартными классами точности. Для размеров от 1 до 500 мм — 19 классов точности (по ОСТам и ГОСТам общесоюзной системы допусков и лонж), для размеров свыше 500 мм — 12 классов точности. В ремонтном деле применяют допуски главным образом третьего класса и выше.

Посадки разделяют на посадки с зазором (движения, ходовая, легкоходовая, широкоходовая и скользящая), с натягом (прессовая первая, прессовая вторая, прессовая третья, горячая, прессовая и легкопрессовая) и переходные (глухая, тугая, напряженная и плотная). В посадках с зазором допуск равен разности между наибольшим и наименьшим зазорами; в посадках с натягом допуск определяет разность между наибольшим и наименьшим натягами, в переходных посадках допуск равен сумме наибольшего натяга и наибольшего зазора. Система посадок подразделяется на систему отверстия и систему вала, которые на чертежах обозначаются буквами А — система отверстия и В — система вала.

Система отверстия характеризуется тем, что в ней для всех посадок при одинаковых номинальных размерах предельные размеры отверстия остаются постоянными, а различные посадки получают за счет соответствующего изменения предельных размеров вала. В системе отверстия номинальный размер является наименьшим размером отверстия.

Система вала характеризуется тем, что в ней для всех посадок при одинаковых номинальных размерах предельные размеры вала остаются постоянными, а различные посадки получают за счет соответствующего изменения предельных размеров отверстия.

По такому же принципу построена и международная система допусков ИСО, которая отличается несколько другими значениями зазоров и натягов. Однако отклонения эти незначительны.

Посадки в системе отверстия и в системе вала группируются по классам точности. Для размеров от 1 до 500 мм установлено девять классов точности, а для размеров от 500 до 10 000 мм — шесть классов точности посадок. При ремонтах горного оборудования в основном применяют третий класс точности и выше. Основными посадками являются: прессовая Пр1, глухая — Г, напряженная — Н, скользящая — С, С₃, С₄ и С₅, ходовая — Х₃ и Х₄.

В системе ИСО установлено 18 квалитетов (классов) точности. Квалитеты 01—04 предназначены в основном для допусков калибров; 05—12 — для допусков изделий и 13—18 — для допусков на свободные размеры. Система отверстий в ИСО обозначается прописной латинской буквой H, а валов — строчной буквой h.

Влияние качества поверхности деталей на посадку.

Под качеством поверхности детали понимается чистота ее обработки и некоторые физические свойства поверхностного слоя (твердость, микроструктура). Чистота поверхности является следствием ее обработки режущим инструментом: инструмент оставляет на поверхности детали неровности в виде чередующихся выступов и впадин, которые создают шероховатость.

Надежность неподвижных соединений возможна только при достаточной гладкости сопрягаемых поверхностей. При недостаточно гладких поверхностях их соприкосновение происходит на меньшей площади, чем это необходимо. Вследствие этого возникает удельное давление выше допустимого, что приводит к смятию сопрягаемых поверхностей и ослаблению соединения.

От характера обработки зависит не только чистота поверхности детали, но и структура поверхностного слоя. Под влиянием давления и температуры, возникающих на обрабатываемой поверхности, могут произойти пластические деформации с изменением структуры поверхностного слоя. При этом поверхностный слой становится более твердым и менее пластичным.

В соответствии с ГОСТ 2789—73 шероховатость поверхности определяют или средним арифметическим отклонением R_a или высотой неровностей R_z . Стандартом установлено классов чистоты поверхности, из которых при изготовлении горного оборудования применяют в основном первые девять. Требуемый класс чистоты указывают в чертежах специальными обозначениями, причем для классов чистоты 6—12 основной является шкала R_a , а для классов 1—5, 13 и 14 — шкала R_z , связано с применяемыми для измерения приборами.

Допустимая стандартом величина неровностей колеблется 320 мкм (для первого класса) до 0,05 мкм (для четырнадцатого класса).

Стандартами некоторых зарубежных стран предусмотрены допустимые числовые значения неровностей без градации по классам. На чертежах указывают только допустимые числовые значения неровностей.

Допустимый износ деталей.

Допустимые увеличения зазоров при работе большинства сопряжений машин и механизмов определяют на основании расчетов или опытных данных. Для некоторых сопряжений, например вал — подшипник, подшипники качения, зубчатые колеса, цилиндро-поршневая группа, не установлены величины допустимых износов. Их определяют по приводимым ниже рекомендациям.

Износ в сопряжениях вал — подшипник. Подвижное сопряжение вал — подшипник осуществляется с зазором. Величину зазора определяют, исходя из условий гидродинамической смазки. Так как вал и подшипник несут постоянную нагрузку, наивыгоднейший зазор в сопряжении (мм) можно определить по формуле

$$s_n = 0,457d \sqrt{\frac{\mu n l}{q(d+1)}}$$

где d — диаметр шейки вала, мм; μ — абсолютная вязкость масла, кгс/м²; n — частота вращения вала, об/мин; q — удельная нагрузка на вал, кгс/м²; l — длина шейки, мм.

Предельные значения зазоров (мм) равны:

$$s_{min} = 0,65s_n$$

$$s_{max} = 13,6 \frac{\mu n d^2}{c q}$$

Наивыгоднейший зазор s_n соответствует первоначальному получаемому после приработки трущихся пар, с которого и должна начинаться работа всякого сопряжения машины.

Предельно допустимая подработка вкладыша подшипника определяется по формуле

$$b = \frac{0,5s_{нач}}{1-k}$$

где $s_{нач}$ — первоначальный зазор, мм; k — коэффициент, указывающий, во сколько раз вращающаяся деталь изнашивается быстрее неподвижной ($k = 0,5$ при стальных шейках и бронзовых вкладышах и $k = 0,3$ при стальных шейках и вкладышах с баббитовой заливкой).

Удельная нагрузка на вал (кгс/см²) определяется по формуле

$$q = \frac{P}{dl}$$

где P — нагрузка на вал, кгс.

При номинальном зазоре s_n в сопряжении возникает наименьшее, т. е. жидкостное трение.

При меньшем зазоре жидкостное трение затруднено из-за невозможности образования масляной пленки. Большое увеличение зазора приводит к выдавливанию смазки и ускорению, износа поверхностей. Поэтому величины износов деталей не должны превышать значений, при которых образуется максимально допустимый зазор.

В сопряжениях, вращающихся с небольшой частотой (менее 5 об/мин), а также в сопряжениях с колебательным движением условия жидкостного трения не могут быть достигнуты, так как гидродинамическое давление смазки в этом случае не в состоянии приподнять вал подшипника. В связи с этим работа некоторых кинематических пар подъемных машин, компрессоров, экскаваторов, лебедок и других горных машин происходит в условиях полужидкостного, граничного или полусухого трения. В таких случаях приходится принимать $s_{max} = (2 \div 3)s_n$. Что касается неподвижных соединений вал—подшипник, то допустимые износы в них определяют, исходя из условий сохранения предусмотренной посадки. Поэтому предельно допустимым износом в таких случаях будет такой, при котором натяг в сопряжении будет не меньше минимального для данной посадки.

При определении предельных значений зазоров в сопряжении вал-подшипник необходимо проверять их влияние на работу других деталей, сидящих на валу. Так, изменение межцентрового расстояния в зубчатой передаче может вызвать изменение бокового зазора между зубьями, что приведет к заеданию или уменьшению поверхности контакта их рабочих профилей. В электрических машинах увеличение зазора в подшипнике вызывает опускание ротора в расточке статора и в конечном итоге может привести к заеданию ротора о статор и выходу их из строя.

Износ подшипников качения. При нормальных условиях эксплуатации главной причиной выхода из строя подшипников качения являются усталостные повреждения желобов обойм и элементов качения. Если замена изношенного подшипника произведена несвоевременно, то это может привести не только к порче подшипника, но и к аварии механизма в котором он установлен. Величины предельных радиальных зазоров для подшипников, часто применяемых в горных машинах, приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Допускаемые величины радиальных зазоров в подшипниках качения

Номер подшипника	Размер подшипника, мм	Радиальный зазор, мм		
		начальный	нормальный	максимально допустимый
207	30×72×17	0,018	0,07	0,07
209	45×85×19	0,018	0,07	0,07
212	60×110×22	0,025	0,09	0,09
213	65×120×23	0,025	0,09	0,09
307	35×80×21	0,018	0,07	0,07
308	40×90×23	0,018	0,07	0,07
309	45×100×25	0,018	0,07	0,07
316	80×170×39	0,025	0,09	0,09
319	95×200×45	0,029	0,12	0,12
320	100×215×47	0,029	0,12	0,12
413	65×160×37	0,025	0,09	0,09
3520	100×180×46	0,07	0,20	0,20
3522	110×200×53	0,08	0,24	0,24
3524	120×215×58	0,08	0,24	0,24
3526	130×230×64	0,08	0,24	0,24
3528	140×250×68	0,09	0,27	0,27
3610	50×110×40	0,05	0,15	0,15
3612	60×130×46	0,05	0,15	0,15
3614	70×150×51	0,06	0,18	0,18
3616	80×170×58	0,06	0,18	0,18
3620	100×215×73	0,07	0,20	0,20

Для подшипников качения, установленных на тихоходном оборудовании, значения наибольших допустимых радиальных зазоров по сравнению с приведенными в табл. 1 можно увеличить на 40—50%. К такому оборудованию можно отнести шахтные вагонетки, барабаны и ролики ленточных конвейеров, электровозы и т. п.

Осевой люфт (в обе стороны) у радиальных подшипников наибольшем диаметре допускается: для подшипников с наружным диаметром 60—100 мм — до 0,3 мм, с диаметром 100 мм и

выше – до 0,4 мм.

Рекомендуемые величины радиальных и осевых зазоров можно корректировать в зависимости от конструкции и назначения машины.

Износ зубчатых колес. Между соприкасающимися профилями зубьев зубчатых колес при работе происходит одновременно трение скольжения и трение качения, вызывающие разрушение рабочих поверхностей зубьев. В результате износа зубьев правильность зацепления нарушается, усиливается неравномерность передачи усилия, растет боковой зазор между зубьями и, как следствие, увеличивается шум, падает к.п.д. передачи и появляются динамические нагрузки, вызывающие еще более интенсивное разрушение рабочих поверхностей зубьев. В результате могут сломаться не только зубчатые колеса передачи, но и другие смежные с ними детали — подшипники, цапфы валов и т. д.

Величины допустимых износов зубьев принимают в зависимости от конструкции шестерен и условий их работы. Обычно для зубчатых колес горных машин величину допустимого износа принимают в пределах 8—15% толщины зуба в зависимости от их назначения. Меньший износ допустим для зубьев сильнонагруженных и быстроходных зубчатых колес, больший — для тихоходных и малонагруженных передач.

В цементированных шестернях появление признаков выкрашивания цементационного слоя, соответствует моменту полного его износа. Наибольший износ цементированных зубьев не должен превышать 0,8 толщины цементационного слоя и 10% толщины зуба.

Износ деталей цилиндрично-поршневой группы. Износ цилиндра проявляется в появлении овальности, увеличении зазора между его рабочей поверхностью и поршнем, приобретении цилиндром формы неправильного конуса.

Допустимый износ $\Delta_{max.\dot{don}}$ цилиндра (мм) в зависимости от его диаметра D на практике обычно определяют по формуле

$$\Delta_{max.\dot{don}} = cD$$

где c — коэффициент износа (для определения допустимого износа цилиндра по окружности $c = 0,002 \div 0,003$; для предельной овальности цилиндра $c = 0,001 \div 0,002$; для предельной конусности $c = 0,001$).

Износ поршней проявляется в изменении профиля канавок для колец, принимающих трапециевидную форму, в истирании боковых поверхностей (появлении эллипсности), в получении царапин, задигов и трещин на боковой поверхности и днище.

Предельный износ поршня по диаметру в различных точках не должен быть больше 0,003 его диаметра. Поршневые канавки в машинах одностороннего действия изнашиваются в первую очередь со стороны рабочей части цилиндра, а в машинах двойного действия — крайние канавки. Практически установлено, что износ канавок не должен превышать 0,2 мм, при этом стенки канавок должны быть между собой параллельны.

Износ поршневых колец проявляется в уменьшении их толщины и понижении упругости из-за старения. Износ допускается в пределах 1—2 мм по толщине и не более 0,2 мм по ширине при установке его на поршень с неизношенной канавкой. Если поршневая канавка и кольцо имеют износ, то суммарный предельный зазор между их торцевыми поверхностями не должен превышать 0,3 мм.

Степень износа поршневых колец определяют также по массе. Предельно допустимый весовой износ кольца составляет 10% первоначальной массы.

Измерение износов.

Контроль величины износа производят нужным осмотром и замерами с помощью мерительных инструментов, контрольных приспособлений, приборов и специальной аппаратуры. Проверку размера или отклонения от формы можно произвести абсолютным или относительным способом измерений.

При абсолютном способе измерений величину размера получают на самом мерительном инструменте. Средствами измерений при этом способе служат линейки, штангенциркули, глубиномеры, штангензубомеры, микрометры, штихмассы, угломеры и другие инструменты. Недостатком абсолютного способа измерений является зависимость показаний от точности изготовления и изношенности инструментов.

Относительный способ измерений износа заключается в том, что изношенную деталь сравнивают с новой (образцовой) при помощи различных чувствительных приборов (индикаторов, пассаметров, оптиметров и др.). Точность относительного измерения значительно выше абсолют-

ного. Рекомендуется следующий порядок измерения износа деталей:

- диаметр шейки вала замерять в трех местах по ее длине каждый раз в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Два места замеров брать на расстоянии 5—10 мм от галтелей, а третий — посередине длины шейки;
- внутренние диаметры гидравлических и пневматических цилиндров замерять в трех местах по длине, одно из которых должно совпадать с серединой длины рабочего хода поршня, второе и третье должны находиться ниже середины поршня при его нахождении в крайних положениях (верхняя и нижняя мертвые точки). Диаметры поршней замерять в двух-трех сечениях;
- зубья шестерен замерять по толщине. Замер производят штангензубомерами, предельными шаблонами и т. д. в двух или трех сечениях (в зависимости от длины зуба), затем сравнивают с данными ГОСТа. Замерять следует три зуба, находящихся на равном расстоянии друг от друга;
- шлицы на валах замерять по ширине в двух-трех сечениях и местах наибольшего износа и сравнивать с ГОСТ 1139—58.

На каждом валу необходимо замерять два — четыре шлица (в зависимости от общего их числа), одинаково удаленных друг от друга.

Общий износ проушин звеньев и соединительных пальцев гусеничной ленты или цепей может определяться как разница фактической их длины после эксплуатации и длины новой ленты (цепи). Замерять следует при их натяжении, достаточном для обеспечения надежного контакта между трущимися поверхностями звеньев и пальцев.

Инструменты и приборы для измерения степени износа.

Основным средством контроля размеров деталей являются контрольно-мерительные инструменты. Основные требования, предъявляемые к контрольно-мерительным инструментам: обеспечение надежности и объективности контроля, простота пользования, простота контроля качества самого инструмента в процессе его эксплуатации, максимальная стойкость, минимальные затраты времени на один промер.

Средства контроля делятся на ручные, полуавтоматические и автоматические. Ручные средства контроля бывают универсальные (линейки, кронциркули, угольники, штангенциркули, микрометры, пассаметры и др.) и специальные (калибры, пробки, скобы, пространственные и фасонные шаблоны и др.). Специальные инструменты дают относительные показания замеров. Полуавтоматическими средствами контроля являются индикаторы, электрические и оптические приборы и аппараты. Они определяют действительные размеры измеряемых деталей. Особого внимания заслуживают автоматические контрольные аппараты. Они контролируют размеры детали в процессе ее обработки и при возникновении необходимости автоматически выключают станок. Применение таких автоматов целесообразно только в условиях массового производства.

§ 6. Прочность элементов горных машин

Технический прогресс в горном машиностроении сопровождается непрерывным повышением производительности и мощности машин. Эта ярко выраженная тенденция приводит к резкому возрастанию статических и динамических нагрузок в их элементах, повышению скорости их износа, усталости и снижению эксплуатационных качеств. Все это приводит к необходимости повышения прочности элементов машин.

Прочность детали, т. е. ее способность выдерживать определенную нагрузку в течение установленного времени эксплуатации, зависит от типа нагрузки. Различают статическую и динамическую прочность.

Статическая прочность — способность детали без разрушения и без существенного изменения формы выдерживать действие постоянной или медленно изменяющейся механической нагрузки. Статически нагружаемые детали обычно весьма долговечны. Однако в современных горных машинах статические нагрузки встречаются редко, что связано с особенностями их работы. Основными типами статически нагружаемых деталей являются различного рода основания, станины и опоры, балки и подвески, работающие чаще всего на сжатие, растяжение или изгиб.

Для деталей, воспринимающих сжимающие статические нагрузки, применяют преимущественно один из наиболее дешевых материалов — белый чугун, реже — серый чугун или стальное литье. На изготовление деталей, работающих на изгиб или растяжение, идут конструкционные стали.

Статически нагруженные детали мало подвержены деформациям. Так, деформации станин и плит, нормально работающих на сжатие, — это чаще всего трещинообразование вследствие явления случайных изгибающих моментов. Значительно реже деформация проявляется в виде изгиба в результате усадок материала в процессе старения. Сжимаемые стержни при чрезмерной нагрузке обычно получают продольный изгиб.

Детали, работающие на изгиб или растяжение, со временем тут быть соответственно деформированы по причине превышая допустимых нагрузок, понижения прочности материала из-за температурных влияний, уменьшения его толщины из-за коррозионного износа и т. д. Резкие изменения формы детали, а также глубокие следы обработки, надрезы и посторонние включения в меньшей степени влияют на статическую прочность, чем на динамическую, кроме случаев, когда они вызывают существенное уменьшение сечения тела.

Статическая прочность зависит главным образом от величины нагрузки, соотношения "основных размеров и формы элемента, его материала и вида нагружения (растяжение, изгиб, кручение и т. п.). Наличие этих данных позволяет экспериментальным или расчетным путем определить статическую прочность элемента.

Динамическая прочность — способность детали выдерживать определенную динамическую нагрузку в течение установленного времени или определенного количества рабочих циклов. Этот тип нагрузки воспринимает подавляющее большинство деталей горных машин.

Кроме нормальных динамических нагрузок, детали машин испытывают и случайные, возникающие в процессе эксплуатации. Они действуют, например, на коренной вал шахтной подъемной машины при срабатывании аварийного тормоза, во время загрузки скипов на весу, при резком подъеме сосудов нависшим канатом и в ряде других случаев.

При расчете прочности элементов горных машин учет случайных динамических нагрузок представляется весьма сложным и зачастую невозможен. Поэтому расчет некоторых элементов ведут приближенно — по известным статическим нагрузкам, что не всегда приводит к желаемым результатам. Действительные ударные напряжения, при которых происходит разрушение, можно определить экспериментальным путем с применением громоздких физических методов измерения, что не всегда доступно.

Наиболее типичными динамически нагружаемыми элементами являются детали привода и рабочего оборудования горных машин (шатуны, валы, детали породоразрушающих и отбойных элементов буровых и угледобывающих машин и т. п.), получающие большие нагрузки при взаимодействии исполнительного органа машины с породой. Характерными нагрузками валов являются кручение и изгиб с кручением, зубья шестерен работают на изгиб, а ступицы — на разрыв, шпонки — на срез и сжатие и т. д.

Динамические нагрузки в механизмах создаются не только в результате внешнего воздействия. Источники динамических нагрузок (вибраций) зачастую находятся внутри механизма. Так, неточность изготовления зубчатых колес, в частности отступления в шаге, приводит к неравномерной частоте вращения приводного вала, вызывает удар вступающих в зацепление зубьев и замедление или ускорение приводного вала.

Усталостная прочность. В результате многократного воздействия знакопеременных или меняющихся по величине однозначных нагрузок разрушение детали развивается постепенно, без заметной пластической деформации. Этот процесс называется усталостным разрушением. От разрушения при однократном нагружении оно отличается тем, что носит локальный характер (сосредоточено в определенном месте).

Сущность процесса разрушения заключается в следующем. Под влиянием переменных напряжений образуются зародышевые микротрещины (рис. 5). Они возникают обычно на поверхности детали в наиболее сильно нагруженном участке, где имеются концентраторы напряжений (надрезы/ выточки, риски, запрессовки, переходы от одного сечения к другому, а также металлургические и иные дефекты), и развиваются в глубь детали, пока не вызовут хрупкого ее разрушения. Поэтому типичный усталостный излом детали имеет две отличительные зоны: усталостного и единовременного разрушения. Зона усталостного разрушения обычно имеет блестящую или матовую поверхность, что объясняется ее наклепом при воздействии поверхностей обеих сторон трещины. Поверхность излома зоны единовременного разрушения имеет, как правило, кристаллическое строение.



Рис. 5. Схема усталостного излома детали:

1 — зародышевые микротрещины; 2 — зона усталостного разрушения; 3 — зона единовременного разрушения

Обнаружить усталостное развитие трещин в процессе эксплуатации обычно очень сложно. Все известные способы дефектации связаны с необходимостью демонтажа детали и проверки ее с применением специальной, часто дорогой и дефицитной аппаратуры.

Способность материала или детали переносить периодические динамические нагрузки заданной величины и знака без усталостного разрушения называется усталостной прочностью.

Испытания деталей на усталостную прочность заключаются в многократном циклическом их нагружении до полного разрушения. Нагрузки прикладываются такого вида и такой величины, какие приложены к ним во время эксплуатации. О гарантированном сроке службы детали судят по количеству циклов нагружения, которое выдержал образец.

Усталостная прочность детали зависит от характера воспринимаемых нагрузок, конструктивных и технологических особенностей детали: вида материала и качества обработки, формы детали, наличия концентраторов напряжений, а также от размеров детали — чем крупнее деталь, тем ниже усталостная прочность. Так, при изменении диаметра стального образца от 8 до 150 мм величина предела усталости снижается с 23 до 12 кгс/мм².

Учет этих факторов является важной задачей при конструировании, изготовлении и ремонте деталей, подверженных усталостному разрушению. Особенно важно учитывать их при модернизации оборудования, проводимой на основе анализа поломок.

Усталостная прочность некоторых металлов резко понижается при низких температурах. Поэтому горные машины, предназначенные для работы в северных районах, изготавливают в так называемом северном исполнении. Для них подбирают более вязкие стали, предусматривают значительно больший запас прочности и менее жесткие условия эксплуатации.

Для работы при низких температурах наиболее приемлемы мелкозернистые спокойные стали с минимально необходимым содержанием углерода. Для повышения хладостойкости в стали добавляют никель, молибден и ванадий. Минимальной хладноломкостью обладают стали со структурой, представляющей собой продукты распада мартенсита.

Характеристикой хладостойкости сталей является ударная вязкость при низких температурах. Малоуглеродистые стали марок 10, 15, 20, 20Г, выпускаемые по ГОСТ 1050—74 и рекомендуемые для изготовления работающих при низких температурах зубчатых колес, осей и валов, при охлаждении от +20 до —60° С понижают ударную вязкость всего на 35—45%, а стали, легированные хромом (например, 25Х2ГНТА по ГОСТ 3543—72), — на 15—20%. При таких же условиях марганцовистая сталь марки 14Г2 понижает ударную вязкость почти в 30 раз (с 9,5 до 0,3 кгс·м/см²).

Влияние характеристик привода на формирование нагрузок.

К числу деталей кинематической цепи машин относятся все подвижные детали, начиная от двигателя и кончая деталями исполнительного (рабочего) органа: валы, муфты, детали шпоночных, шлицевых и других соединений, редукторов, зубчатых, цепных, ременных передач и т. п. Они являются, как правило, наиболее уязвимыми звеньями, так как через них передаются все возникающие в машине динамические нагрузки.

На формирование этих нагрузок существенное влияние оказывает характеристика привода — двигателя и редуктора.

В приводах горных машин используются двигатели внутреннего сгорания, электрические, гидравлические, пневматические и инерционные. Двигатели внутреннего сгорания для плавности характеристики чаще всего используют в комплекте с переключающими устройствами типа коробки скоростей. В машинах с большими инерционными нагрузками применяют электродвигатели постоянного тока, которые позволяют плавно регулировать частоту вращения путем изменения

тока в цепи возбуждения.

Однако наиболее широкое применение в горных машинах имеют двигатели переменного тока. Регулирование частоты их вращения весьма сложно, требует громоздкого вспомогательного оборудования. В связи с этим горные машины с двигателями переменного тока снабжают специальными механическими устройствами, обеспечивающими плавность характеристики привода, а регулирование частоты вращения вала самого двигателя применяется весьма редко.

Особую опасность для деталей кинематической цепи представляют случайные инерционные нагрузки, появляющиеся из-за заклинивания исполнительного органа горной машины, внезапного стопорения его при взаимодействии с породой и т. п. Именно случайные нагрузки чаще всего приводят к таким поломкам, как скручивание валов, срезание или смятение шпоночных и шлицевых соединений, зубьев шестерен, соединительных болтов и шпилек, разрыв приводных цепей и т. п.

Гидропривод обычно отличается плавностью работы и меньшими скоростями перемещения по сравнению с другими типами привода, поэтому поломки деталей здесь наблюдаются реже. Однако узлы гидропривода (насосы, гидромоторы, цилиндры и пр.) очень требовательны к точности изготовления, тщательности ухода и соблюдению правил эксплуатации.

Горные машины с пневмоприводом тоже отличаются плавностью работы, за исключением деталей, предназначенных для работы в ударном режиме.

Привод с инерционными двигателями обычно имеет довольно жесткую характеристику. Поэтому работа, прочность и износ деталей, работающих с таким приводом, мало чем отличается от условий работы с электродвигателями.

Основные пути улучшения динамических характеристик горных машин.

Кинематические системы машин различают жесткие и податливые. Жесткость кинематической системы характеризуется степенью подвижности ее элементов при неподвижном закреплении исполнительного органа машины. Если после включения привода машины, у которой неподвижно закреплен исполнительный орган, все элементы системы останутся неподвижными, то говорят, что данная система жесткая. Если же некоторые элементы или группы элементов системы совершат какое-либо перемещение, то данная система обладает податливостью. Перемещение может произойти за счет проскальзывания фрикционных муфт или ремней, сжатия амортизаторов и т.п.

Горные машины чаще всего имеют податливые кинематические системы, способные ограничивать инерционные и другие сапные нагрузки. Жесткие системы могут быть только в машинах с небольшими инерционными массами, в которых такие нагрузки незначительны.

Для улучшения динамических характеристик в кинематических цепях горных машин используют различные устройства, повышающие их податливость: фрикционные муфты, ременные передачи, амортизаторы и т. п. При повышенных нагрузках ремни или трущиеся элементы фрикционных муфт несколько проскальзывают, чем смягчают нагрузку на детали. Такую же роль играют срезные шпильки, рассчитанные на предельно допустимую нагрузку.

Другим путем улучшения динамических характеристик машин является ликвидация зазоров между сопряженными деталями, появившихся из-за чрезмерного их износа. Предупреждение появления этих зазоров является одной из основных задач правильного ухода за ним.

Основным способом ограничения нагрузок на детали гидропривода является применение предохранительных клапанов, которые в случае превышения допустимого давления масла в системе осуществляют его слив обратно в маслобак и тем самым не допускают перегрузки деталей системы.

Немаловажную роль в деле повышения надежности горных машин играет создание нового оборудования, которое при выполнении той же работы имело бы значительно лучшую характеристику по сравнению со старым.

В связи с тем, что динамическая прочность материалов обычно ниже статической, при создании и эксплуатации горных машин особое внимание уделяют повышению прочности динамически нагружаемых деталей. Надежность машины определяется износостойкостью и прочностью именно этих деталей. Факторы, при помощи которых можно повысить динамическую прочность деталей, как и надежность машины вообще, можно разделить на конструктивные, технологические и эксплуатационные.

К факторам конструктивного характера относят выбор наиболее пригодного для изготовления данной детали материала, создание рациональной ее формы и размеров, выбор оптимальных

посадок, снижение динамичности за счет специальных устройств (амортизаторов, фрикционных муфт и пр.).

Технологические факторы связаны непосредственно с заводом-изготовителем данной машины. Здесь главную роль играет качество изготовления, т. е. соблюдение размеров и формы детали, качества химико-термической и механической обработки, соблюдение посадок и других обоснованных конструктором технических решений.

Эксплуатационные факторы включают в себя соблюдение правил эксплуатации, что предусматривает повышение плавности нагружения, снижение до минимума случайных динамических нагрузок, своевременный ремонт с целью устранения появившихся зазоров и мелких поломок и их предупреждение путем смазки трущихся деталей, очистки от абразивной пыли и т. д. Указанные факторы являются основным резервом повышения сроков службы горного оборудования.

§ 7. Смазка и уход за горным оборудованием

Общие сведения о смазочных материалах.

Смазка предназначена для снижения трения и износа деталей, их охлаждения, а также для удаления из зазоров продуктов износа, а в сочленениях, воспринимающих ударную нагрузку, она выполняет работу гидравлического буфера. В сильно изношенных узлах трения смазка компенсирует наличие больших зазоров и неровностей.

До второй половины прошлого столетия для смазывания машин пользовались только растительными маслами и животными жирами. В настоящее время в чистом виде их применяют редко вследствие того, что при высыхании они образуют прочные пленки, приводящие к отложению нагара, а также выделяют органические кислоты, вызывающие коррозию. Чаще их добавляют к нефтяным сказочным материалам для улучшения маслянистости последних.

Применяемые повсеместно минеральные масла получают из мазута — остатка нефти, не испарившего в процессе ее перегонки. Для этого его подвергают вторичной, вакуумной, перегонке, при которой из него выделяют масляные фракции. В остатке на этот раз остается гудрон и полугудрон. Гудрон идет на изготовление резиновых смесей, а полугудрон, как более насыщенный масляными фракциями, применяется для смазывания грубых механизмов с открытыми подшипниками (например, вагонеток).

Полученные при перегонке мазута жидкие неочищенные масла называют дистиллатами. Иногда для обработки дистиллатов применяют щелочь. Такие масла называют выщелочными и в обозначении кроме цифры ставят букву В. Очищенные дистиллаты смешивают между собой в различных пропорциях и подвергают дополнительной обработке для придания им специальных физических и химических свойств. В результате получают специальные масла: турбинные, авто-тракторные, авиационные и др.

Эксплуатационные свойства масел улучшают добавлением различных искусственных присадок. Известны присадки антиизносные, противозадирные, антикоррозионные и другие.

Смазочные материалы бывают жидкие и консистентные (густые). Консистентные смазки получают путем загущения жидких масел натриевым или кальциевым мылами, парафином, минеральным воском и др. Густые смазки на кальциевом мыле называют солидолами. Разновидностью консистентных смазок являются эмульсионные. Их изготавливают путем смешивания смеси воды (20—50%) и нефтяного сырья. Эмульсии являются негорючими, маловязкими и дешевыми смазочными и охлаждающими жидкостями.

Физико-химические свойства смазочных масел.

К основным физико-химическим свойствам смазочных материалов относятся: плотность, вязкость, температура вспышки, воспламенения, застывания и каплепадения, пенетрация, содержание воды и механических примесей, коксуюемость, кислотное число, стабильность и маслянистость (липкость).

Плотность для качества масла имеет небольшое значение. Она всегда меньше единицы и определяется ареометром при температуре +15°C. Плотность характеризует способность масла всплывать, т. е. осадить воду: чем меньше плотность масла, тем легче оно всплывает, отделяясь от воды.

Вязкость характеризует силы внутреннего трения одного слоя масла относительно другого и зависит от его состава, температуры и давления, под которым оно находится. Различают вязкость динамическую, кинематическую и условную. Динамическая вязкость характеризует свойст-

ва масла оказывать сопротивление взаимному перемещению его слоев. Единица динамической вязкости ньютон-секунда на квадратный метр (паскаль-секунда). Десятая часть паскаль-секунды называется пуаз (П), а тысячная — сантипуаз (сП).

В практике чаще пользуются кинематической и условной вязкостью. Кинематическая вязкость определяется отношением динамической вязкости к плотности и измеряется в квадратных метрах на секунду. Сотая часть этого измерения называется стоксом (Ст), а десятитысячная — сантистоксом (сСт). Один сантистокс соответствует вязкости дистиллированной воды при 4° С.

Условная (относительная) вязкость является отвлеченным числом, выражающим отношение времени истечения из вискозиметра типа ВУ 200 г испытуемого масла, нагретого до температуры 50 или 100° С, ко времени истечения такого же количества дистиллированной воды при температуре 20° С. Условная вязкость выражается в градусах ВУ₅₀ или ВУ₁₀₀ (индекс обозначает температуру масла при испытании). Иногда появляется необходимость перевести условную вязкость в кинематическую. Приблизительно это можно сделать по формуле

$$\nu = 7,32^\circ \text{ ВУ} - \frac{6,31}{^\circ \text{ ВУ}} \text{ сСт.}$$

Более качественными считаются масла, у которых вязкость в меньшей степени зависит от температуры.

При смешивании различных по вязкости масел образуются однородные смеси. Этим пользуются для получения масла необходимой вязкости.

Температура вспышки — температура, при которой пары масла образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. Она служит показателем испаряемости и огнеопасности масла. При сравнении двух масел примерно одинаковой вязкости лучшим считается то, которое имеет более высокую температуру вспышки.

Температура воспламенения — температура, при которой смазочный материал загорается от поднесенного пламени и горит не менее 5 с. Она обычно на 20—60° С выше температуры вспышки. Температура воспламенения, так же как и температура вспышки, позволяет определять возможность применения смазочного материала в условиях высоких температур.

Температура застывания — такая температура, при которой масло теряет свою подвижность. Она характеризует возможность использования масла в условиях пониженных температур.

Температура каплепадения — такая температура, при которой происходит падение первой капли смазки, помещенной в специальный прибор (прибор Убеллоде). Она характеризует возможность поступления смазки в сопряжение самотеком, например при пользовании масленками капельного типа.

Пенетрация характеризует степень густоты смазки и определяется глубиной погружения в нее стандартного конуса за 5 с при температуре 25° С. Пенетрация выражается в сотых долях глубины погружения конуса, выраженной в сантиметрах. От величины пенетрации зависит подвижность смазки при подаче по трубопроводам.

Наличие воды в масле является результатом небрежного хранения или транспортирования. Нефтеперерабатывающие заводы обычно выпускают масла, не содержащие воду. Присутствие даже следов воды в масле вызывает коррозию металлов. Масло, содержащее более 0,05% воды, невозможно подать к местам трения посредством фитилей и тампонов, так как напитанные водой, они перестают пропускать масло. Поэтому содержание воды в большинстве смазочных масел недопустимо.

Механические примеси попадают в смазочные материалы при их изготовлении, хранении и во время работы машин. Находясь в масле во взвешенном состоянии, они вызывают повышенный износ, закупоривание маслопроводов и контрольно-измерительных приборов. Особенно опасно наличие волосовидных примесей. Консистентные смазочные материалы содержат обычно больше механических примесей, чем жидкие. В чистых солидолах содержание их доходит до 0,6%, в то время как в жидких смазках допустимое их содержание не более 0,05%.

Для снижения загрязненности жидких масел в первую очередь обеспечивают герметизацию корпусов редукторов горного оборудования, что достигается выбором надлежащей конструкции уплотнений на выходных концах валов и прокладок на плоскостях стыков. Для предупреждения коробления корпусов и крышек редукторов важное значение имеет искусственное старение этих деталей после грубой механической обработки. Обработанная начисто деталь после искусственного старения самопроизвольно не деформируется.

Заслуживает серьезного внимания опыт поддержания чистоты жидких масел путем сочетания принудительной системы смазки, установки в картерах магнитов, улавливающих металлические продукты износа, и отстойников, легко снимаемых промывки.

Коксуемость выражает содержание кокса в весовых Процентах. Она характеризует степень очистки масла и количество нагара, которое может образоваться в смазываемых узлах. Из сравнимых масел то лучшее очищено, у которого числовое значение коксуемости меньше.

Такие масла могут находиться в циркуляционных системах более длительное время.

Кислотное число выражает массу едкого калия (в миллиграммах), требующегося для нейтрализации 1 г масла, и характеризует содержание в маслах органических кислот, наличие которых сверх 0,35% может вызвать коррозию металла. По содержанию кислот и щелочей смазочные материалы должны быть нейтральны. Наличие кислоты в смазке усиливает коррозию и износ деталей. Щелочи вызывают потемнение цветных металлов. Однако небольшое количество свободных щелочей предохраняет консистентную (т.е. густую, типа солидолов) смазку от разложения во время хранения.

Стабильность — свойство нагретого масла сопротивляться окислению кислородом воздуха. Она имеет большое значение для масел, используемых в условиях высоких температур (компрессоры, двигатели внутреннего сгорания и т. п.).

Маслянистость, или липкость, смазочного материала характеризует его способность прилипать к смазываемым поверхностям и сопротивляться выдавливанию из зазоров между ними. Чем лучше маслянистость, тем меньше масло выдавливается из зазоров и тем выше его качество.

Маслянистость смазочных материалов неодинакова. Лучшими являются растительные и животные жиры. Среди растительных масел наибольшей маслянистостью обладает касторовое, среди животных жиров — костное и среди минеральных — цилиндрическое масло.

Сорта смазок, применяемых при эксплуатации горных машин.

Для смазывания трущихся поверхностей горных машин применяют жидкие, густые и сухие смазки.

Жидкие смазки условно подразделяют на следующие группы:

- индустриальные — велосит, машинное, веретенное, швейное, сепараторное и другие;
- моторные — автол, дизельное, моторное;
- трансмиссионные — трансмиссионное, редукторное, гипоидное и другие;
- цилиндрические — цилиндрическое, вискозин, судовое и другие;
- компрессорные;
- приборные — приборное, телеграфное, часовое;
- масла специального назначения, призванные выполнять не только смазочные функции, но и роль рабочего тела, — это различные изоляционные, гидравлические, амортизационные, тормозные и другие жидкости и масла, например трансформаторное масло, осевое.

Из жидких смазок наибольшее распространение в горной промышленности получили индустриальные, трансмиссионные, цилиндрические и компрессорные масла.

Индустриальные масла применяют для смазывания механизмов, работающих при нормальной температуре окружающей среды: подъемных машин, насосов, лебедок и других механизмов.

Широко применяют следующие индустриальные масла:

а) индустриальное И—12А имеет вязкость 10—14 сСт при 50°С и отличается тщательной очисткой и температурой застывания не выше —30°С. Его применяют преимущественно при кольцевой системе смазки подшипников скольжения маломощных генераторов и электродвигателей с частотой вращения более 1000 об/мин и других механизмов, имеющих малую нагрузку и большие скорости;

б) индустриальное И—20А имеет вязкость 17—23 сСт при 50°С; температура его застывания —20°С. Применяют его для подшипников генераторов и электродвигателей мощностью свыше 100 кВт, вращающихся с частотой до 1000 об/мин и других механизмов, смазка которых производится разбрызгиванием или масло протекает через фильтр;

в) индустриальное И—30А, индустриальное И—40А и индустриальное И—50А применяют для смазки подшипников большинства машин, причем подшипники, воспринимающие большую нагрузку при меньшей частоте вращения или же работающие при более высоких температурах, смазывают более вязким сортом масла, и наоборот.

Масло индустриальное И—30А применяют для подшипников металлообрабатывающих

станков, врубовых машин (в смеси с другими маслами), отбойных и бурильных молотков (при отсутствии турбинного масла).

Масла индустриальные И—40А и И—50А применяют для смазки подшипников врубовых машин, конвейерных приводов, откаточных и скреперных лебедок, центробежных насосов, электровозов, вентиляторов, трансмиссий, подъемных машин, для отбойных и бурильных молотков — в смеси с керосином (при отсутствии турбинного масла) и т. д.

Для гидравлических систем различных машин применяют специальное высококачественное веретенное масло сорта АУ вязкостью 12—14 сСт при 50°С.

Кроме очищенных масел иногда применяют неочищенные дистиллаты. Эти масла легко окисляются и имеют в своем составе значительное количество смолообразных соединений. Стабильность этих масел весьма низкая, что ограничивает возможность их использования.

Из трансмиссионных тракторных масел для смазывания зубчатых передач угольных комбайнов и врубовых машин применяют нигрол летний, имеющий условную вязкость от 4 до 4,5° ВУ₁₀₀, и нигрол зимний с условной вязкостью от 2,7 до 3,2° ВУ₁₀₀. Они содержат большое количество смолистых веществ и обладают большой вязкостью и липкостью,

Компрессорные масла применяют для смазки цилиндров компрессоров и воздуходувных машин. Они хорошо очищены, имеют сравнительно большую вязкость и высокую температуру вспышки. В настоящее время компрессорное масло вырабатывают двух сортов — К-12 и К-19.

Масло компрессорное К-12 имеет вязкость 11—14 сСт при 100°С и температуру вспышки не ниже 216°С. Применяется для поршневых и ротационных компрессоров.

Масло компрессорное К-19 имеет вязкость 17—21 сСт при 100°С и температуру вспышки не ниже 245°С. Применяется для многоступенчатых компрессоров высокого давления.

Из цилиндрических масел для смазывания лебедок, погрузочных машин, скребковых и ленточных конвейеров, отбойных и бурильных молотков, ручных и колонковых электросверл, сбочно-буровых машин, перегружателей и вентиляторов частичного проветривания применяют цилиндрические масла «38» и «52». Масло цилиндрическое «38» при температуре 100°С имеет вязкость 32—50 сСт, а масло цилиндрическое «52» — вязкость 50—70 сСт; они относятся к группе тяжелых масел.

Густые смазки незаменимы в узлах, в которых жидкое масло не может удержаться, а непрерывная подача его невозможна или нецелесообразна. Иногда их используют в качестве уплотняющего вещества в сальниках, резьбовых соединениях и др. Солидолы, в связи с тем, что они быстро приобретают жидкотекучесть, применяют в легконагруженных узлах, работающих при температуре не выше 85°С. Однако хорошая водостойкость солидолов делает их незаменимыми для узлов, работающих во влажных условиях.

Консталины (натриевые мази) имеют плохую водостойкость, однако сохраняют пластические свойства при температуре 100—130°С. Высокой теплостойкостью обладают литиевые мази, а также мази, загущенные графитом.

Эти мази применяют для смазки узлов, работающих при высокой температуре.

Универсальные тугоплавкие смазки употребляют для смазки подшипников качения, работающих при высоком температурном режиме (свыше 90°). Натриевые смазки непригодны для смазывания трущихся деталей, соприкасающихся с водой, так как растворимы в воде и сравнительно легко смываются с рабочих поверхностей.

Универсальная, тугоплавкая, водостойкая смазка УТВ (смазка 1—13) изготавливается загущением минерального масла двумя мылами—натриевым и кальциевым. Поэтому она менее чувствительна к влаге, чем натриевая смазка, и имеет более высокую температуру каплепадения (свыше 120°С), чем кальциевая смазка. Применяется для смазки средне- и сильнонагруженных подшипников качения при рабочей температуре не выше 110°С.

Смазка УТВМА (ЦИАТИМ-201) имеет температуру каплепадения более 170°С и нерастворима в воде. Поэтому она работоспособна в интервале температур — 60÷+150°С.

В отдельных случаях для смазки сильнонагруженных частей применяют графитную мазь, представляющую собой минеральное масло со значительным содержанием взвешенного коллоидного графита. Металлические поверхности, соприкасающиеся с графитной мазью, с течением времени приобретают ценные свойства: графит заполняет все микроскопические поры, образуя зеркальную гладкую поверхность, к которой смазочные материалы прилипают в 7—10 раз лучше, чем к обыкновенным металлическим поверхностям. Благодаря низкому коэффициенту трения графитные поверхности могут, не нагреваясь, долгое время работать без смазки.

Выбор смазочных материалов.

Основной целью выбора смазочного материала является создание между трущимися поверхностями и прочного масляного слоя. Однако, выбирая смазку, необходимо соблюдать и другие требования. В одних случаях масло должно быть достаточно эффективным охладителем, в других — предохранять поверхности от коррозии, в третьих — уплотнять узел или служить одновременно гидравлической жидкостью и т. д. При выборе смазки для жидкостного и полужидкостного трения основным критерием служит вязкость масла. Для условий граничного трения основным показателем служит его маслянистость, т. е. способность образовывать пленку, которая смягчает удары микровыступов на поверхностях трения и предупреждает возникновение сухого трения. Кроме того, выбранный сорт масла своими физико-химическими свойствами не должен усложнять эксплуатацию механизма. Здесь имеется в виду огнеопасность, химическая агрессивность, загрязненность, склонность к нагарообразованию и др. Для смазывания деталей высокой чистоты следует применять смазки с минимальным количеством влаги, кислот, щелочей и твердых частиц. Для машин с большой удельной нагрузкой и небольшой скоростью следует применять более вязкие масла и, наоборот, чем меньше удельная нагрузка и больше скорость, тем меньше вязкими должны быть масла.

При отсутствии смазки необходимого сорта можно временно заменять другим имеющимся сортом, но при этом заменитель масла должен иметь вязкость, равную или несколько большую, чем вязкость заменяемого масла. Применять в качестве заменителя масло с меньшей вязкостью не следует, так как это приведет к выдавливанию его из зазора между трущимися деталями, их сильному износу, нагреванию и задирам. Применение слишком вязких заменителей приведет к разогреванию масла и смазываемых узлов машин и вызовет повышенные потери энергии.

При замене компрессорных масел следует увязывать стабильность заменителя и основного сорта масла.

При работе узлов трения на малых скоростях с большими удельными давлениями, а также в условиях обильно запыленной или влажной окружающей среды применяют консистентные смазки. Их используют для смазки подшипников качения, а также когда использование жидких масел связано с трудностями конструктивного оформления смазочной системы.

При выборе консистентной смазки необходимо увязывать ее температуру каплепадения с температурой нагревания смазываемых узлов, чтобы температура каплепадения смазки была не ниже температуры нагрева узла, так как в противном случае смазка расплавится и вытечет.

Если неизвестна марка необходимого смазочного материала, смазку выбирают в два приема. Предварительно подбирают несколько сортов смазок путем сравнения условий работы узлов данной машины с работой аналогичных механизмов, находящихся в эксплуатации. Затем, заливая поочередно выбранные сорта смазок в машину и пуская ее на 15—20 мин в ход, определяют температуру нагрева подшипников. Лучшей смазкой для данной машины будет та, при которой температура нагрева подшипников будет наименьшей. Затем в течение одной-двух смен следует наблюдать за машиной, чтобы убедиться в том, что при выбранной смазке машина работает нормально.

Рекомендуемые для некоторых горных машин типы смазок приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Типы смазок, рекомендуемые для основных узлов горных машин

Узлы	Смазочные материалы	
	основной тип	дублирующий тип
Зубчатые передачи	Цилиндровое «38» +5% КП-2	Трансмиссионное автомобильное ТАп-15В с присадкой 5% КП-2
	Индустриальное И-40А +5% КП-2	То же
Зубчатые муфты	Цилиндровое «52» +5% КП-2	То же
Подшипники качения	ВНИИНП-242	Солидол синтетический С ил смазка 1—13 жировая
	ЦИАТИМ-221	Замена не рекомендуется
Подшипники скольжения и шарниры	ИС-45+5% КП-2	Индустриальное И-40А + 5% КП-2
	ВНИИНП-242	Солидол синтетический С
Цепные передачи	ВНИИНП-242	То же

	Цилиндровое «38» +5% КП-2	ТАп = 15В + 5% КП-2
Грубые высоконагруженные узлы трения, рессоры	ВНИИНП-242	Графитная смазка УСсА
Ходовые винты	Цилиндровое «52» +5% КП-2 ИС-45 + 5% КП-2	ТАп-15В+ 5% КП-2 Индустриальное И-40А + 5% КП-2
Резиновые уплотнения	ЦИАТИМ-221	Замена не рекомендуется

Смазывание горных машин.

В шахтных машинах применяют индивидуальные устройства и централизованные системы подачи смазки.

Все индивидуальные устройства для подачи масла в подшипники скольжения, за исключением смазочных колец, не могут обеспечить жидкостного режима трения, поэтому их следует применять в малонагруженных, тихоходных или периодически работающих узлах. Наиболее простыми индивидуальными устройствами являются пресс-масленки (рис. 6), предназначенные для подачи в подшипник консистентных смазок.

Жидкие смазочные материалы подаются фитильными, капельными или кольцевыми устройствами. Наливная фитильная автомасленка (рис. 7) может подавать в подшипник от 0,5 до 5 см³ масла в минуту в зависимости от диаметра фитиля. Для подачи смазки здесь используется капиллярность тканей. Этот же принцип подачи смазки используется также в смазывающих устройствах с фетровыми, войлочными или шерстяными подушками (рис. 8).

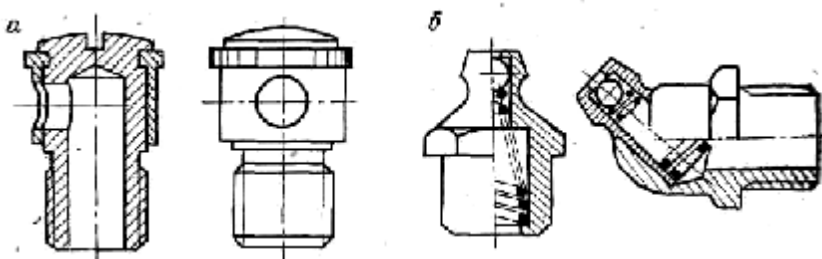


Рис. 6. Пресс-масленки для густой смазки:
а — с поворотной крышкой; б — шариковые

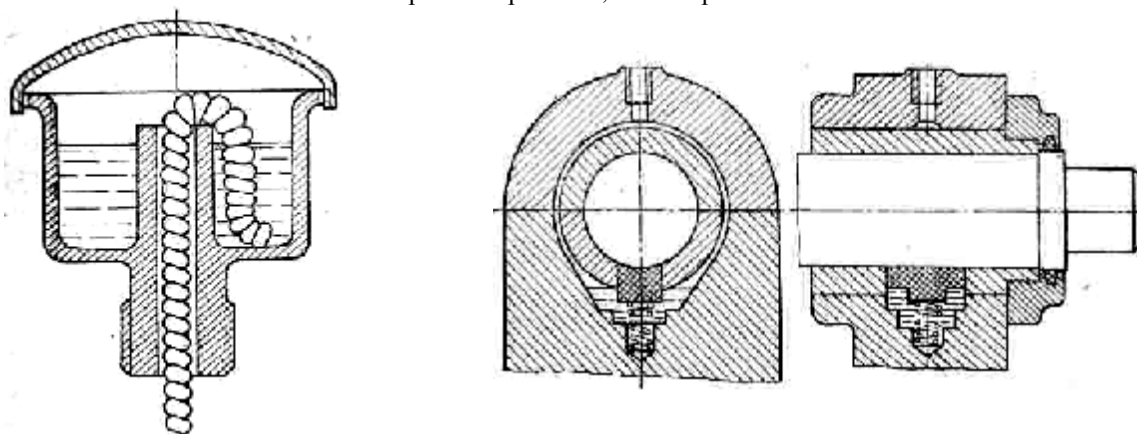


Рис. 7. Наливная фитильная автомасленка

Рис. 8. Схема узла со смазкой войлочной подушкой

Наливная капельная автомасленка с запорной иглой (рис. 9) позволяет регулировать количество подаваемого масла. Во избежание засорения дросселирующей щели масло перед заливкой должно быть тщательно профильтровано.

Наливные масленки изготавливаются емкостью от 1 до 50 см³.

Широкое применение в опорах горизонтальных валов получили кольцевые смазочные устройства. Кольцевая смазка является циркуляционной. Она обеспечивает хороший теплоотвод, отстой масла от загрязнений и подачу такого количества масла, которое необходимо для жидкостного режима работы (рис. 10). Стальные или латунные кольца могут быть цельными или разрезными. Свободно висящее кольцо может подавать от 2 до 10 см³/мин смазки при частоте вращения вала от 100 до 3000 об/мин. Если частота вращения не укладывается в указанные границы, то кольцо с помощью потайных винтов крепится на валу.

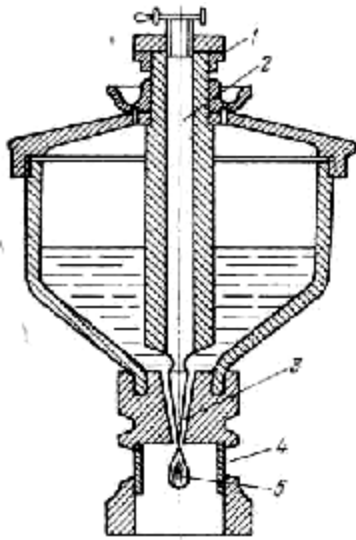


Рис. 9. Наливная капельная автомасленка:

1 — установочная гайка; 2 — игла; 3 — проход для масла;
4 — стекло; 5 — масляная капля

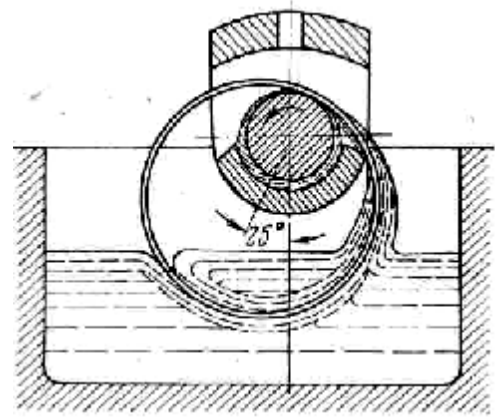


Рис. 10. Схема смазки кольцом

Подшипники качения не требуют частого смазывания и в индивидуальных смазочных устройствах, как правило, не нуждается. Питание жидкой смазкой обеспечивается здесь частичным погружением опоры в масло, залитое в корпус, брызгами или масляным туманом. Смазка солидолом производится путем периодической набивки его в подшипниковый узел.

Подвод смазочной жидкости к месту контакта зубьев колес может быть осуществлен захватыванием масла из ванны (смазка окунанием) или с помощью капельных или струйных устройств. В редукторах окунанием смазывается обычно только часть зубчатых колес. Остальные колеса, подшипники, муфты и другие детали, расположенные внутри коробки, смазываются путем разбрызгивания масла или специальными насосами, подающими масло через трубки, каналы и лотки в стенках корпуса (комбинированная система смазки).

Смазка окунанием рекомендуется в цилиндрических передачах при окружной скорости не более 12—14 м/с, а в червячных — не более 10 м/с. Более высокие скорости приводят к сбрасыванию масла с зубьев.

Глубина погружения колеса в масло должна быть от 10 мм до двух-трех высот зуба колеса, наибольшая глубина погружении червяка должна равняться высоте его витка.

Следует отметить, что при смазке деталей окунанием масло не подвергается фильтрованию и непрерывно загрязняется. При наличии утечки масла из ванны вытекает чистое масло, а загрязнения удерживаются уплотнениями и остаются в полости редукторов. Поэтому смазка таким способом не всегда эффективна и ее целесообразно заменять принудительной циркуляционной смазкой. В этом случае циркуляция масла обеспечивается маслонасосами по специальным напорным и сливным трубопроводам. Такие системы позволяют автоматически (без ручного труда) подавать и дозировать подачу смазки к каждой смазываемой паре.

Фильтрация масла обеспечивается при помощи пластинчатых, сетчатых или других фильтров. Применяемые иногда войлочные и тканевые фильтры нуждаются в частой разборке для очистки и промывки.

Для смазки быстроходных подшипников качения и других узлов трения применяют смазку масляным туманом — масло распыляется струей сжатого воздуха, пропускаемого через маслораспылитель под давлением 0,5—1,5 кгс/см².

При выборе системы смазки необходимо учитывать размеры, взаимное расположение точек смазки и вместе с тем стремиться к однообразию смазочных устройств и применяемых сортов смазочных материалов. Необходимым условием применения централизованной смазки является подача одного и того же вида масла для смазки нескольких узлов.

Карты смазки.

Карта смазки является основным руководящим документом по подбору смазочных материалов и смазыванию каждого конкретного типа машины. Она составляется в процессе проектирования машины.

Карта смазки состоит из схемы машины, на которой нанесены и пронумерованы все смазываемые точки, и спецификации этих точек. На схему четко наносят места залива и слива масла, маслоуказатели, насосы, фильтры, масленки и другие смазочные приборы.

В спецификации указывают порядковый номер и название смазываемой детали, количество смазываемых точек, систему смазки, сорт и норму расхода смазочного материала, режим смазывания, емкость масляной ванны, сроки службы масла до смены и заменители основных сортов смазочных материалов. Порядковые номера смазываемых точек на схеме наносятся по часовой стрелке, а вся спецификация дается по узлам станка. При этом все пары деталей, смазываемые от одной масленки, принимают за одну точку. В последнем случае для обозначения трущейся пары к номеру точки добавляется буквенный индекс (а, б, в и т. д.). Для централизованной системы смазки дается развернутая схема смазки с указанием всех смазываемых точек.

В качестве примера приведена схема смазки комбайна 1К-58М (рис. 11, табл. 3).

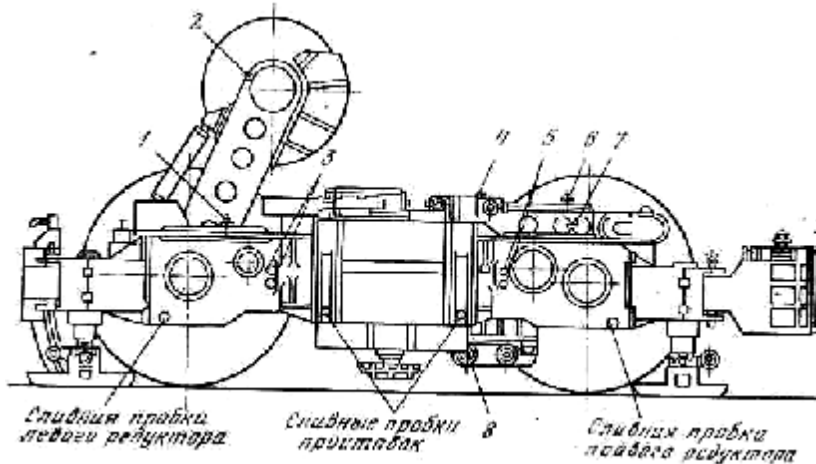


Рис. 11. Схема смазки комбайна 1К-58М

Т а б л и ц а 3

Спецификация к карте смазки комбайна 1К-58М (см. рис. 11)

Место смазки		Смазываемый узел или деталь	Система смазки	Режим смазки	Смазочный материал	Масляная ванна	
позиция	количество точек					емкость, кг	уровень смазки
1	1	Редуктор левый	Разбрызгиванием	Проверять и доливать в каждую смену	Масло промышленное И—40А	50	До появления смазки через контрольную пробку
2	1	Отбойное устройство	Принудительная	—	То же	—	То же
3	2	Щуп с контрольной пробкой	—	—	—	—	—
4	1	Правая проставка	Принудительная	—	Масло промышленное И—40А	—	До появления смазки через контрольную пробку
8	2	Подшипник отклоняющих звездочек	Набивка	Дополнять один раз в неделю	Смазка УС-2 (солидол) ГОСТ 1033—73	0,2	До появления смазки через контрольную пробку
6	1	Редуктор подающей части и гидросистема	Разбрызгиванием	Заливать при сборке, менять через каждые 3 мес	Масло промышленное И—30а, для тяжелых условий — промышленное И—40А	250	То же
7	1	Редуктор правый	То же	Проверять и доливать каждую смену	Масло промышленное И—40А	50	»
5	2	Щуп с кон-	—	—	—	—	—

		трольной пробкой					
--	--	---------------------	--	--	--	--	--

Карты смазки высылаются горным предприятиям заводами-изготовителями вместе с машинами. На горных предприятиях они могут быть скорректированы с учетом опыта эксплуатации машин. Скорректированную карту размножают в виде светокопий или фотографий и вывешивают на рабочих местах стационарного оборудования или передают для руководства рабочим, выполняющим смазку механизмов, и лицам технического надзора для контроля режимов смазки.

Нормы расхода смазочных материалов.

При недостаточной смазке под воздействием тепла и механических нагрузок поверхностный слой металла переходит в хрупкое состояние, что ускоряет его разрушение. При избытке смазки она быстро загрязняется и появляется нагар. Поэтому нормирование расхода смазочных материалов обеспечивает не только экономию, но и способствует сохранению оборудования и облегчает уход за ним. Для большинства горных машин нормы расхода смазки установлены.

В производственных условиях нормы расхода смазочных материалов определяют опытным путем. Для этого за машиной, проработавшей половину ремонтного цикла, ведут наблюдение в течение 4—6 мес и по полученным данным устанавливают среднесуточную и среднемесячную нормы расхода смазки.

Нормы включают расход смазочных материалов на ручную смазку, заполнение масленок и лубрикаторов, а также доливку масляных резервуаров. Первоначальная заливка или заливка картеров при смене масла в норму не входит, а определяется отдельно по фактическому объему их с учетом сроков смены масла. Нормы расхода смазочных материалов для смазки различных машин одного и того же типа могут отличаться. Они устанавливаются в соответствии с особенностями работы каждой машины.

Уплотняющие устройства горных машин.

Практикой установлено, что наличие в смазке 1% пыли антрацита вызывает повышение интенсивности изнашивания деталей редукторов в 2—3 раза, а наличие 2% пыли песчаника — более чем в 30 раз. Все это говорит о необходимости защиты узлов трения от загрязнения.

К уплотнениям предъявляются следующие требования: непроницаемость, небольшие потери на трение, надежность, простота конструкции, небольшая стоимость.

Неподвижные соединения (стыки корпусов редуктора, фланцы, крышки и т. п.) уплотняют прокладками, изготовленными из картона, паронита. Иногда применяют кольца из маслостойкой резины или резиновый шнур, уложенный в специальную канавку. Такие уплотнения крепят к корпусам соединяемых деталей маслостойким клеем или нитрокраской.

Для уплотнения подвижных соединений (места выхода вала) применяют кольца из войлока, фетра, кожи, резины, асбеста, графита или из металлов, обладающих антифрикционными свойствами (чугуна, бронзы, латуни).

На рис. 12 даны примеры установки войлочных и фетровых колец. Трапециевидная форма канавки обеспечивает необходимый прижим к валу.

Войлочные и фетровые уплотнения рекомендуются для жидкой и густой смазки при линейной скорости вала до 4 м/с и рабочей температуре менее 90°С.

Широкое распространение получили резиновые манжетные уплотнения, а также кольца из полихлорвинилового пластика. Эти уплотнения применяют в забойных машинах, электродвигателях и другом шахтном оборудовании в тех случаях, когда скорость вала не выше 8 м/с и температура рабочих поверхностей менее 90°С.

Основные конструкции манжетных уплотнений могут быть: без пружины (рис. 13, а); с браслетной пружиной (рис. 13, б); с браслетной пружиной и металлическим распорным кольцом (рис. 13, в).

Материалом для манжетных уплотнений могут служить кожа, пластмассы, различные резиносмеси и другие материалы. Их устанавливают в специальные посадочные места в корпусе или крышке подшипника (рис. 13, г).

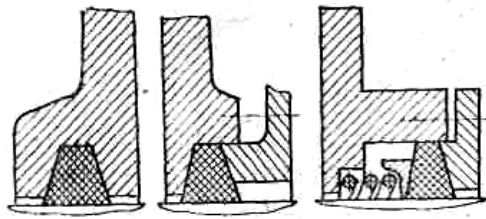


Рис. 12. Войлочные уплотнения

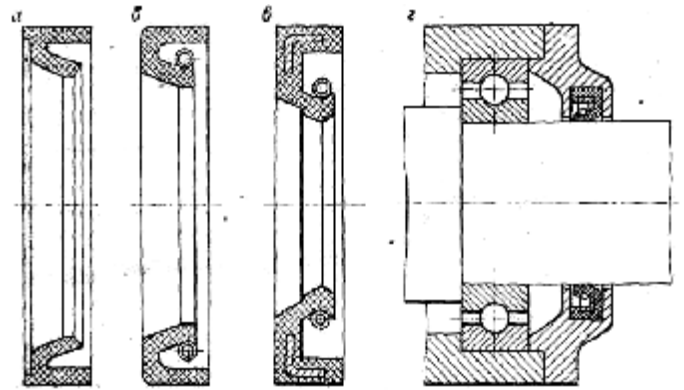


Рис. 13. Манжетные уплотнения

Лабиринтные уплотнения работают по типу поршневых колец (рис. 14). Главным уплотняющим элементом в этой конструкции является узкая лабиринтная щель, затрудняющая перетекание масла. Эти уплотнения надежны в широком диапазоне скоростей, но требуют тщательного изготовления и сборки. Щели этих уплотнений заполняют густой смазкой.

Иногда лабиринты создают при помощи вставных металлических или графитовых колец. Графитовые кольца быстро изнашиваются, однако они могут работать при температуре 350—400°C и скорости до 60 м/с.

На рис. 15 показана одна из конструкций комбинированного уплотнения.

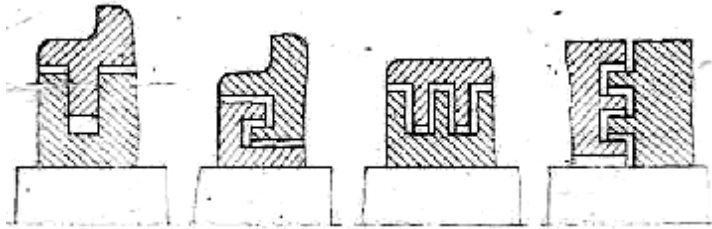


Рис. 14. Лабиринтные уплотнения

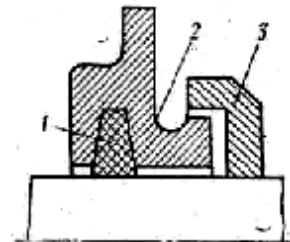


Рис. 15. Комбинированное уплотнение:
1 — фетровое кольцо; 2 — канавка для стекания масла; 3 — отражательное кольцо

Уплотнение неподвижных соединений двух цилиндрических поверхностей (типа цилиндр — поршень) осуществляют при помощи специальных резиновых колец, помещаемых в кольцевую канавку на поверхности поршня. При давлении жидкости на уплотнительное кольцо оно сжимается, уплотняя соединение цилиндрических поверхностей. Такие уплотнения неподвижных стыков в горном машиностроении применяют для давления 600—700 кгс/см².

Газовая смазка.

В последнее время в машиностроении начали применять опоры скольжения, работающие на газовой смазке. Такие опоры оказались перспективными для роторов и других аналогичных узлов, вращающихся с частотой от долей до сотен тысяч оборотов в минуту.

Наиболее простым способом создания газового смазочного слоя является подача в подшипник сжатого воздуха. Толщина слоя, исключаяющего контакт между поверхностями, зависит от давления подаваемого газа, формы и размеров поверхностей и размещения питающих отверстий в подшипнике.

Подшипники на газовой смазке имеют меньшее сопротивление трению, в результате чего снижается тепловыделение, вследствие уменьшения износа увеличивается срок их службы. Они могут работать в условиях более высоких температур и широком диапазоне скоростей. Особенно хорошие результаты газовая смазка дает при пуске и остановке машины и при повышенных нагрузках на опору, когда в обычных условиях имеет место максимальный износ.

В горном машиностроении газовая смазка пока не нашла применения, хотя может быть использована в крупных машинах и комплексах (например, в крупных роторных экскаваторах).

§ 8. Организация смазочного хозяйства

От хорошей организации смазочного хозяйства, т. е. правильной приемки, хранения и выдачи смазочных материалов, во многом зависит их качество. При небрежном хранении в смазку попадают песок, грязь, вода и другие примеси. В результате, как бы обильно ни смазывали машину таким маслом, ее узлы будут быстро выходить из строя.

Оборудование кладовой.

Для сохранения качества смазочных материалов их кладовая должна:

- располагаться вдали от котельных, кузниц и других объектов, обильно выделяющих пыль и могущих быть источником искр, и по возможности ближе к обслуживаемым механизмам;
- быть достаточной по площади, светлой, хорошо предохранять смазочные материалы от попадания в них влаги, песка и грязи.

Кроме этого кладовая должна удовлетворять требованиям техники безопасности, санитарии и требованиям противопожарной защиты.

В кладовой, кроме естественного, разрешается иметь и электрическое освещение с герметическими патронами. Выключатели и рубильники должны быть вынесены в пожаробезопасное место. Для удаления легковоспламеняющихся паров нефтепродуктов кладовая должна иметь надежную вентиляцию.

Хранение других предметов, кроме смазочных и обтирочных материалов, в кладовой запрещается; причем для обтирочных материалов выделяется отдельное изолированное помещение.

Кладовая должна быть оборудована резервуарами для хранения чистого и отработанного масла, инвентарем для выдачи смазочных материалов (весами, воронками, перекачными насосами и др.), а также комплектом исправного противопожарного инвентаря (огнетушителями, железными ящиками с песком, ломом и др.).

Баки для хранения смазочных материалов должны иметь плотно закрывающиеся крышки, раздаточные (для выдачи масла) и спускные (для выпуска осадка) краны. Спускные краны ставят внизу баков, раздаточные располагают на высоте не менее 100 мм от днища.

Бочки со смазочными материалами должны стоять горизонтально, на подкладках, торцевой частью к проходу, пробкой вверх.

На баках и бочках должны быть надписаны сорта смазки.

В цеховых кладовых рекомендуется иметь 10—15-дневный запас необходимых сортов смазочных материалов. Трансформаторное масло хранят на центральных складах трестов или комбинатов.

Рекомендуемая температура воздуха в кладовой — не ниже $+10 \div 15^{\circ}\text{C}$, так как при более низкой температуре затруднен разлив масел. В зимнее время на складе должны быть средства для подогрева масла, работающие на насыщенном паре или горячей воде.

Выдача и доставка смазочных материалов.

Выдачу смазочных материалов производят только при наличии требования, подписанного уполномоченным лицом. Кладовщику запрещается заменять указанные в требовании сорта смазочных материалов другими.

Для улучшения учета и контроля расходования смазочных материалов в кладовой для каждого производственного участка заводят учетно-лимитную карточку, в которой указывают сорта смазочных материалов, необходимых для смазывания механизмов участка, и месячные нормы выдачи их участкам. Кладовщик обязан отмечать в учетно-лимитной карточке количество полученных участком смазочных материалов по сортам.

На все виды и сорта смазки, хранящиеся в кладовой, должны быть копии паспортов, в которых указаны основные показатели.

К механизмам материалы доставляются в количестве односменного или суточного расхода. Тара для доставки и хранения смазочных материалов возле работающего оборудования изготавливается из оцинкованного железа и снабжается металлическими фильтрующими сетками (для жидких смазок) и плотно закрывающимися крышками.

Сбор и регенерация отработанных масел.

Смазочные материалы являются ценными продуктами. Их нужно не только экономно расходовать, но и повторно использовать. Во время Работы масла загрязняются, повышается их коксуемость, кислотность и ухудшаются другие показатели, которые в большинстве случаев можно восстановить. Предприятия обязаны собирать и регенерировать (восстанавливать) не менее 30% общего расхода масел.

Отработанные масла следует собирать в плотно закрывающиеся емкости отдельно по сортам и маркам. Емкости для различных сортов масел окрашивают в различные цвета и наносят надписи, указывающие сорт и марку смазочного материала.

Восстановление отработанных смазочных масел производят отстаиванием от грязи, воды и механических примесей при температуре $60—80^{\circ}\text{C}$ с последующей фильтрацией через мелкопо-

ристые материалы (полотно, бумагу, мелкие стружки и т. п.).

Восстановление изоляционных и других сортов смазок, работающих в специальных условиях, производят механическими и химическими способами. Механическую очистку таких масел производят в фильтр-прессах, центрифугах, масловарках или вакуум-аппаратах, химическую — на специальных установках. Ввиду сложности этих установок ими обычно оборудуют крупные склады.

Контрольные вопросы

1. Дать характеристику горной машины и ее элементов.
2. Охарактеризовать условия работы горных машин и предъявляемые к этим машинам требования.
3. Что называется надежностью машины? Охарактеризовать факторы, определяющие надежность горных машин.
4. Рассказать о видах трения, возникающих между взаимно перемещающимися поверхностями при наличии смазочного слоя.
5. Что такое износ детали? Классификация и формы проявления износов.
6. Пути повышения износостойкости деталей.
7. Перечислить основные методы дефектации машин и деталей. В чем их сущность?
8. Дать общие сведения о принятых в нашей стране системах допусков и посадок.
9. Как определяют износ деталей основных подвижных сопряжений?
10. Как измеряют износы?
11. Виды прочности элементов машин.
12. Охарактеризовать назначение и физико-химические свойства масел.
13. Как правильно выбрать смазку для смазывания горной машины?
14. Существующие способы смазывания горных машин.
15. Рассказать о назначении и видах уплотнений смазываемых узлов горных машин.
16. Значение и сущность правильной организации смазочного хозяйства.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНОЙ СЛУЖБЫ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

§ 9. Ремонтные службы горного предприятия

Назначение и структура ремонтных служб.

Современные горные предприятия оснащены сложной горной техникой, потребляющей в больших количествах самые различные виды энергии. Успех выполнения ремонтов этой техники целиком зависит от структуры ремонтной службы, собранности и оперативности работы всех ее звеньев, оснащенности материалами и средствами механизации как технологического процесса-ремонта, так и вспомогательных его участков (обеспечения технической документацией, транспортными средствами, средствами связи и пр.), укомплектованности квалифицированными рабочими и инженерно-техническими кадрами. С этой целью на горнодобывающих предприятиях созданы механическая и энергетическая службы, возглавляемые главным механиком и главным энергетиком. В состав служб входят отделы главного механика и главного энергетика, цехи или мастерские для ремонта механического и энергетического оборудования, склады и кладовые запасных деталей и инструмента, а также ремонтные службы производственных цехов и участков.

Службы главного механика и главного энергетика осуществляют техническое руководство и надзор за состоянием и эксплуатацией машин, механизмов и энергетических установок, а также организуют их ремонт.

В своей практической деятельности службы руководствуются специальными положениями о планово-предупредительных ремонтах механического и энергетического оборудования и опираются на штат исполнителей, осуществляющих повседневный контроль за эксплуатацией и обслуживанием машин, энергетических установок и выполняющих их ремонт.

Для определения сфер влияния служб главного механика и главного энергетика все оборудование горных предприятий распределено между ними: в ведении главного механика (механической службы) находится все механическое оборудование, а в ведении главного энергетика (энергетической службы) — энергетическое. К последнему относятся источники всех видов энергии (генераторы электрической энергии, паросиловые установки, компрессоры, кислородные станции и т. п.), электроподстанции, линии электропередач, электропривод и электрическая часть всех горных машин и установок.

Основные задачи, которые решают ремонтные службы предприятия, сводятся к следующему:

- организация качественного технического обслуживания, осмотров и ремонтов оборудования;
- соблюдение графиков осмотров и ремонтов;
- контроль за выполнением правил технической эксплуатации оборудования;
- повышение надежности оборудования;
- централизация ремонтных работ;
- специализация ремонтного персонала;
- максимальное применение узлового ремонта;
- оснащение ремонтных бригад средствами, механизации, специальными инструментами, приспособлениями и запасными деталями;
- анализ отказов и внеплановых простоев оборудования и разработка мер по их предупреждению;
- контроль за расходованием материальных средств.

Структура ремонтных служб зависит от мощности предприятия и количества находящегося в эксплуатации оборудования. На крупных горных предприятиях в подчинении главного механика имеется ряд ремонтных цехов: механический, кузнечный, термический, литейный, цех металлоконструкций и прочие с соответствующими складами, кладовыми и другими вспомогательными службами. В подчинении главного энергетика находятся электроремонтные цехи (участки), цехи энергоснабжения (сетей и подстанций, паросиловой, компрессорные станции и пр.) и энергетические лаборатории. На менее крупных предприятиях организуют ремонтные мастерские и участки с аналогичными отделениями.

Кроме того, в основных производственных цехах и участках обычно организуют более

мелкие ремонтные мастерские. Последние находятся в функциональном подчинении главного механика или главного энергетика и в административном подчинении начальников цехов и участков.

Для ремонта и межремонтного технического обслуживания крупного забойного оборудования организуют передвижные мастерские. На карьерах и угольных разрезах их оборудуют на автомобилях, автомобильных прицепах или железнодорожных вагонах. В подземных условиях оборудуют вагонетки с необходимыми запасами деталей, материалов и инструментов. Вагонетка находится в шахтной подземной мастерской и посылается на участок по вызову. Кроме этого на штреке, недалеко от забоя, оборудуют рабочее место дежурных ремонтных рабочих, которое периодически перемещают по мере продвижения забоя.

Стационарные ремонтные мастерские укомплектовывают необходимым станочным оборудованием: металлообрабатывающим, кузнечным, сварочным и пр. Передвижные мастерские в лучшем случае обеспечивают наждачно-заточным станком, оборудованием для сварки и газовой резки металла, верстаками, тисками, необходимым инструментом, стропальными приспособлениями и пр. Кроме того, службы располагают определенными транспортными и грузоподъемными средствами. На складах и в кладовых постоянно должен быть неснижаемый запас быстроизнашивающихся запасных деталей, материалов и инструментов.

Категории ремонтных рабочих.

В современной механизированной шахте или карьере роль ремонтных рабочих в выполнении производственного плана не менее важна, чем роль рабочих основных профессий — бурильщиков, забойщиков, взрывников, машинистов угледобывающих и проходческих комбайнов, экскаваторов и др.

В том случае, если централизация ремонтов проведена пределах одного предприятия, на нем, как правило, имеются такие категории ремонтных рабочих:

- по изготовлению новых сменных деталей и узлов;
- по ремонту деталей и узлов;
- по текущим ремонтам горного оборудования;
- по капитальным ремонтам;
- дежурно-ремонтный персонал;
- вспомогательные рабочие.

Рабочие первых четырех категорий находятся в штатах ремонтных цехов и мастерских предприятия. Дежурно-ремонтный персонал распределен по производственным участкам, а вспомогательные рабочие (рабочие складов, кладовых, рабочие по ремонту и обслуживанию вспомогательного оборудования и т. п.) есть в штатах основных и ремонтных цехов.

В случае централизации ремонтных работ в ремонтных трестах, объединениях или заводах определенные категории рабочих передают в штат этих предприятия.

Основной формой организации труда ремонтных рабочих горнодобывающих предприятий является производственная бригада. Бригада — группа рабочих, объединенная единым производственным планом, взаимосвязанностью процессов труда и общностью места работы. Во главе бригады стоит бригадир из числа наиболее опытных и квалифицированных рабочих. Бригадир работает наравне с другими членами бригады. Одновременно он является непосредственным организатором работы, низовым администратором, которому подчинены все члены бригады. Он несет административную ответственность за выполнение бригадой плановых заданий, трудовую и производственную дисциплину и качество выполняемых работ.

При производственных участках (добычных, проходческих транспортных и т. д.) организуют бригады по техническому осмотру оборудования участка, а при шахтных или карьерных мастерских — по централизованному текущему и капитальному ремонтам оборудования, причем каждая бригада обычно специализируется по ремонту только определенного вида машин: пневматических молотков, погрузочных машин, буровых кареток т. д. Количественный состав ремонтных бригад формируют в зависимости от объема работ, который должна бригада выполнять в течение месяца при условии выполнения норм выработки всеми ее членами. Обычно в бригаде насчитывается от 5 до 20 человек.

Профессиональный состав ремонтных бригад определяется конструктивными особенностями ремонтируемого оборудования. В связи с тем, что на текущие и капитальные ремонты поступают готовые узлы и детали, основной профессией ремонтных бригад является слесарь и в меньшей мере сварщик и газорезчик. В свою очередь, среди слесарей должны быть специалисты

по ремонту и наладке гидроаппаратуры, компрессоров и других агрегатов, имеющих свою специфику. Широко практикуется совмещение некоторых профессий, например слесаря и стропальщика, электросварщика и газорезчика и т. п.

Рабочие, занимающиеся выполнением ремонтных работ, должны владеть комплексом определенных знаний и практических навыков. Основными из них являются:

- закономерности и пределы износа деталей;
- техника измерения износов;
- смазочные материалы и смазочные устройства машин;
- технология выполнения ремонтов и восстановления деталей;
- техника осмотра и испытания машин после ремонта.

Учет оборудования.

Наиболее полное использование горного оборудования, своевременное и качественное его обслуживание и ремонт, а также создание условий для правильной расстановки рабочей силы вызывают необходимость тщательного учета оборудования, его перемещений с участка на участок и периодической инвентаризации.

Текущий учет наличия оборудования ведется постоянно по единой инвентарной карточке учета основных средств. В ней указаны наименование машины, дата ее поступления на предприятие, первоначальная стоимость, сумма затрат на капитальный ремонт и данные о месте нахождения машины (в работе на таком-то участке, в капитальном ремонте, в резерве и т. п.). При сдаче машины в капитальный ремонт, выполняемый специализированным ремонтным заводом, ее необходимо снимать с баланса предприятия и передавать на баланс завода.

Инвентаризация представляет собой переучет фактического наличия оборудования с записью всех данных о нем непосредственно с имеющихся на машинах этикеток. Во время инвентаризации отмечают наименование, заводской и инвентарный номера каждой машины, тип или систему, завод-изготовитель и место ее нахождения.

В процессе инвентаризации ликвидируют возможные неточности в бухгалтерском учете, а также выявляют оборудование, пришедшее в негодность или оставшееся в завалах, но числящееся за участком.

Инвентаризацию оборудования, как правило, проводят один раз в год — перед началом нового календарного года. По данным инвентаризации составляют годовую книгу учета оборудования, в которой имеются необходимые сведения по каждой машине, механизму, установке или аппарату.

Паспортизация оборудования. Для правильного руководства работой энергомеханического хозяйства большое значение имеет паспортизация оборудования. Паспорта заводят на все машины, линии передач, трубопроводы, кабельную сеть и другое энергомеханическое оборудование и установки, находящиеся в эксплуатации.

Технический паспорт машины должен содержать следующие данные:

- название машины, ее тип, модель, заводской номер, год изготовления и завод-изготовитель;
- инвентарный номер;
- общий вид машины;
- кинематическую схему;
- техническую характеристику;
- карту смазки;
- монтажные чертежи и инструкцию;
- перечень инструментов и принадлежностей, необходимых для ремонта и обслуживания;
- список быстроизнашивающихся деталей;
- рабочие чертежи быстроизнашивающихся деталей;
- срок службы и пределы износа быстроизнашивающихся деталей;
- паспорта установленных на машине агрегатов;
- акт заводских испытаний;
- время ввода в эксплуатацию;
- технические условия на приемку после капитального ремонта и акты испытаний после проведенных капитальных ремонтов.

В паспорт обязательно вносят все изменения, происходящие с машиной в процессе эксплуатации (аварии, поломки, замена износившихся крупных деталей, узлов и агрегатов и т. п.).

При отсутствии паспорта его составляют на основании рабочих чертежей и фактических данных машины. Данные технического паспорта являются основными показателями, на основании которых планируют производительность машины и сроки ее капитального ремонта.

Сдача оборудования в капитальный ремонт и получение его с ремонта обязательно должны производиться при наличии паспорта, где ремонтное предприятие записывает все основные работы, выполненные во время ремонта. Кроме того, к паспорту машины, прошедшей капитальный ремонт, должен быть приложен акт испытаний после ремонта.

§ 10. Система планово-предупредительных ремонтов горного оборудования

Обоснование системы планово-предупредительных ремонтов оборудования.

Длительная и достаточно эффективная работа машин обеспечивается не только технически грамотной эксплуатацией, но и своевременными и качественными ремонтами, т.е. регулированием зазоров в соединениях трущихся деталей, заменой износившихся деталей новыми или восстановленными. Если при ремонте будут восстановлены первоначальные условия работы машины (зазоры, удельное давление, чистота трущихся поверхностей и др.), то и эффективность ее работы будет восстановлена.

Очевидно, что система ремонтов машин должна строиться по принципу предупреждения аварийных поломок деталей путем правильного ухода за оборудованием, замены подношенных деталей прежде, чем они окончательно выйдут из строя. Такой системой является система планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Под системой планово-предупредительных (профилактических) ремонтов понимается совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору за правильной эксплуатацией и ремонту оборудования, направленных на предупреждение окончательного износа узлов и механизмов с целью обеспечения работоспособности машин в течение заданного времени при минимальных затратах труда и материальных средств.

Возможны три метода организации планово-предупредительных ремонтов: послеосмотровый, периодический и стандартный.

Метод послеосмотровых ремонтов основан на периодических осмотрах машин. Если состояние машины окажется неудовлетворительным, то ее останавливают на ремонт. Элементы, подлежащие замене, определяют в процессе осмотра машины. Недостатком этого метода ремонтов является невозможность заранее предусмотреть сроки и длительность ремонтов.

Метод периодических ремонтов заключается в том, что очередные осмотры и ремонты машин производят согласно заранее составленному графику. Необходимость замены тех или иных элементов также устанавливают в процессе осмотра машины. Следовательно, при этом методе также невозможно заранее получить достаточно точные данные о сроках замены элементов, что необходимо для определения объема работ, потребного количества рабочей силы, запасных частей, инструментов и станочного оборудования.

Метод стандартных ремонтов, называемый иначе планово-принудительным, основан на обязательном периодическом обновлении машины путем замены части элементов. Для этого по известным срокам службы заранее устанавливают сроки замены элементов и объем работ для каждого из ремонтов. Элементы заменяют в предусмотренный планом срок независимо от их состояния. В виде исключения могут быть оставлены только те, которые в момент ремонта оказались настолько исправными, что гарантируют нормальную работу вплоть до следующего ремонта. Для внедрения метода стандартных ремонтов необходимо знать точные сроки службы всех элементов машины.

Рассмотренные особенности каждого из методов организации ремонта определяют области их применения. Послеосмотровый и периодический методы дают широкую возможность усилить наблюдение за правильной эксплуатацией машин. Поэтому их рекомендуется применять к машинам, работающим при переменном режиме нагрузки и обслуживаемым недостаточно квалифицированным персоналом. Эти методы незаменимы и в период освоения новых типов и конструкций машин, в период изучения особенностей работы и установления сроков службы элементов.

Метод стандартных ремонтов наиболее применим к оборудованию, работающему при установившемся режиме. Его применяют также к машинам, бесперебойность работы которых имеет особенно важное значение для предприятия (например, шахтные подъемные машины, вентилято-

ры центрального проветривания и др.).

В горной промышленности применяется комбинированная система обслуживания и ремонта, состоящая из элементов послеосмотрового, периодического и стандартного методов. Рациональное совмещение рассмотренных методов позволяет обеспечить наиболее длительные межремонтные периоды, увеличить срок службы оборудования и снизить расходы на его содержание.

Положение о планово-предупредительных ремонтах.

Для руководства при организации и проведении планово-предупредительных ремонтов каждым из министерств, объединяющих горнодобывающие предприятия, разработаны и изданы специальные положения о планово-предупредительных ремонтах оборудования.

Каждое положение является обобщающим руководящим документом для руководителей и главных механиков предприятий, механиков цехов и участков и преследует цель предупреждения преждевременного износа; аварий и внеплановых простоев оборудования, проведения ремонтов по плану, согласованному с планом производства, в минимальные технически оправданные сроки.

Положение содержит руководящий материал о структуре ремонтных служб предприятий, устанавливает сущность системы планово-предупредительных ремонтов, правила ухода за оборудованием, а также устанавливает наиболее целесообразные виды ремонтов, их периодичность, продолжительность, основы организации и планирования. Приведены рекомендации о путях повышения качества ремонтов и сокращения простоев машин в ремонтах. Положение содержит формы ремонтной документации (графиков ремонтов, актов приемки оборудования после ремонта, отчетов о ремонтах и пр.) и инструкции по их заполнению.

Составные элементы системы планово-предупредительных ремонтов.

Система планово-предупредительных ремонтов включает межремонтное техническое обслуживание и плановые ремонты.

Межремонтное техническое обслуживание состоит из следующих основных мероприятий:

- ежесменного технического обслуживания и осмотров;
- периодической проверки технического состояния и правильности эксплуатации, оборудования, проводимой инженерно-техническими работниками механической и энергетической служб.

В угольной промышленности, кроме того, проводят ежесуточную проверку правильности эксплуатации и технического состояния и ежемесячные ремонтные осмотры горных машин, а для сложного и уникального оборудования — дополнительные полугодовые и годовые наладки и ревизии.

Ежесменное техническое обслуживание состоит в тщательном и своевременном уходе за оборудованием и выполняется эксплуатационным и дежурным персоналом (машинистами, мотористами и их помощниками, закрепленными за оборудованием членами комплексных бригад, слесарями, электриками и т. п.). При этом четко устанавливают время и продолжительность обслуживания, а также распределяют обязанности по обслуживанию машины между членами эксплуатационных бригад и дежурным персоналом. Перечень работ по ежесменному обслуживанию машин, порядок и безопасность их выполнения регламентируются специальными инструкциями.

В зависимости от режима работы машины (работает машина в технологическом потоке или вне его), напряженности производственного процесса и организации обслуживания ежесменное обслуживание может осуществляться в специально отводимое время в течение рабочей смены, в период между сменами или во время технологических простоев оборудования (например, обслуживание экскаватора можно производить во время его простоя из-за отсутствия транспорта для погрузки).

При осмотре следует убедиться в наличии смазки в редукторах, проверить действие рукояток управления, осмотреть наружные части машины. Кроме того, необходимо проконтролировать состояние легкодоступных быстроизнашивающихся деталей. Обнаруженные при осмотре легкие дефекты устраняют немедленно.

Планово-профилактические осмотры оборудования проводит инженерно-технический персонал механической и энергетической службы в соответствии с графиками. Контроль за соблюдением графиков возложен на начальников цехов и главных механиков.

В угольной промышленности ежесуточную проверку состояния крупных машин с устранением мелких неисправностей производят в течение специально устанавливаемой графиком ре-

монтажно-подготовительной смены. Проверку производит эксплуатационная бригада с участием дежурных ремонтных рабочих. В процессе проверки устанавливают объем предстоящего планового ремонта.

При ежемесячном ремонтном осмотре обычно выполняется весь комплекс работ, охватывающий ежесменное техническое обслуживание, ежесуточную проверку правильности эксплуатации машины и ее технического состояния. Вместе с тем в процессе этого осмотра производят смазку и замену деталей малой износостойкости, а также наладку машины в целом. Затраты на ежесменное техническое обслуживание, ежесуточную проверку и ежемесячные ремонтные осмотры относят за счет эксплуатационных расходов.

Плановые ремонты бывают двух видов: текущие и капитальные. Они вызываются необходимостью восстановления работоспособности машины, пониженной в результате естественного износа ее элементов. В зависимости от организации ремонтных служб они могут выполняться как силами горного предприятия, эксплуатирующего оборудование, так и с привлечением подрядчика — специального ремонтного предприятия.

Текущий ремонт является основным видом ремонта. Систематически проводимые плановые ремонты оборудования при своевременном и качественном их выполнении обеспечивают безотказную и высокопроизводительную работу оборудования на протяжении всего межремонтного периода. Они позволяют продолжительное время не прибегать к длительному и дорогому капитальному ремонту.

При текущих ремонтах машин производят замену быстроизнашивающихся деталей и узлов, выверяют точность установки наиболее ответственных элементов машины, очищают, промывают и делают ревизию механизмов, подозреваемых в том, что они не смогут безотказно работать до очередного ремонта. Одновременно проверяют крепления элементов и при необходимости заменяют крепежные детали, доливают или заменяют смазку.

Текущие ремонты проводят в сроки, предусмотренные графиком. Ремонт крупного, мало-подвижного оборудования (комбайнов, экскаваторов и пр.) осуществляют обычно на месте его работы, а мелкого и маневренного (отбойных молотков, перфораторов, вагонеток, погрузочных машин) — в специально отведенных местах, оснащенных необходимыми ремонтными средствами.

Текущие ремонты выполняют в соответствии со специальными инструкциями, составляемыми для каждого типа оборудования. Инструкции должны включать перечень узлов и деталей, заменяемых при текущем ремонте каждой сложности, порядок, сроки и технические средства замены и регулирования (необходимое ремонтное оборудование, приспособление и т. п.), а также меры по соблюдению правил техники безопасности.

В зависимости от объема ремонтных работ и продолжительности ремонта текущие ремонты подразделяют на первый текущий ремонт T_1 , второй текущий ремонт T_2 и т. д. Чем больше индекс, присвоенный ремонту, тем выше его сложность.

При первом текущем ремонте T_1 заменяют наименее стойкие детали; при ремонтах повышенной сложности (T_2 , T_3 и т. д.) — заменяют и другие, более износостойкие детали. Одновременно производят регулировку механизмов машины для обеспечения ее нормальной работы до очередного планового ремонта.

Основным методом восстановления работоспособности машины при текущих ремонтах является замена изношенных деталей и узлов. Восстановление их во время ремонта производят только в исключительных случаях, когда объем работ по восстановлению детали (узла) мал по сравнению с объемом работ по ее замене и гарантировано высокое качество такого ремонта. Восстановление снятых изношенных деталей производят в мастерских или на ремонтных заводах. Их устанавливают затем на следующие ремонтируемые машины.

Каждый текущий ремонт должен заканчиваться наладкой и опробованием машины в работе. Расходы по текущим ремонтам оборудования сносят за счет основной деятельности предприятия и, следовательно, они оказывают влияние на себестоимость добычи ископаемого.

Капитальный ремонт предназначен для полного восстановления работоспособности оборудования на период всего очередного ремонтного цикла при условии своевременного и качественного выполнения текущих ремонтов. При капитальном ремонте производят полную разработку машины, мойку, дефектацию и сортировку деталей по пригодности, восстановление базовых деталей (рам, оснований, шасси и пр.), замену деталей, потерявших точность, после чего производят сборку, наладку и испытание машины сначала вхолостую, а затем под нагрузкой. Восстановление деталей машины во время ее ремонта — явление ненормальное, так как приводит к уве-

личению простоев машины в ремонте. Для сокращения простоев машин в ремонте применяют методы узловой замены и рассредоточенного проведения ремонтов.

Метод узловой замены заключается в том, что после остановки машины узлы не ремонтируют, а заменяют новыми или заранее отремонтированными.

Сущность рассредоточенного метода проведения капитальных ремонтов крупных машин и комплексов состоит в том, что во время текущего (месячного) ремонта силами дополнительно выделяемых ремонтных бригад осуществляют капитальный ремонт одного или нескольких узлов машины. Выполнение капитального ремонта по частям растягивается на несколько месяцев, но это себя оправдывает, так как специальная остановка на капитальный ремонт значительно сокращается или потребность в ней отпадает.

На время одного текущего ремонта выделяют такие работы, после выполнения которых весь комплекс (машина) остается работоспособным. Если капитальный ремонт узла не может быть выполнен за время, отведенное на текущий ремонт машины, иногда допускают некоторое увеличение длительности этой остановки.

Технологический процесс сборки машины при капитальном ремонте обычно заимствуют у завода-изготовителя. Процесс разборки осуществляют по аналогии со сборкой, но в обратном порядке. Для достижения высокого качества и сокращения сроков ремонтов предприятие должно быть оснащено необходимыми техническими средствами: механизмами, инструментами, приспособлениями, приборами и испытательными стендами (например, для испытания насосов, гидроцилиндров, приработки редукторов и пр.).

Сборка узлов должна производиться из деталей, признанных полностью годными при дефектации, восстановленных или вновь изготовленных. Во время капитального ремонта установка на машину частично годных деталей недопустима.

Выполнение капитальных ремонтов машины непосредственно на ее рабочем месте допустимо только для стационарных установок (например, подъемных машин). Капитальный ремонт передвижных горных машин на месте их работы недопустим, так как это связано с остановкой процесса добычи полезного ископаемого, а ремонт, выполненный в шахтных условиях, будет некачественным. Поэтому машины, требующие капитального ремонта, заменяют заранее отремонтированными, а подлежащие ремонту — отправляют в ремонтные цехи или заводы.

В случае необходимости одновременно с капитальным ремонтом осуществляют модернизацию машин.

Капитальные ремонты уникальных горных машин могут выполняться с полной или частичной доставкой их на ремонтные заводы: базовые узлы крупного уникального оборудования (отвальных мостов, роторных комплексов и т. п.) ремонтируют на месте их работы, а транспортбельные узлы — на заводах.

Оплата счетов ремонтных предприятий за выполненные капитальные ремонты оборудования производится с особого счета горного предприятия в госбанке. На себестоимость добычи полезного ископаемого эти расходы не оказывают влияния. Сметы на капитальные ремонты каждого вида оборудования составляют на основании утвержденных прейскурантных цен. При отсутствии прейскурантных цен смета должна утверждаться вышестоящей организацией.

Проводимым в угольной промышленности полугодовым и годовым наладкам и ревизиям подвергаются подъемные, вентиляторные главного и флангового проветривания и водоотливные установки с насосами производительностью свыше $100 \text{ м}^3/\text{ч}$, компрессорные станции производительностью более $30 \text{ м}^3/\text{мин}$ воздуха, крупные электродвигатели, аппаратура автоматизации и дистанционного управления сложными комплексами и другое уникальное оборудование. Для этой цели на горных и ремонтных предприятиях имеются специализированные Лаборатории и бригады.

Затраты на полугодовые наладки и ревизии оплачиваются производственным предприятием с отнесением расходов по статье «Текущий ремонт», а на годовые — относят за счет капитального ремонта оборудования.

Аварийные ремонты.

Помимо рассмотренных плановых ремонтов, на предприятиях иногда возникает необходимость в аварийных ремонтах, вызываемых внезапными и случайными повреждениями машин. Простой на их выполнение не планируют.

Аварийные ремонты выполняются исключительно силами горного предприятия и только в исключительных случаях (при аварийном выходе из строя крупного уникального оборудования

или сооружения, грозящего остановкой целого предприятия) с разрешения вышестоящих органов к устранению аварии может быть подключено специализированное ремонтное предприятие.

Каждую аварию тщательно расследуют, устанавливают ее причины и разрабатывают мероприятия по предупреждению их в будущем.

Для того чтобы избавиться от аварийных поломок, следует строго соблюдать сроки осмотров и ремонтов машин, своевременно производить замену износившихся деталей, регулировку узлов, в которых заменены детали.

Затраты на аварийный ремонт относят на статью «Текущий ремонт». Исключение представляет только крупный аварийный ремонт, вызванный стихийным бедствием (пожар, наводнение т. п.), который относят к восстановительному ремонту и фиксируют за счет специальных ассигнований.

§ 11. Организация и планирование ремонтов

Основные ремонтные нормативы.

Практикой установлено, что скорость изнашивания даже однотипных деталей горной машины порой бывает неодинаковой. Она зависит от условий смазки, начальных зазоров, состояния окружающей среды (наличия пыли, влаги, кислотности) и других факторов. Разница же в скоростях изнашивания или ресурсах работы элементов различного назначения бывает весьма значительной.

Под ресурсами работы элемента понимают наработку машины от момента его установки на машину до предельного износа, при котором может возникнуть угроза аварии, снижается эффективность или безопасность эксплуатации. Ресурс может быть выражен как в единицах времени, так и в единицах выпускаемой машиной продукции (выполняемой работы).

Срок службы и ресурс связаны между собой выражением

$$C_{сл} = \frac{12p}{N_2 CD_{см} K_u},$$

где $C_{сл}$ — срок службы элемента, мес; p — ресурс работы элемента в часах чистого времени работы; N_2 — число рабочих дней в году; C — число рабочих смен в сутки; $D_{см}$ — длительность рабочей смены, ч; K_u — коэффициент использования машины.

Сроки службы машины и ее элементов являются важнейшими ремонтно-нормативными показателями (нормативами). Они служат исходными данными для составления научно обоснованных графиков ремонтов, заявок на запасные части, штатов ремонтных рабочих и т. п.

Плановый срок службы машины (в годах) равен частному от деления числа 100 (%) на утвержденную норму годового амортизационного отчисления (в %). Фактический срок службы машины может быть больше или меньше планового.

Определение плановых сроков службы всего многообразия деталей, узлов и агрегатов горных машин является довольно серьезным, длительным и сложным процессом. Их определяют преимущественно опытным путем на основе анализа фактических сроков службы.

С этой целью в течение длительного времени тщательно анализируют каждый случай выхода из строя того или другого элемента. Если причина выхода из строя элемента является случайной (дефект материала, неправильная эксплуатация элемента, поломка из-за обвала кровли горной выработки и т. п.), то разрабатывают мероприятия по предупреждению подобных поломок, а фактический срок службы этих элементов в дальнейший расчет не принимают. Плановый срок службы элемента определяют как среднее арифметическое фактических сроков службы многих аналогичных элементов.

После этого все элементы машины разбивают на группы стойкости. К одной группе относят элементы с разницей в сроке службы до 1 мес. Причем с целью избежания аварий плановые сроки службы элементов округляют в сторону уменьшения до целого числа месяцев. Например, шпонку зубчатого колеса со сроком службы 6 мес, лопастной насос — 6,5 мес и шатун — 6,3 мес объединяют в одну группу стойкости со сроком службы 6 мес.

Другими важными ремонтными нормативами являются межремонтный период и ремонтный цикл.

Межремонтным периодом машины называется промежуток времени между двумя ее любыми очередными ремонтами. Его всегда принимают численно равным плановому сроку службы группы наименее износостойких элементов. Длительность ремонтного цикла, т. е. периода между

двумя очередными капитальными ремонтами, принимают, как правило, равной плановому сроку службы наиболее износостойкой детали.

Методику определения этих нормативов рассмотрим на примере.

Допустим, элементы горной машины имеют четыре группы стойкости: с ресурсом 135, 400, 830 и 1700 ч. Машина работает в двухсменном режиме при восьмичасовой продолжительности рабочей смены и пятидневной рабочей неделе. Коэффициент ее использования равен 0,4.

Срок службы наименее износостойких элементов, рассчитанный по приведенной выше формуле, и, следовательно, межремонтный период равен одному месяцу. Это значит, что машина, будет ежемесячно подвергаться ремонту. Сроки службы всех четырех групп узлов, рассчитанные по той же формуле, соответственно равны: 1, 3, 6 и 12 мес. Следовательно, длительность ремонтного цикла равна 12 мес.

Для компоновки структуры ремонтного цикла, т. е. для установления видов ремонтов и последовательности их чередования, составляем табл. 4, в которой время замены элементов различных групп стойкости обозначим знаком X.

Т а б л и ц а 4

Определение видов ремонтов и числа замен элементов с различными сроками службы

Месяцы	Группа стойкости элементов				Вид ремонта
	I	II	III	IV	
1	X	—	—	—	T ₁
2	X	—	—	—	T ₁
3	X	X	—	—	T ₂
4	X	—	—	—	T ₁
5	X	—	—	—	T ₁
6	X	X	X	—	T ₃
7	X	—	—	—	T ₁
8	X	—	—	—	T ₁
9	X	X	—	—	T ₂
10	X	—	—	—	T ₁
11	X	—	—	—	T ₁
12	X	X	X	X	K
Число замен	12	4	2	1	—

Сложность ремонта (T₁, T₂ и т. д.) устанавливаются в зависимости от количества групп элементов, заменяемых во время его выполнения: чем больше групп элементов, подлежит замене во время ремонта, тем выше его сложность. Таким образом, в течение ремонтного цикла будет проведено всего 12 ремонтов, из них: текущих первых T₁—8, вторых T₂—2, третьих T₃—1 и капитальных K—1.

Структура ремонтного цикла определяется очередностью выполнения различных видов ремонтов. Из табл. 4 видно, что в нашем примере она имеет вид: T₁—T₁—T₂—T₁—T₁—T₃—T₁—T₁—T₂—T₁—T₁—K.

Количество плановых замен элементов в течение всего срока службы машины определяют путем деления планового срока службы машины на плановый срок службы данного элемента. Замена элементов непосредственно перед списанием машины не имеет смысла, поэтому результат уменьшают на единицу. В связи с этим формула для определения количества плановых замен того или другого элемента в течение планового срока службы машины имеет вид

$$K_z = 12 \frac{C_{с.м}}{C_{с.э}} - 1,$$

где C_{с.м} — плановый срок службы машины, лет; C_{с.э} — плановый срок службы элемента, мес.

Результаты расчетов округляют до целого числа.

В том случае, если износостойкость каких-либо элементов окажется значительно меньше 1 мес, замену их приурочивают к ежесменному техническому уходу и заменяют силами эксплуатационной бригады или с привлечением дежурного персонала. К таким элементам относятся главным образом легкозаменяемые детали (например, детали породоразрушающих органов комбайнов и буровых станков, зубья ковша экскаватора и т. п.).

Длительность ремонта — время нахождения машины в ремонте. Она состоит из времени доставки машины на ремонтную базу и обратно, подготовки и проведения ремонта, а также испытания и приемки машины после ремонта. На длительность ремонта влияет его трудоемкость, ко-

личественный и качественный состав ремонтных бригад, форма организации ремонтных работ, а также степень обеспечения ремонта документацией, материалами, запасными частями и инструментом. Длительность ремонта машины без учета времени на транспортные операции и приемку можно определить по формуле

$$t = \frac{T}{Admk},$$

где t — длительность ремонта машины, сут; T — трудоемкость выполнения ремонта данной машины, чел.-ч; A — число ремонтных рабочих, работающих в одну смену; d — продолжительность смены, ч; m — число рабочих смен в сутки; k — коэффициент выполнения норм выработки ремонтными рабочими.

Длительность ремонтов машин отрицательно влияет на работу производственных участков горных предприятий, поэтому она должна быть минимальной.

С целью обеспечения ритмичной работы предприятия и планомерного выполнения ремонтов для них установлены нормы резервного и находящегося в ремонте оборудования. Некоторые из этих норм приведены в табл. 5. Общие нормы резерва электрооборудования составляют: высоковольтного — 10%, низковольтного подземного — 15% и поверхностного — 10%.

Т а б л и ц а 5

Нормы количественного использования некоторого оборудования

Наименование оборудования	Норма, %		
	в работе	в ремонте	в резерве
На предприятиях угольной промышленности			
Крепи механизированные	80	20	—
Струговые установки	75	25	—
Угольные комбайны	65	17	18
Проходческие комбайны	65	17	18
Врубовые машины	70	13	17
Углепогрузочные машины	70	13	17
Породопогрузочные машины	70	13	17
Скребокковые конвейеры	80	10	10
Ленточные конвейеры	90	5	5
Электровозы	85	7	8
Вагоны шахтные	90	10	—
На предприятиях горнорудной промышленности			
Скреперные лебедки	70	15	15
Породопогрузочные машины	70	13	17

Машины, находящиеся в ремонте и в резерве, составляют обменный фонд оборудования предприятия. Отношение количества однотипных машин, находящихся в работе, к общему количеству этих машин на предприятии называется коэффициентом использования парка. Он характеризует полноту использования оборудования на предприятии.

Планирование ремонтов.

Планирование ремонтов охватывает весь комплекс мероприятий по ремонтам оборудования. Существует годовое (перспективное) и текущее планирование.

Годовое планирование ремонтов включает составление на планируемый год:

- плана ремонтов;
- графика ремонтов;
- заявки на сменные детали и узлы;
- заявки на материалы и инструменты;
- штатного расписания ремонтных рабочих.

Годовой план ремонтов представляет собой перечень всего парка машин по типам с обязательным указанием способа (подрядный или хозяйственный), сложности, длительности и ориентировочной стоимости ремонтов, а также его исполнителей. Причем годовые планы составляют отдельно для машин, при остановке которых на плановый ремонт производят корректировку плана выпуска продукции, и отдельно для машин, остановку которых в плане производства не учитывают. Первые планы утверждаются руководством министерств или главных производственных

управлений, а вторые — главными инженерами предприятий. Перечень оборудования, подлежащего включению в тот или другой годовой план ремонтов утверждается министерством. К числу оборудования, остановку которого учитывают в плане производства, относят основное и крупное технологическое оборудование: экскаваторы, буровые станки, добычные и проходческие комбайны и прочее. Остановку оборудования, предназначенного для выполнения вспомогательных работ (тракторы, бульдозеры), а также основного, но мелкого (перфораторы, отбойные молотки и т. п.) обычно не учитывают при составлении производственных планов.

Эти остановки компенсируют за счет ввода в работу резервных единиц.

Наиболее простые ремонты обычно предусматривают выполнить силами ремонтных бригад производственных участков или мастерскими шахт, карьеров или разрезов; а более сложные текущие и капитальные ремонты силами центральных электромеханических мастерских (ЦЭММ) горного предприятия или специализированными ремонтными предприятиями (заводами, трестами).

Годовые графики, текущих и капитальных ремонтов оборудования составляют с таким расчетом, чтобы ремонтные службы (бригады, участки, цехи или предприятия) были загружены равномерно в течение всего года.

Графики составляют на основании годового плана ремонтов. Они служат основой для планирования работы ремонтных служб, цехов и предприятий.

Для составления заявок на запасные части, т. е. на элементы, изготавливаемые для установки на машины взамен изношенных, необходимо знать плановый годовой их расход, а также резерв для образования неснижаемого запаса и выполнения аварийных ремонтов.

Планируемый годовой расход элементов G_p зависит от их планового срока службы и количества работающих машин, для которых они предназначены:

$$G_p = 12 \frac{N_э N_m}{C_{с.э}},$$

где $N_э$ — количество элементов, устанавливаемых на машину одновременно; N_m — количество работающих машин; $C_{с.э}$ — плановый срок службы элемента, мес.

Резерв запасных частей $P_{з.ч}$ принимают равным 5—10% планируемого годового расхода. Чем выше срок службы элемента, тем меньше планируют его резерв.

Количество заявляемых на год новых запасных частей

$$N_{з.ч} = (G_p + P_{з.ч}) - (B_д + C_о),$$

где $B_д$ — количество деталей, которое планируют восстановить своими силами из числа изношенных; $C_о$ — ожидаемый сверхнормативный остаток деталей на начало планируемого года.

Годовые заявки на сменные детали (узлы) — это списки этих деталей с указанием срока их службы в месяцах, числа замен в течение года, числа машин, на которые их устанавливают, количества деталей, одновременно устанавливаемых на одну машину, и общего количества заказываемых деталей (узлов). Их составляют обычно за 7—8 мес до наступления планируемого календарного года.

Бесперебойное обеспечение горных предприятий запасными частями возложено на ремонтные участки, цехи или предприятия. Для этого они создают обменный фонд восстановленных или вновь изготовленных деталей (или мелкого оборудования) и выдают их в обмен на изношенные в соответствии с заявками горных предприятий.

Годовые заявки на материалы и инструменты рассчитывают, исходя из их расхода на изготовление сменных деталей или ремонт машины и срока их службы.

Порядок планирования годовых ремонтов (составление планов, графиков и заявок) обычно ступенчатый. Он сводится к следующему.

Ремонт оборудования производственного участка планирует механик участка. На основе этих планов старший (главный) механик цеха (шахты, карьера и т. п.) составляет план ремонта оборудования своего производственного подразделения. После утверждения плана начальником цеха его представляют в отдел (управление) главного механика предприятия, который увязывает планы ремонта оборудования цехов и составляет сводный годовой план ремонта машин всего предприятия.

Текущее планирование ремонтов осуществляют на месяц. Оно включает составление месячных графиков ремонтов и заявок на материалы и сменные детали. Текущее планирование основывается на годовых планах и преследует цель их уточнения и конкретизации применительно к производственно-техническим условиям, создавшимся к моменту составления текущего плана.

дуктора										
Ремонт лебедки и редуктора										14
Сборка лебедки и редуктора										4
Монтаж машины										11,8
Сборка и наладка схемы управления машины										25
Испытание машины										3
Покраска машины и сдача ОТК										2

Сетевое планирование применяется для выполнения ремонтов крупных горных машин, установок, и комплексов. Для разработки сетевого графика ремонта машины необходимо знать пооперационный перечень ремонтных работ и их очередность, рациональное число рабочих и время для выполнения каждой операции. Для этой цели составляют определитель работ (табл. 7). Продолжительность каждой операции на сетевой график (рис. 16) наносят сплошной линией со стрелкой, проведенной под любым углом, но с соблюдением масштаба времени, отложенного по оси абсцисс. Порядок расположения линий соответствует технологической последовательности операций. Цифры на линиях указывают длительность выполнения операций 9 часах.

Т а б л и ц а 7

Определитель работ при капитальном ремонте погрузочной машины ППН-7

Шифр работы	Наименование работы	Трудоемкость работы, чел-ч	Число занятых рабочих	Норма времени, ч	Длительность выполнения работы, ч		
					максимальная	минимальная	средняя
0—1	Чистка и мойка машины	7	4	1,7	2	1,6	1,7
1—2	Демонтаж транспортного устройства	7	4	1,7	2	1,6	1,7
2—4	Разборка транспортного устройства	8	2	4,0	4,2	3,8	4,0
4—8	Ремонт транспортного устройства	52	3	17,3	18	17	17,5
8—9	Сборка транспортного устройства	15	3	5,0	5,5	5,5	5,0
5—4	Демонтаж гидравлической части	10	4	2,5	3	2	2,5
2—3	Разборка приводного устройства	7	2	3,5	4,5	3	3,5
3—6	Демонтаж рычажно-ковшовой части	7	2	3,4	4	3	3,5
6—12	Ремонт рычажно-ковшовой части	60	2	30,0	33	27	30,0
6—7	Разборка лебедки и редуктора	28	4	7,0	7,2	6,8	7,0
7—10	Ремонт лебедки и редуктора	55	4	13,7	15	13	14,0
10—11	Сборка лебедки и редуктора	16	4	4,0	4,5	3,5	4,0
11—13	Монтаж машины	17	4	11,7	13,5	10,1	11,8
13—14	Сборка и наладка схемы управления машиной	80	3	26,6	29	20,9	25,0
14—15	Испытание машины	6	2	3	3,5	2,5	3,0
15—16	Покраска машины и сдача ОТК	4	2	2	2,5	1,5	2,0
0—16	Капитальный ремонт машины ППН-7	379	—	137,1	—	—	136,2

Шифры работ проставляют в кружочках, центры которых совпадают по времени с началом и концом выполнения операций.

Сетевой график, как правило, предусматривает одновременное ремонтное обслуживание нескольких узлов. Причем число рабочих и время выполнения каждой операции рассчитывают таким образом, чтобы к началу сборки машины все узлы были отремонтированы.

Сетевой график дает возможность наглядно видеть рациональную последовательность ремонтных операций, их длительность, время окончания каждой операции и всего ремонта и позво-

ляет повысить оперативность работ и, следовательно, производительность ремонтных бригад.

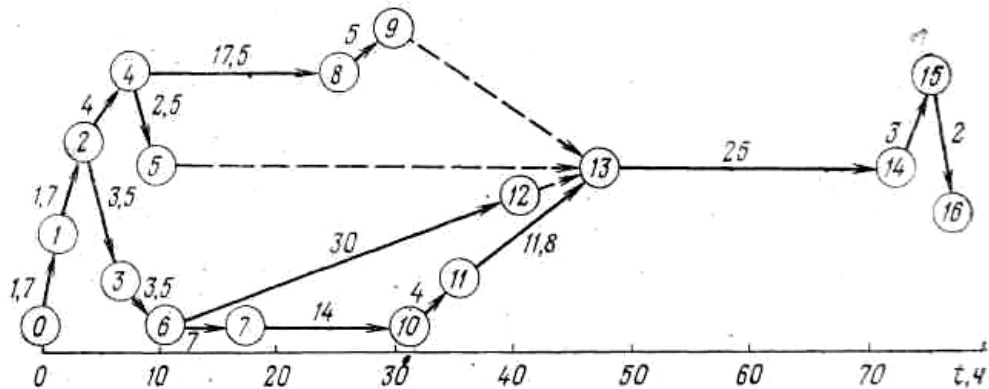


Рис. 16. Сетевой график ремонта погрузочной машины ППН-7

Передача оборудования в ремонт и приемка его после ремонта.

Остановку оборудования на ремонт производят в строгом соответствии с утвержденным месячным графиком ремонтов. Отклонения от графика могут допускаться только в случае особой необходимости и только по разрешению организации или лица, утвердившего график.

Передача крупных машин в ремонт, приемка из ремонта, а также передача их от одной бригады (смены) к другой во время ремонта должны проводиться в строгом соответствии с системой нарядов-допусков и бирок. Допуск и бирка всегда должны находиться у старшего производителя работы (бригадира, мастера) на рабочем месте. Они выдаются перед началом ремонта и сдаются после его окончания. Наряд-допуск представляет собой документ, выдаваемый производственным цехом (участком), в ведении которого находится подлежащее ремонту оборудование (заказчиком), исполнителю ремонта. В наряде-допуске указывается: предприятие и цех-заказчик; организация — исполнитель ремонта; состав ремонтной бригады; наименование, тип, инвентарный и заводской номер подлежащего ремонту оборудования; перечень мероприятий по технике безопасности, которые необходимо выполнить перед началом ремонта, а также отметки о их выполнении; время начала и окончания ремонтных работ; отметки о передаче наряда-допуска по смене; подпись лица, разрешившего ведение ремонтных работ; подпись производителя работ о том, что подготовка к ремонту проведена и рабочие ознакомлены с безопасными условиями ведения работ; подпись производителя работ об окончании ремонта машины и сдаче наряда-допуска; подпись лица, принявшего машину и разрешившего ее эксплуатацию после ремонта.

Бирочная система состоит в том, что бригадиру (старшему рабочему), ответственному за включение и выключение силовых систем и коммуникаций (электроэнергии, пара, сжатого воздуха и пр.), выдается бирка — знак, дающий право на включение и выключение этих систем. Никто другой, кроме обладателя бирки, не имеет права выполнять эти работы.

Применение систем нарядов-допусков и бирок позволяет максимально обезопасить выполнение ремонтных работ, повышает ответственность исполнителей и упорядочивает процесс ведения ремонта.

Приемка оборудования после текущего ремонта осуществляется персоналом производственного участка (цеха), и оформляется актом. Акт составляют после опробования оборудования на холостом ходу и в работе. Акт утверждается главным механиком предприятия.

Приемка крупных технологических линий и комплексов может производиться по промежуточным актам, составляемым по мере окончания ремонта узлов. На основании промежуточных актов после выполнения всего комплекса ремонтных работ составляется общий акт.

С машиной, поступающей из ремонтного завода или мастерских предприятия, должен быть паспорт, акт приемки машины после ремонта, упаковочная и комплектовочная ведомости. В паспорте указывают перечень замененных деталей, приводят сведения о результатах испытаний и т. д.

При доставке оборудования из ремонта по железной дороге прежде всего проверяют наличие документов. После этого устанавливают соответствие числа мест проставленному в отправочной накладной и проверяют состояние упаковки. Затем проверяют комплектность машины в соответствии с комплектовочной ведомостью и внешним осмотром устанавливают состояние машины. На машины, отвечающие требованиям приемки, составляют односторонний акт, который прикладывают к паспорту машины.

Если с прибывшей из ремонта машиной не поступила необходимая документация, машины

подлежат технической приемке. В этом случае в акте приемки указывают все обнаруженные недостатки. Копию акта отправляют предприятию, отремонтировавшему машину. При наличии в поступившей из ремонта машине повреждений, некомплектности или укомплектования ее несоответствующим оборудованием вызывают представителя ремонтного предприятия, вместе с ним составляют двусторонний акт технической приемки и устраняют имеющиеся недостатки. Если оборудование прибыло в поврежденной упаковке, от станции назначения следует потребовать составление коммерческого акта, в котором указывают, какое повреждение нанесено оборудованию, а также стоимость исправления повреждения.

Оценку качества ремонта узлов или отдельных работ (сварочных, клепальных и пр.) фиксируют в ремонтной ведомости, а общую оценку ремонта машины указывают в акте приемки оборудования после ремонта.

Порядок списания оборудования.

Оборудование, пришедшее в негодность вследствие физического или морального износа, если его ремонт или модернизация экономически нецелесообразны, подлежит списанию.

Для обследования технического состояния подлежащего списанию оборудования назначается комиссия в составе директора или главного инженера предприятия (председатель), главного механика или энергетика, главного бухгалтера и начальника цеха (участка), в ведении которого находится оборудование. После обследования машины комиссия составляет акт утвержденного образца. После утверждения акта вышестоящей инстанцией машину снимают с бухгалтерского учета. Части машин, пригодные для использования, оценивают и сдают на склад, а лом в установленном порядке отправляют на переработку. Оборудование, акты на списание которого не утверждены, подлежит восстановлению.

§ 12. Ремонтные базы горных предприятий

На шахтах, как правило, имеются участковые и общешахтные (подземные и поверхностные) ремонтные мастерские.

Мастерские участка могут выполнять слесарные, сварочные и электрослесарные работы. Дежурный персонал, а также машинисты комбайнов, буровых установок и других горных машин обеспечиваются набором наиболее необходимых инструментов. Набор включает слесарный молоток, зубило, бородок, отвертки, универсальные клещи, ключи гаечные, метр металлический, штангенциркуль и др.

Приходя на работу, рабочий получает свой набор инструментов, а в конце смены сдает его в кладовую. Кладовая обязана ежедневно производить проверку набора, а неисправный инструмент заменять.

Для выполнения некоторых ремонтных работ рабочему иногда недостаточно имеющегося в наборе инструмента. По этому на штреке, недалеко от очистных забоев, оборудуют рабочие места слесаря (электрослесаря), в которых имеются слесарные верстаки, тиски, крупный инструмент, различные приспособления и мелкие запасные части. На участках организуют участковые кладовые.

Шахтную подземную ремонтную мастерскую обычно располагают в околоствольном дворе. Ее снабжают небольшими токарным, вертикально-сверлильным и заточным станками, тисками, шкафом для инструментов и смазочными материалами. Рядом устраивают яму для осмотра и ремонта электровозов. Оборудование и инструмент для таких мастерских выбирают с таким расчетом, чтобы можно было выполнить сборочно-разборочные работы, рубку, резку, опиловку, нарезку резьб, чистку, промывку, смазку и окраску механизмов, сверление отверстий, холодную клепку, контрольные измерения и т. п. В подземных мастерских могут выполняться текущие планово-предупредительные и аварийные ремонты машин с пригонкой деталей. Для этого оборудуют передвижную ремонтную мастерскую-вагонетку, которую посылают на тот или другой участок по графику или по вызову.

Поверхностные мастерские шахты выполняют как текущий, так и капитальный ремонт оборудования. В мастерских предусматривают слесарно-механическое, кузнечное, сварочное, инструментальное и электроремонтное отделения, а также отделение ремонта забойных механизмов, кладовые запасных частей и материалов. Здесь же может быть бурозаправочное отделение и отделение для ремонта и вулканизации конвейерных лент, кабелей, гуммирования деталей машин, ремонта аккумуляторов и прочее. Для перемещения оборудования в мастерских устанавливают кран-балки, тали или мостовые краны грузоподъемностью 3—5 т, а также прокладывают рельсо-

вые пути.

Мастерские шахтоуправлений, кроме мелкого оборудования должны иметь специальные станки и кузнечно-прессовое оборудование (зуборезные станки, ковочные молоты, прессы и др.), позволяющие производить ремонт и изготовление крупных, деталей. Для более полной загрузки ремонтных средств эти мастерские обычно объединяют с мастерскими для ремонта железнодорожного тягового и подвижного состава.

Ремонтные мастерские на открытых горных разработках бывают стационарные и передвижные.

Участковые стационарные мастерские размещают вблизи карьера (разреза). Они состоят обычно из слесарно-механического и электроремонтного отделений, кладовой и бытовых помещений.

Передвижные ремонтные мастерские оборудуют на базе автомобилей, автомобильных прицепов или железнодорожных вагонов и снабжают заточным станком, электродрелью и слесарным верстаком, оборудованием для газовой сварки и резки и электросварочным аппаратом. При необходимости устанавливают токарный станок и переносной кузнечный горн, который для работы выносят из мастерской. Мастерские снабжают также необходимыми грузоподъемными устройствами: домкратами, таями, ручной лебедкой и пр. Если в карьере (разрезе) нет электрических сетей, то для освещения места работы и питания потребителей ремонтного оборудования на автомобильных прицепах устанавливают дизель-электрический генератор постоянного тока мощностью 6—8 кВт.

§ 13. Ремонтные предприятия

Наиболее эффективной формой организации ремонтов является централизованная. Она предусматривает выполнение всех видов ремонтов специализированными ремонтными предприятиями. При этой системе ремонтную ведомость (ведомость дефектов) подлежащего капитальному ремонту оборудования составляют механик и энергетик эксплуатационного участка горного предприятия совместно с бригадиром (старшим машинистом) эксплуатирующей машину бригады и представителем ремонтного предприятия и утверждают главный механик горного предприятия и главный инженер ремонтной организации. При составлении ведомости дефектов оборудования, подготавливаемого к текущему ремонту, присутствие представителя ремонтного предприятия не обязательно. В этом случае достаточно согласование ведомости с его представителем и утверждения.

Имеется два типа ремонтных предприятий: центральные электромеханические мастерские (ЦЭММ) и рудоремонтные заводы. В последние годы в нашей стране создаются специализированные тресты и промышленные объединения, предназначенные для выполнения ремонтов оборудования многих горных предприятий. Они обычно объединяют несколько ремонтных заводов с предметной специализацией и подчиняются непосредственно министерству.

Центральные электромеханические мастерские.

Центральные электромеханические мастерские (ЦЭММ) созданы в каждом угольном тресте и рудоуправлении и служат для оказания технической помощи шахтам. В них производится капитальный ремонт оборудования, а также изготовление запасных частей, горного и слесарного инструмента.

В состав ЦЭММ входят механосборочный, электроремонтный, кузнечный, металлоконструкций, литейный, инструментальный и другие цехи.

Каждый из цехов имеет по несколько производственных участков, а также конторские, складские и бытовые помещения. Количество и состав оборудования ЦЭММ зависят от объема выполняемых работ. В мастерских устанавливают только то оборудование, которое будет иметь достаточную загрузку. Встречающиеся сложные или трудоемкие работы выполняют на специализированных заводах.

Кроме ремонтного оборудования в ЦЭММ предусматривают подъемно-транспортные механизмы: тали, мостовые, автомобильные и железнодорожные краны, всевозможные погрузчики, электрокары и другие механизмы и приспособления.

На открытых горных разработках центральные ремонтные мастерские, обслуживают ряд карьеров (разрезов) небольшой мощности или один большой механизированный карьер (разрез) и комплекс сопряженных с ним предприятий: дробильную, обогатительные и агромерационную фабрики и пр.

Ремонтные заводы

Ремонтные заводы (РЗ) находятся в ведении угольных комбинатов и горнорудных объединений. Они выполняют те же объемы ремонтных работ, что и ЦЭММ, однако мощность цехов РЗ значительно выше.

Основную часть работ по капитальному ремонту горного оборудования ЦЭММ и РЗ выполняют в своих цехах и только ремонт стационарного оборудования (подъемных машин, компрессоров, вентиляторов, подстанций и др.) производят на месте их работы.

Методы организации ремонтов в мастерских и на РЗ. Метод проведения ремонтных работ зависит от места, где производится ремонт (шахта, карьер, ЦЭММ, РЗ), однотипности и количества ремонтируемого оборудования. В зависимости от этих факторов ремонты выполняют индивидуальным, узловым или поточным методом.

Индивидуальный метод применяют на предприятиях с большим разнообразием типов и малым числом однотипных машин. В этом случае за ремонтируемой машиной закрепляют бригаду ремонтных рабочих, которая выполняет все работы по разборке, ремонту, сборке и испытанию этой машины. Снятые с машины узлы и детали проверяют, ремонтируют и опять устанавливают на машину. Подлежат замене только элементы, окончательно вышедшие из строя.

Индивидуальный метод ремонта наиболее простой, но обладает существенными недостатками: он требует высокой квалификации ремонтных рабочих, качество ремонта обычно невысокое, а длительность довольно большая. Все это удорожает стоимость ремонтов.

Узловой метод ремонта может применяться как на горнодобывающем, так и на ремонтном предприятии при наличии готовых к установке на машину сменных комплектов узлов и деталей.

Ремонт осуществляют в следующем порядке. Машину разбирают на узлы, которые передают специализированным ремонтным бригадам, а вместо них устанавливают соответствующие готовые узлы из оборотного фонда предприятия.

Преимуществом этого метода перед индивидуальным является рациональное использование рабочей силы по квалификациям и специализация бригад по ремонту отдельных типов узлов.

Поточный метод применяется при одновременном ремонте большого количества однотипного оборудования. При этом методе на ремонтируемые машины ставят новые или заранее отремонтированные детали и узлы, получаемые со склада, а для ремонта снятых узлов создаются потоки. Метод является наиболее прогрессивным, а применение его возможно лишь на крупных ремонтных предприятиях.

Недостатком узлового и поточного методов является то, что снятые с машины узлы и детали обезличиваются. Однако этот недостаток компенсируется достоинствами метода: высоким качеством и малой длительностью ремонта, которая при правильной организации определяется в основном временем ремонта базовых и замены изношенных сменных узлов.

Специализация и кооперирование ремонтных предприятий.

В деле совершенствования организации ремонтов большие резервы содержит специализация ремонтных предприятий, которая дает все выгоды поточного производства: возможность применения наиболее совершенных машин и передовой технологии, что приводит к повышению качества и сокращению длительности ремонтов. Она может осуществляться в трех направлениях:

а) предметная специализация, т. е. сосредоточение на одном заводе, в ремонтно-механической мастерской, цехе и т. д. капитальных ремонтов определенного вида машин, например погрузочных машин, электровозов, экскаваторов и пр.;

б) поддетальная специализация, т. е. сосредоточение в одном ремонтном предприятии или его подразделении ремонта каких-либо узлов различных машин, например редукторов, металлоконструкций и т. п.;

в) технологическая специализация, т. е. выделение в самостоятельные производства отдельных, участков, занимающихся определенными методами восстановления деталей, например цех сварки и наплавки, термический цех, гальваническое отделение и т. п.

Цехи технологической специализации поставляют свою продукцию цехам поддетальной и предметной специализации своего завода, а также ремонтным подразделениям, выполняющим ремонты непосредственно на горных предприятиях (шахтах, карьерах) и самим горным предприятиям. Цехи поддетальной специализации — соответственно цехам предметной специализации и горным предприятиям, а цехи предметной специализации — только заказчикам — горным предприятиям.

Изготовление сложных запасных частей, требующих специального технологического обо-

рудования, возложено на заводы — изготовители этих машин.

В ремонтном производстве все шире применяется кооперирование. Суть его заключается в том, что применяемые в массовом порядке детали, узлы или агрегаты изготавливают и ремонтируют на предприятиях поддетальной специализации или в подразделениях (цехах, участках) больших ремонтных заводов. Это приводит не только к повышению качества элементов машин, но и к их унификации, что дает возможность легко заменять изношенный элемент новым или отремонтированным. При получении готовых узлов, агрегатов или деталей из подразделений поддетальной специализации, роль ремонтного цеха сводится в основном к демонтажу машины и установке на ее базовые узлы новых или отремонтированных узлов, деталей и агрегатов.

Для того чтобы горные предприятия не ощущали острого недостатка в технологическом оборудовании, узлах и т. д. из-за длительного их ремонта, ремонтные предприятия обязаны создать так называемый обменный фонд, представляющий собой отремонтированное в запланированных количествах оборудование (узлы, агрегаты), предназначенные для передачи горным предприятиям в обмен на поступившее в ремонт.

Следует отметить, что в некоторых зарубежных странах, например в США, широко практикуется замена узлов машин после отработки установленного ресурса. Сменные узлы поставляют заводы-изготовители этих машин по договору с предприятием, их эксплуатирующим. Отработавшие узлы возвращают на завод. Причем завод гарантирует безотказную работу узла в течение установленного ресурса. Узлы, вышедшие из строя до истечения установленного ресурса (при условии правильной их эксплуатации), заменяются заводом-изготовителем бесплатно в обусловленные договором сроки.

Контрольные вопросы

1. Функции и структура ремонтной службы горного предприятия.
2. Ремонтные рабочие каких категорий необходимы на горнодобывающем предприятии и какие их обязанности?
3. Каким образом учитывается наличие и передвижение оборудования на горном предприятии?
4. Сущность системы плано-предупредительных ремонтов? Обосновать рациональность этой системы.
5. Рассказать о составных частях и назначении межремонтного технического обслуживания.
6. Какие работы выполняют при различных видах плановых ремонтов?
7. Существующие виды планирования ремонтов и в чем их сущность?
8. Основные ремонтные нормативы. Дать их определение.
9. Какие ремонты машин выполняются на горном предприятии и какие для этого имеются базы (средства)?
10. Существующие методы организации ремонтов горных машин.

ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН

§ 14. Понятие о технологическом процессе ремонта. Подготовка ремонтов

Технологическим процессом ремонта называется выполняемый в определенной последовательности комплекс работ по восстановлению работоспособности машины. В этот процесс входит разборка всей машины (при капитальном ремонте) или некоторых ее узлов (при текущем ремонте), очистка и мойка деталей, ремонт базовых деталей, сборка узлов и машины в целом с заменой изношенных деталей и агрегатов, испытание отремонтированной машины. Капитальный ремонт завершают покраской машины и комплектацией ремонтным и технологическим инструментом. При необходимости ее разбирают на транспортабельные узлы и упаковывают для удобства перевозки к горному предприятию.

Для проведения быстрого и качественного ремонта машины с наименьшими затратами труда и материалов производят тщательную его подготовку. Различают следующие виды подготовки ремонта: организационную, конструкторскую и технологическую.

Организационная подготовка капитального ремонта машины

Организационная подготовка капитального ремонта машины сводится к оформлению заявок на покупные изделия и запасные части, составлению графика проведения ремонта, подготовке самой машины, технологической оснастки и ремонтной площадки.

Необходимые покупные изделия и запасные части для выполнения ремонтов предусматривают в годовых заявках. К моменту остановки машины на ремонт все они должны быть получены и оставлены на ремонтные площадки или в кладовые.

Графики проведения ремонтов составляют линейные (для небольших машин) или сетевые (для крупных машин и комиксов). Они позволяют сократить длительность ремонтного цикла.

К ремонту готовят и саму машину. В период перед началом ремонта особенно тщательно наблюдают за работой всех ее узлов с целью определения степени износа или повреждения деталей. Замеченные неисправности фиксируют и заносят в ремонтную ведомость.

При подготовке к ремонту стационарной машины вокруг нее освобождают площадку для размещения ремонтных механизмов, сменяемых элементов и образования безопасных проходов и проездов. Передвижные машины для текущих ремонтов выгоняют из забоя на свободную площадку, а для капитальных ремонтов отправляют в ремонтные мастерские или на завод. Перед отправкой ее тщательно очищают от грязи.

Конструкторская подготовка

Конструкторская подготовка заключается в обеспечении ремонтных бригад необходимой технической документацией. В комплект документов входят рабочие чертежи ремонтируемой машины, технические условия на ремонт и альбомы браковочных карт, спецификации деталей, получаемых со стороны, и деталей собственного производства.

Рабочие чертежи машины, технические условия на ремонт и альбомы браковочных карт обычно получают с завода-изготовителя. Если рабочие чертежи отсутствуют, то подлежащие изготовлению или восстановлению детали эскизируют с натуры. Если одновременно с выполнением капитального ремонта предусматривают модернизацию машины, то готовят чертежи модернизированных узлов и деталей и организуют их изготовление. Спецификации деталей, получаемых со стороны, и деталей собственного производства составляет организация, занимающаяся выполнением ремонта.

В конструкторскую подготовку входит также проектирование специальной ремонтной оснастки (приспособлений). Для деталей, изготавливаемых в больших количествах и по высокому классу точности проектируют специальный мерительный инструмент.

Технологическая подготовка

Технологическая подготовка начинается с проверки деталей на технологичность их изготовления или восстановления на ремонтном предприятии, намечаются предприятия или цехи для их изготовления или ремонта. На детали собственного производства (восстановления) составляют ремонтные (технологические) карты, учитывающие прогрессивные способы изготовления деталей, а также составляют задания на проектирование оснастки (кондукторов, тележек, треног и т. п. и специального инструмента).

Способы восстановления деталей выбирают, исходя из их конструктивных особенностей,

материала, воспринимаемых нагрузок, а также величины и характера износа. Особое внимание уделяют выбору способов восстановления деталей, находящихся под воздействием высоких знакопеременных нагрузок. Для восстановления таких деталей нельзя применять способы, снижающие усталостную прочность.

Определение наиболее экономичного способа производят чаще всего по обобщенному показателю — стоимости восстановления детали, отнесенной к ее сроку службы после ремонта. Чем меньше эта стоимость, тем выгоднее способ восстановления.

Ремонтные карты разрабатывают на все основные детали с учетом возможностей ремонтного предприятия. Они содержат данные браковочных карт, т. е. признаки, по которым детали бракуют, а также способы восстановления ремонтнопригодных деталей, применяемое оборудование и инструмент. Кроме того, в картах указывают нормы времени и расценки на выполнение каждой ремонтной операции.

Доставленную в ремонт машину принимает представитель ремонтного предприятия. Он устанавливает ее комплектность, наличие необходимых документов и составляет акт технического состояния, в который вносит перечень наиболее крупных дефектов. Акт подписывают представители сдающей и принимающей организаций.

Разборка машин.

Чтобы не загрязнять территорию цеха демонтаж машины осуществляют на специальной площадке, несколько удаленной от места ремонта. На крупных ремонтных предприятиях разборку ведут в разборочных цехах или специальных участках ремонтных цехов, которые оснащены грузоподъемными средствами, стеллажами, соответствующими инструментами и приспособлениями.

Разборку проводят в соответствии с технологическими картами и графиками. Машину можно разбирать последовательным или комбинированным методом. При последовательном методе разбирают сначала один узел, затем другой, третий и т. д. Комбинированный метод предусматривает, если это возможно, одновременную разборку нескольких узлов, что сокращает сроки ремонта машины.

Методы разборки, а также применяемые приспособления и инструменты должны исключать повреждение демонтируемых деталей. Для вывертывания и ввертывания шпилек рекомендуется применять специальные патроны или ключи-шпильковерты, обеспечивающие сохранность резьбы шпилек. Для снятия шкивов, фланцев, муфт и других деталей, посаженных на валы и оси, применяют различные самоцентрирующиеся съёмники.

Не рекомендуется разъединять детали с плотными, тугими, прессовыми посадками путем нанесения ударов по детали. Это приводит к нарушению посадочных мест, наклепам и другим дефектам. В исключительных случаях можно допустить нанесение ударов через медные, латунные или деревянные наставки, или молотками из этих материалов.

Перевозку и укладку снятых деталей необходимо производить осторожно, не нанося повреждений их поверхностям, так как часть их будет использована повторно. Особую аккуратность необходимо проявлять при снятии, укладке и перевозке подшипников, тонкостенных деталей и деталей с чисто обработанными поверхностями.

Демонтаж подшипников. Часть подшипников разбираемой машины может оказаться пригодной для дальнейшего использования. Поэтому все подшипники выпрессовывать из корпусов и снимать с валов следует так, чтобы не повредить их деталей. Особенно осторожным надо быть при демонтаже узлов с роликовыми радиально-сферическими подшипниками. Эти подшипники очень чувствительны к ударам и легко выходят из строя (выкрашиваются буртики внутренних обойм). Подшипники даже с явными пороками надо снимать осторожно, так как при этом можно повредить сопрягаемые поверхности втулок, валов и корпусов.

Выпрессовку подшипников производят выжимными болтами, специальными приспособлениями или при помощи прессов. Приспособление устанавливают так, чтобы усилие передавалось на ту обойму, которая посажена с более высоким натягом. Усилие прикладывают без рывков и перпендикулярно к торцу подшипника.

Для облегчения снятия с валов больших подшипников их внутренние обоймы подогревают путем поливки минеральным маслом, нагретым до температуры 90—100° С. Для этого разбираемый узел устанавливают на подставках, на обойму закрепляют съёмник и, поливая маслом, постепенно увеличивают усилие снятия. Для того чтобы вал при попадании на него горячего масла не нагревался, его изолируют картоном или асбестом. Таким же образом можно выпрессовывать подшипники, находящиеся внутри корпусов, но при этом маслом нагревают корпус.

Особенности разборки гидравлических узлов. Детали гидравлических узлов отличаются высокой точностью и высокой чистотой обработки. Они обычно не взаимозаменяемы. Поэтому при разборке гидравлических узлов особое внимание необходимо обращать на то, чтобы детали не обезличивались. Для этого каждый комплект деталей гидравлического узла маркируют и хранят отдельно, чтобы при сборке каждую годную деталь можно было установить на прежнее место. Для предупреждения повреждения годных деталей гидравлических узлов после мойки их смазывают, заворачивают в упаковочную бумагу и хранят на стеллажах.

Мойка деталей.

Перед восстановлением детали тщательно очищают от грязи и продуктов износа. Ручная очистка и мойка керосином или бензином малопроизводительна, не позволяет полностью удалить грязь из труднодоступных мест и внутренних полостей деталей, вредно отражается на здоровье рабочих и опасна в пожарном отношении. Поэтому на крупных ремонтных предприятиях для мойки деталей используют специальные выварочные ванны или моечные машины конвейерного или камерного типа. Мойка осуществляется горячим раствором каустической соды.

Выварочные ванны делают в виде баков с паровым подогревом и надежной вытяжной вентиляцией. Подлежащие очистке детали загружают в ванну с горячим раствором каустической соды на срок от 6 до 20 ч. Вынутые из ванны детали обмывают горячей водой. Выварочные ванны занимают сравнительно большие площади и менее производительны по сравнению с моечными машинами и установками.

Конвейерные моечные установки работают непрерывно. По цепному пластинчатому конвейеру детали поступают в камеру туннельного типа (рис. 17). Здесь они попадают сначала под душ горячего раствора каустической соды, а затем под душ горячей воды. Грязный раствор и вода стекают в резервуары-отстойники. Из отстойников раствор и вода отбираются для повторного использования. Подогрев раствора и воды до 80—90° С производится паром в специальном теплообменнике. Испарения раствора удаляются вентиляторами.

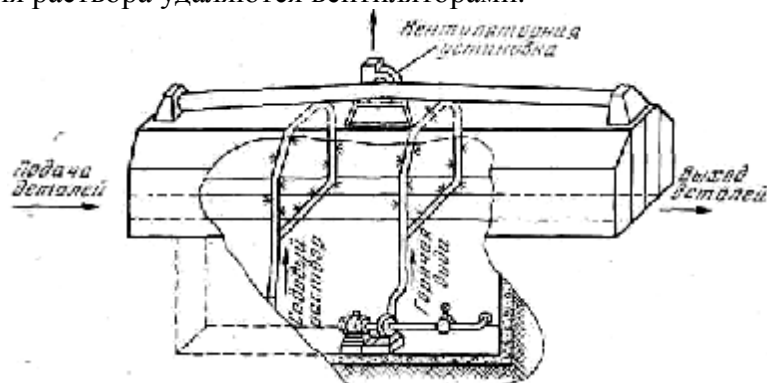


Рис. 17. Принципиальная схема конвейерной моечной машины

Моечные машины камерного типа изготавливаются одно-, двух- и трехкамерными. Работа их отличается от конвейерных тем, что загрузка деталей производится периодически. Широко распространены машины, в которых детали завозят в камеры на тележках. Тележки или расположенные по кольцу брызгала, из которых истекает моющая жидкость, во время мойки медленно вращаются вокруг вертикальной оси, омывая детали.

Составы растворов для горячей мойки приведены в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Составы растворов для горячей мойки деталей

Номер раствора	Содержание компонентов, г/л						
	сода каустическая	сода кальцинированная	натрий фосфорноокислый	мыло зеленое	едкий натрий	углекислый натрий	жидкое стекло
1	7	11	9	1,5	—	6	—
2	—	—	—	3	23	—	—
3	5	—	—	—	—	—	10

Промытые и нейтрализованные горячей водой детали сушат сжатым воздухом.

Для деталей гидравлических узлов и подшипников качения в качестве обмывочной жидкости используют керосин или горячую воду с 8—10%-ным содержанием смазки УТВ. Нейтрализацию проводят горячим маслом.

Детали гидро- и пневмоаппаратуры, подшипники качения и другие могут быть очищены с

помощью ультразвука. Для этой цели детали погружают в ванну со щелочным раствором, в дно которой вмонтированы магнитострикционные генераторы упругих колебаний, под действием которых удаляется загрязнение. Ультразвуковая очистка находит все большее применение благодаря хорошему качеству очистки самых труднодоступных мест деталей (например, резьбовых отверстий) и весьма высокой производительности: очистка одной детали длится от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Этим способом снимают также лакокрасочные покрытия и ржавчину.

Сортировка деталей по годности.

После промывки и сушки детали осматривают с целью установления степени износа и возможности дальнейшего использования. Оценка пригодности деталей осуществляют по специальным техническим условиям наружным осмотром или с помощью мерительных инструментов, контрольных приспособлений, приборов и специальной аппаратуры. Технические условия содержат перечень возможных дефектов деталей и способы их обнаружения с указанием необходимых для этого контрольных инструментов, приборов или приспособлений, а также браковочные карты. Карты содержат признаки износа, при которых детали относят к годным для повторного использования без ремонта, подлежащим ремонту или окончательной выбраковке.

Браковочные карты составляют по форме 1.

Форма 1

Номер и наименование детали	Эскиз детали с указанием контролируемых размеров	Количество деталей на машину	Материал	Масса детали, кг	Признаки износа, при которых деталь		
					годна	допускается к восстановлению	бракуется

Результаты проверки деталей заносят в ведомость дефектации (форма 2).

Форма 2

Номер и наименование детали	Количество деталей				Виды дефектов, по которым деталь забракована
	на одну машину	в том числе			
		годных	подлежащих восстановлению	бракуемых окончательно	

Ведомость дефектации является основным документом для планирования работы цехов и участков, занимающихся восстановлением деталей, для технических и экономических анализов конструкций машин, а также для установления сроков службы деталей.

При проверке и сортировке бывшие в употреблении детали делят на три группы:

1) годные детали, износ которых лежит в пределах допускаемых величин, предусмотренных браковочными картами. На каждой годной детали ставят клеймо контролера и направляют на сборку или на склад годных деталей;

2) детали, износ и повреждения которых могут быть устранены. Эти детали маркируют условными знаками (цифрами или красками различных цветов) в зависимости от требуемого способа восстановления и направляют в ремонт;

3) детали, окончательно забракованные вследствие полного износа или серьезных повреждений, а восстановление их невозможно или экономически нецелесообразно. Их сортируют по маркам металла и направляют на склад металлолома.

Восстановлению не подлежат:

- подшипники качения с повреждениями дорожек обойм, шариков и роликов, коррозии рабочих поверхностей, при наличии оспин и отслоений на рабочих поверхностях, а также в случае износа посадочных мест обойм;

- болты, винты, шпильки, пробки и гайки с сорванными резьбами;

- пружинные шайбы и пружинные кольца в случае наличия остаточных деформаций или изломов;

- порванные или растянутые уплотнения из кожи, фетра и резиновой смеси, прокладки из неметаллических материалов;

- шпонки, имеющие остаточные деформации или уменьшенные, размеры.

Дефекты деталей, подлежащих восстановлению, должны быть легко устранимы недороги-

ми и надежными способами.

§ 15. Восстановление деталей механической обработкой

Ремонтные размеры.

Ремонт изношенных деталей заключается в восстановлении их первоначальных или установлении новых (ремонтных) размеров, а иногда и форм. Ремонтными называются размеры, устанавливаемые для отремонтированной детали и отливающиеся от проектных.

Известны два вида ремонтных размеров: стандартные и свободные. Стандартные ремонтные размеры устанавливают для тех деталей или сопряжений, величина износа которых заранее известна. Свободными называют ремонтные размеры деталей, устанавливаемые в каждом конкретном случае по фактическим износам сопрягаемых деталей. Ими пользуются для сохранения крупных, дорогостоящих деталей.

В зависимости от степени износа деталь может иметь несколько ремонтных размеров. Очередной ремонтный размер вала определяют по формуле

$$d_{pn} = d_n - 2n(d' - d''),$$

где d_{pn} — ремонтный размер вала, мм;

d_n — номинальный диаметр шейки вала до износа, мм;

n — порядковый номер ремонтного размера;

d' — допустимая величина износа детали на одну сторону, мм;

d'' — припуск на обработку при ремонте на одну сторону, мм.

Отверстия (подшипники и прочее) для такого вала делают тоже с соответственно уменьшенными размерами.

В том случае, если необходимо сохранить деталь с отверстием, то его очередной ремонтный диаметр (мм)

$$D_{pn} = D_n + 2n(d' + d''),$$

Зная допустимую величину износа d' , можно разработать систему стандартных ремонтных размеров для каждой детали.

Количество очередных ремонтов детали не беспредельно. Оно зависит от величины допустимых (предельных) ремонтных размеров. На их выбор оказывает влияние необходимая прочность детали, глубина цементационного или закаленного слоя, прочность и размеры сопряженных деталей.

Восстановление деталей механической обработкой.

Наиболее простым способом ремонта сопрягаемых деталей является обработка посадочного места одной из них в следующий ремонтный размер: вала — в меньший, отверстия — в больший. Какую из сопряженных деталей необходимо заменить, а какую восстановить — следует решать в каждом конкретном случае отдельно. Обычно целесообразнее восстанавливать более дорогую деталь.

Ремонт детали механической обработкой заключается в снятии части металла с таким расчетом, чтобы после механической обработки получить правильную геометрическую форму.

Допуски на обработку деталей до ремонтных размеров принимают те же, что и при изготовлении новых деталей. Зная требуемую точность, выбирают вид обработки и тип станка.

При восстановлении деталей чисто механическим способом устраняют имеющиеся искажения первоначальной формы (например, эллипсность) и поверхностные повреждения (риски, забоины, местные задиры). Если для восстановления детали необходимы и другие технологические процессы (например, сварка), то механическую обработку осуществляют после них. Это позволяет сохранить чистоту обработанных поверхностей.

Ремонт способом дополнительных деталей. Разновидностью способа восстановления деталей механической обработкой является ремонт сопряжений с применением дополнительных деталей, компенсирующих износ: стаканов, переходных втулок, колец, накладок, вкладышей и т. п. Этот способ применяют при восстановлении изношенных, подшипников скольжения, валов, цилиндров насосов и компрессоров, а также для восстановления отверстий, исправление которых наплавкой может вызвать повреждение базовых поверхностей. Ремонт заключается в том, что отверстие или цапфу вала обрабатывают до такого размера, чтобы можно было запрессовать в отверстие или напрессовать на цапфу втулку, которую затем доводят обработкой до необ-

ходимого размера.

Дополнительные детали изготавливают из того же материала, из которого сделана основная деталь. Чистота обработки и твердость их поверхностей также должны соответствовать проектным. Надежное соединение втулок с деталями обеспечивается за счет натяга. Иногда втулки по торцам приваривают или фиксируют штифтами и винтами.

Преимуществом этого способа является отсутствие деформации ремонтируемых деталей. Существенными недостатками следует считать снижение прочности деталей и повышение концентрации тепла в сопряжениях из-за снижения интенсивности его отвода.

§ 16. Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Сваркой называют процесс неразъемного соединения металлов посредством местного сплавления или нагрева до пластического состояния и соединения с применением механических усилий. По виду применяемой энергии различают химические и электрические способы сварки. К химическим способам относят кузнечную, газовую и термитную. Кузнечную сварку производят нагревом соединяемых частей в пламени горна или печи с последующей проковкой под молотом. При газовой сварке нагревают и расплавляют металл пламенем газа, например ацетилена, сжигаемого в кислороде. Термитная сварка основана на использовании тепла, выделяющегося при горении термита – смеси порошка алюминия и железной окалины.

Электрические способы сварки основаны на использовании тепловой энергии, выделяющейся при прохождении тока по свариваемым частям или через дуговой промежуток.

В практике ремонтных работ применяют в основном электрическую дуговую, газовую и в редких случаях кузнечную сварку. Электрической сваркой сваривают поломанные детали, заваривают различного рода трещины или накладывают на них заплаты, заваривают раковины. Наплавкой восстанавливают изношенные посадочные места деталей, наносят слой твердого сплава для повышения износостойкости деталей, работающих на истирание и т. п. Кузнечную сварку применяют только при отсутствии оборудования для других видов сварки и используют для соединения толстых стальных деталей типа стержней и полос.

Оборудование для электродуговой сварки.

Принцип электродуговой сварки металлическим электродом состоит в том, что при прохождении электрического тока по цепи, состоящей из сварочных проводов, свариваемых деталей и электрода, между электродом и изделием образуется дуга, под температурным воздействием которой (3600—4000°C) электрод и кромки свариваемого изделия плавятся. Расплавленный металл, остывая, образует сварочный шов, соединяющий свариваемые части между собой.

При ремонтных работах наиболее широко применяются ручная и полуавтоматическая сварки. В качестве источника переменного тока используется сварочный трансформатор с регулятором тока, схема включения которого показана на рис. 18. При особо ответственной сварке рекомендуется применение сварочных агрегатов постоянного тока (рис. 19).

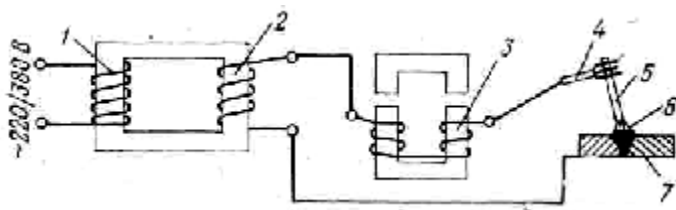


Рис. 18. Схема установки для дуговой сварки переменным током:
1 — первичная обмотка трансформатора; 2 — вторичная обмотка; 3 — регулятор; 4 — электродержатель; 5 — электрод; 6 — сварочная дуга; 7 — свариваемое изделие

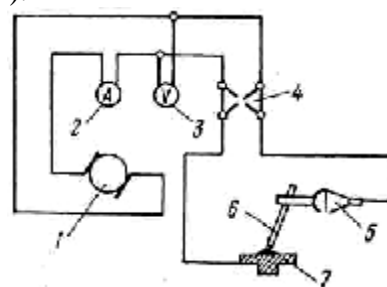


Рис. 19. Схема установки дуговой сварки постоянным током:
1 — сварочный генератор; 2 — амперметр; 3 — вольтметр; 4 — переключатель полярности; 5 — электродержатель; 6 — электрод; 7 — свариваемое изделие

Сварочные трансформаторы переменного тока применяют с отдельными и встроенными регуляторами величины тока, позволяющими изменять его в пределах от 60 до 700 А. Трансформаторы включают в сеть напряжением 220 или 380 В. Вторичное (сварочное) напряжение при холостом ходе составляет 60—65 В.

Для сварки постоянным током применяются однопостовые и многопостовые сварочные генераторы. Установка, состоящая из сварочного генератора постоянного тока и двигателя к нему, называется сварочным агрегатом. Генераторы бывают стационарные и передвижные, устанавли-

ваемые на тележке. Агрегат ПС-300 имеет мощность 14 кВт и пределы регулирования тока — от 70 до 380 А. В больших сварочных цехах применяют централизованную многопостовую систему питания электрическим током. Регулирование тока каждого сварочного поста производится отдельно специальными (балластными) реостатами.

Оборудование рабочего места для ручной сварки состоит из сварочного аппарата, кабелей, электрододержателя, предохранительного сварочного щитка, стола (стеллажа) и различных сборочно-сварочных приспособлений. Во избежание поражения окружающих лиц излучениями сварочной дуги рабочее место сварщика располагают в изолированной кабине с вытяжной вентиляцией или ограждают передвижными ширмами.

Электроды для дуговой сварки выбирают в зависимости от химического состава металла ремонтируемой детали, толщины направляемого слоя и вида обработки восстанавливаемых поверхностей.

Марки и химический состав стальной проволоки, используемой для изготовления сварочных электродов, приведены в табл. 9.

Электроды бывают с тонкой (стабилизирующей) и толстой (защитной) обмазкой. Стабилизирующая обмазка наносится на стержень электрода ровным слоем толщиной 0,1—0,3 мм. Электроды с такой обмазкой изготавливают кустарным способом и применяют при сварке ответственных изделий. Состав покрытия — мел или поташ с жидким стеклом. Толстая обмазка при расплавлении образует шлаковую и газовую защиту сварочной ванны от действия кислорода и азота воздуха. Кроме того, во время сварки в металл шва из обмазки переносятся легирующие элементы, улучшающие металл шва. Толщина защитной обмазки электрода колеблется от 0,5 до 3 мм и более.

В состав защитных обмазок входят стабилизирующие (мел, поташ), газообразующие (крахмал, древесная мука), раскисляющие (уголь, алюминий), шлакообразующие (мрамор, гранит), легирующие (ферромарганец, ферросилиций) и связывающие (жидкое стекло, декстрин) компоненты. При наплавке такими электродами образуется плотный, прочный и вязкий слой металла без пор, раковин и шлаковых включений.

Рекомендуемые типы и марки электродов для сварки и на плавки приведены в табл. 10.

Т а б л и ц а 9

Химический состав стальной сварочной проволоки

(по ГОСТ 2246—70)

Марка проволоки	Содержание химических элементов, %				
	углерод	марганец	кремний	хром	никель
Св-08	0,10	0,35—0,60	0,03	0,15	0,30
Св-08А	0,10	0,35—0,60	0,03	0,10	0,25
Св-08ГА	0,10	0,80—1,10	0,03	0,10	0,25
Св-10ГА	0,12	1,10—1,40	0,03	0,20	0,30
Св-10Г2	0,12	1,50—1,90	0,03	0,20	0,30
Св-08ГС	0,10	1,40—1,70	0,60—0,85	0,20	0,25
Св-08Г2С	0,11	1,80—2,10	0,70—0,95	0,20	0,25
Св-12ГС	0,14	0,80—1,10	0,60—0,90	0,20	0,30
Св-10ХГ2С	0,06—0,12	1,70—2,10	0,70—0,95	0,70—1,00	0,25
Св-12Г2Х	0,10—0,15	1,60—1,90	0,30	1,20—1,50	0,25
Св-18ХГСА	0,15—0,22	0,80—1,10	0,90—1,20	0,80—1,10	0,30
Св-06НЗА	0,08	0,40—0,70	0,30	0,30	3,0—3,5

Индекс А в обозначении типов электродов указывает на повышенную вязкость наплавленного металла и сварного соединения.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, типа соединения и положения сварки, пользуясь следующими рекомендациями:

Толщина металла, мм	0,5	1—2	2—5	5—10	Свыше 10
Диаметр электрода, мм	1,5	2—2,5	2,5—4,0	4—6	6—8

Электроды для наплавки деталей сплавами со специальными свойствами (наплавочные электроды) представляют собой обычные стандартные металлические электроды, покрытые специальной обмазкой, имеющей в своем составе ферромарганец, феррохром или сталинит. В процессе наплавки компоненты обмазки переходят в наплавленный металл. В результате наплавленный слой получается высокой твердости или повышенной износостойкости. Такие электроды

применяют для наплавки рабочих поверхностей деталей, работающих в тяжелых условиях механического износа (ножи бульдозеров, зубья ковшей экскаваторов, буровые долота и т. п.).

Т а б л и ц а 1 0

Типы и марки электродов, рекомендуемые для сварки и наплавки

Тип электрода	Марка электрода	Механические свойства наплавного слоя			Назначение электродов
		предел прочности, $\frac{кгс}{мм^2}$	предел текучести, $\frac{кгс}{мм^2}$	относительное удлинение, %	
Э-42 (ГОСТ 9467—75)	ОММ-5	42	35	18	Для сварки малоуглеродистых сталей марок: Ст. 2, Ст. 3, 20 и 25
	АНО-1	42	—	18	
	СМ-5	42	—	18	
	ОМА-2	42	—	18	
	ВСП-1	42	34	18	
	КПЗ-32	42	—	18	
	ЦМ-7	42	36	18	
Э-42А (ГОСТ 9467—75)	УОНИ-13/45	42	28—32	22	Для сварки малоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных сталей марок: Ст.2, Ст.3, Ст.4, 20, 25, 30, 09Г2, 10Г2, 15ГС, ШХГС, Л1ХГСН, 15Г
	УОНИ-13/45А	42	—	22	
	СМ-11	42	28—32	22	
	ВН-48	42	—	22	
	УП-1/45	42	33—36	22	
	ВСН-3	42	33—38	22	
		42	—	22	
Э-50А (ГОСТ 9467—75)	УОНИ-13/55	50	34—38	20	Для сварки углеродистых и низколегированных сталей марок: Ст.4, Ст.5, 30, 35, 35Л, 14ХГС, 10Г2СД, 15ХСНД, 10ХСНД, СХД-1, НЛ-2, 14Г2
	УП-1/55	50	33—36	20	
	АНО-2	50	—	20	
	МНЛ-1	50	—	20	
Э-60А (ГОСТ 9467—75)	УОНИ-13/65	60	45—50	18	То же
Э-85 (ГОСТ 9467—75)	УОНИ-13/85	85	50—55	12	Для сварки конструкционных и легированных сталей марок: 40, 45, 45Л, 30ХСА, 40Х
Э-85А (ГОСТ 9467—75)	УОНИ-13/85У	85	—	—	То же
ТУ ЦНИИТМАШ, ЭН-У30Х23 Р2Ц2ТГ-55 (ГОСТ 10051—75) ТУ Московского опытного сварочного завода	Ц4-4 Ц4-ЭА57 Т-620	—	55—62	—	Для сварки и наплавки серого и высокопрочного чугуна марок СЧ 12-28, СЧ 18-36, СЧ 21-40, ВЧ 45-5, ВЧ 45-1,5

По твердости наплавленного металла наплавочные электроды подразделяют на две группы: электроды, дающие наплавленный металл средней твердости (НВ 250—400), и электроды, дающие слой наплавленного металла высокой твердости (НВ 450—600).

К первой группе относятся электроды ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН400 и У-340ПБ, применяемые для наплавки деталей из обычных низкоуглеродистых сталей для восстановления размеров; ко второй группе — электроды Т-590, Т-620 и ХР-19, применяемые для наплавки деталей повышенной износостойкости (рабочие органы дробильно-размольного оборудования, землеройных машин и т. п.).

Помимо стержневых изготавливаются трубчатые электроды (Т-3, ЭТН). Они представляют собой тонкую железную или никелевую трубку диаметром 3—5 мм, наполненную релитом или другими наполнителями (доменным ферромарганцем, славянитом, карбидом вольфрама и др.). В процессе наплавки расплавляется только трубка. Зерна релита, имеющие температуру плавления свыше 2500°C, остаются нерасплавленными и входят в наплавленный металл в виде твердых износостойчивых включений. Для устойчивого горения дуги поверхность трубчатого электрода покрывают стабилизирующей обмазкой.

Оборудование для газовой сварки и резки.

При газовой сварке и резке в качестве горючих газов могут использоваться ацетилен, водород, природный газ (содержащий около 94% метана), нефтяной газ, а также пары керосина или бензина. Чаще всего применяют ацетилен, который при горении в чистом кислороде дает наиболее высокую температуру пламени (3150°C).

К передвижным местам сварочных работ горючие газы и кислород доставляют в специальных стальных баллонах, имеющих различные по своей конструкции вентили и цвета окраски: баллоны для кислорода окрашивают в голубой цвет, ацетилена — в белый, водорода — в темно-зеленый, метана, пропана, бутана, коксового, нефтяного и природного газов — в красный, воздуха — в черный.

Ацетилен находится в баллоне в растворенном состоянии, нефтяной газ и пропан — в сжиженном, остальные — в сжатом. Давление газов в баллоне 16 кгс/см² (для ацетилена и пропана) и 150 кгс/см² (для остальных газов).

В сварочных и крупных ремонтных цехах газы подводят к рабочим местам по трубопроводам. Для понижения давления газов, поступающих в горелку, применяют специальные газовые редукторы.

Давление газа в баллоне и рабочее давление газа, поступающего к горелке, измеряются манометрами, расположенными на редукторе.

Ацетиленовые горелки выпускают нескольких типов. Наиболее распространенной является ацетилено-кислородная горелка ГС-57 инжекторного типа, предназначенная для сварки черных и цветных металлов толщиной до 30 мм. Горелка имеет семь сменных наконечников, предназначенных для сварки металла различной толщины. Для сварки тонких металлов (от 0,2 до 7 мм) выпускаются сварочные горелки ГСМ-53 со сменными наконечниками пяти номеров: 0, 1, 2, 3 и 4. Наиболее совершенной является ацетилено-кислородная горелка ГС-57 «Москва».

Горелки, работающие на керосине, конструктивно отличаются от ацетиленовых и выпускаются промышленностью двух типов: ГКУ-55 и ГК-52. Горелка ГКУ-55 комплектуется четырьмя однодырочными и двумя сетчатыми мундштуками. Керосин в горелку поступает из бачка емкостью 5 л с избыточным давлением, создаваемым ручным насосом, встроенным в этот бачок. По эффективности горелка ГКУ-55 эквивалентна ацетилено-кислородной горелке с наконечниками № 2—7. Горелка ГК-52 предназначена для сварки деталей толщиной от 2 до 9 мм.

Кроме указанных выше горелок промышленностью выпускаются горелки для зачистки поверхности металла от ржавчины, старой краски и рыхлой окалины, для поверхностной закалки, для газо-прессовой сварки и др.

Подвод газов к горелкам осуществляется гибкими шлангами, изготавливаемыми из вулканизированной резины с льняными прокладками. В случае применения в качестве горючих газов пропана или пропан-бутановой смеси используются специальные дюритовые шланги.

Присадочный материал для газовой сварки выбирают в зависимости от химического состава свариваемого металла. Для сварки низкоуглеродистых сталей с содержанием углерода до 0,25% применяют низкоуглеродистую сварочную проволоку Св-08 и Св-08А, для сталей среднеуглеродистых и высокоуглеродистых — низкоуглеродистую проволоку, легированную хромом и никелем.

При наплавке или сварке изделий из низколегированных сталей в качестве присадочного материала применяют малоуглеродистую сварочную проволоку, а для сварки или наплавки легированных сталей присадочный материал берут, как правило, с химическим составом, близким к

составу основного металла.

Подготовка деталей к сварке.

Для получения высококачественного шва места сварки тщательно очищают от ржавчины и грязи металлическими щетками или абразивными кругами. Поверхности, покрытые смазкой, обезжиривают путем прокалывания пламенем газовой горелки или паяльной лампы либо промывают бензином и просушивают. На свариваемых кромках снимают фаски той или иной формы в зависимости от толщины свариваемого металла (рис. 20). На кромках завариваемых трещин снимают V-образные или X-образные фаски в зависимости от толщины металла и возможности сварки с двух сторон. Фаски снимают обязательно до здорового материала или насквозь с образованием зазора в 2—3 мм. Для исключения возможности дальнейшего распространения трещины на ее концах следует просверлить отверстия диаметром не менее толщины стенки. Сварку надо начинать с заварки просверленного отверстия.

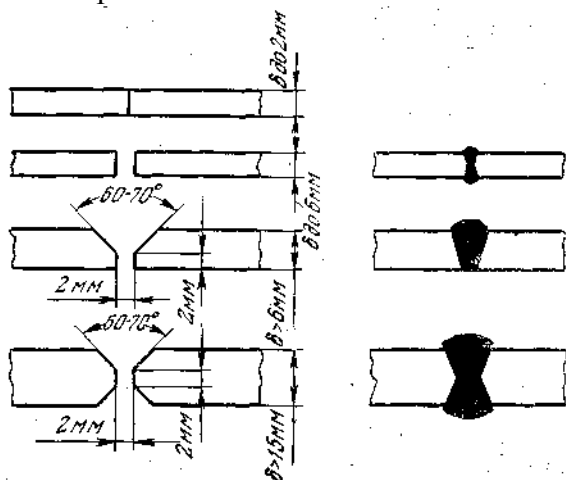


Рис. 20. Виды кромок, подготовленных под сварку

Перед заваркой раковины в стальном литье стенки и дно ее очищают от песка и ржавчины и обрубая острые углы, обеспечив тем самым доступ электродов до всех ее частей. Если обрубка раковины затруднена, сварщик предварительно может оплавить ее края с последующим удалением наплывов зубилом.

При сварке поломанных валов скосы рекомендуется делать не конусными, а лопатообразными, что дает возможность вварить клинья, соединяющие обе части. Этим достигается повышение прочности шва при работе детали на скручивание.

Ремонт стальных деталей сваркой.

Свариваемые детали по возможности необходимо располагать так, чтобы шов находился в нижнем положении. Это облегчает выполнение сварки и улучшает качество сварочного шва. При большой толщине детали шов накладывают в несколько слоев. Дуга должна быть по возможности короткой: чем она длиннее, тем хуже качество шва. Во избежание появления внутренних напряжений, новых трещин и коробления деталей во время сварки необходимо делать перерывы для охлаждения свариваемых деталей и выбирать определенный порядок наложения швов. При заварке трещин в шкивах и зубчатых колесах для предотвращения появления трещин следует подогревать соседние с завариваемым местом части обода и спиц.

Ремонту сваркой лучше всего поддаются детали, изготовленные из малоуглеродистой стали. Сталь со средним содержанием углерода (0,35—0,4%) имеет удовлетворительную свариваемость. Детали, изготовленные из сталей, содержащих более 0,45% углерода, восстанавливаются сваркой с затруднением. Особенно большие трудности возникают при сварке деталей, изготовляемых из сталей с содержанием углерода более 0,7% и легированных. Сварку этих сталей можно производить без предварительного подогрева детали (холодная сварка) или с подогревом до температуры 650—850°C в печи, на горне и т. п. (горячая сварка). Лучшие результаты дает горячая сварка, поэтому ее рекомендуется применять при ремонтах ответственных деталей. В соответствии с ГОСТ 9467—75 механические свойства наплавленного металла должны быть не ниже данных, приведенных в табл. 11.

При наплавке деталей рекомендуется применение проволоки, насыщенной водородом. Это увеличивает производительность труда и улучшает качество наплавки. Насыщение проволоки водородом производят травлением ее в 5—10%-ном растворе серной кислоты в течение $t = d + 1$ ч,

где d — диаметр проволоки, мм. При наплавке постоянным током необходимо применять обратную полярность (плюс на электроде).

Т а б л и ц а 11

Механические свойства сварного соединения

Тип электрода	Механические свойства					Основное назначение электродов
	металла шва или наплавленного металла при применении электродов диаметром более 2,5 мм, не менее			сварного соединения при применении электродов диаметром 2,5 мм, не менее		
	временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²	относительное удлинение, %	ударная вязкость, $\frac{кгс \cdot м}{мм^2}$	временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²	угол загиба, градус	
Э34 (меловой)	34	—	—	34	30	Для сварки и наплавки низкоуглеродистых и низколегированных сталей
Э42 (ОММ-5)	42	18	8	42	120	
Э-42А (УОНИ-13/45)	42	22	14	42	180	
Э46	46	18	8	46	120	
Э46А	46	22	14	46	150	
Э-50	50	16	6	50	90	Для сварки и наплавки среднеуглеродистых и низколегированных сталей
Э50А (УОНИ-13/55)	50	20	13	50	150	
Э55 (УОНИ-13/85)	55	20	12	55	140	

Для снижения внутренних напряжений изделие рекомендуется нагревать до и после сварки, а сварочные работы выполнять в теплом помещении без сквозняков.

Ремонт сваркой деталей из чугуна.

Чугун относится к группе трудно свариваемых металлов и сплавов. Основными факторами, затрудняющими сварку, являются: образование трещин в околошовной зоне в процессе и после сварки, высокая жидкотекучесть, отбеливание чугуна вследствие выгорания кремния и образование его тугоплавких окислов.

Чугун можно сваривать электродуговой сваркой металлическим и угольным электродом, газовой сваркой, термитной сваркой и заливкой жидким чугуном. Сварку чугуна производят в горячем и холодном состоянии.

Горячую сварку чугуна производят после предварительного подогрева до температуры 500—800°С. Она может быть выполнена ацетилено-кислородным пламенем (наиболее эффективная) или электродуговой сваркой. Ацетилено-кислородную сварку ведут нейтральным или слегка обогащенным ацетиленом пламенем, применяя наконечники № 3, 4, 5, 7. В качестве присадочного материала применяют чугунные прутки марок А и Б, химический состав которых приведен в табл. 12.

Т а б л и ц а 12

Состав присадочных прутков для сварки чугуна

Марка чугунного прутка	Углерод, %	Кремний, %	Марганец, %	Фосфор, %	Примерное назначение
А	3,0—3,6	3,0—3,5	0,5—0,8	0,2—0,5	Для газовой сварки и для стержней электродов при горячей сварке
Б	3,0—3,6	3,6—4,8	0,5-0,8	0,3—0,5	Для стержней электродов при горячей, холодной и полухолодной сварке

Сварку чугуна ведут с применением флюсов, состоящих из смеси буры с борной кислотой или буры с содой при соотношении компонентов 1:1. Охлаждение сваренной детали должно быть медленным.

При электрической сварке угольными электродами применяют те же присадочные мате-

риалы и флюсы, что и при газовой. В качестве чугунных электродов используются прутки марок А и Б со специальными покрытиями. Сварку ведут переменным или постоянным током прямой полярности.

Горячую сварку применяют при ремонте деталей сложной формы, когда требуется получить плотный, прочный и легко обрабатываемый шов. Ею ремонтируют цилиндры компрессоров, насосов, паровых машин и полые детали, работающие под давлением.

Холодная сварка чугуна имеет ограниченное применение в связи с образованием очень твердых, закаленных участков в переходных зонах и шве. Ее применяют при ремонте деталей, работающих без динамических нагрузок.

Холодную электрическую сварку чугуна выполняют стальными, чугунными и биметаллическими электродами. Сварку стальными электродами выполняют как переменным, так и постоянным током. Электрод состоит из стержня из низкоуглеродистой сварочной проволоки с обмазкой. В состав обмазки входят вещества, активно вступающие в соединение с углеродом и образующие устойчивые карбиды, не растворимые в железе. В связи с этим наплавляемый металл и прилегающие к шву зоны обрабатываются механическим путем.

Сварку чугунными электродами выполняют стержнями из прутков марок А и Б со специальным покрытием. Этот вид сварки применяют в основном для исправления дефектов чугунного литья. Металл шва получается близким, по химическому составу к чугуну, однако в шве и в прилегающих к нему зонах детали происходит отбеливание чугуна.

Сварку биметаллическими электродами применяют для заварки небольших трещин на деталях с тонкими стенками и небольших раковин на трущихся поверхностях. Прочность сварного соединения составляет 70—80% прочности основного металла. Существует три типа электродов из цветных металлов: железомедные (10—30% железа и 70—90% меди), никель-железные (30—40% никеля и 60—70% железа), медно-никелевые (25—40% меди и 60—70% никеля). Железомедные электроды состоят из медного прутка и оплетки из стальной проволоки. Медно-никелевые и никель-железные электроды изготавливают из проволок соответствующих сплавов с покрытием, содержащим мрамор и полевой шпат. Сварка ведется постоянным током обратной полярности.

При газовой сварке чугунных деталей в качестве присадочного материала применяют латунь ЛК 62—05 или бронзу сварочную с содержанием меди 56—62%, цинка 38—41%, свинца 1—3,5%, железа 0,7—1%, марганца 0,5—0,8% и никеля 0,3—0,8%.

Сварка деталей из алюминия.

Детали из алюминиевых сплавов восстанавливают газовой или электрической сваркой. Газовую сварку ведут с незначительным избытком ацетилена. В качестве флюса применяют смесь, состоящую из хлористых соединений натрия, калия, лития и др., а в качестве присадочного материала — алюминиевую проволоку с 5%-ным содержанием кремния. Флюс наносят перед сваркой на свариваемые кромки металла или на присадочный стержень в виде пасты. Иногда его вводят в сварочную ванну в виде порошка.

Электрическую сварку алюминиевых изделий производят угольными или металлическими электродами постоянным током прямой полярности. Место сварки предварительно подогревают до 200—250°C. В начале процесса сваривания силу тока увеличивают на 10—15%, а по мере нагревания детали — уменьшают. Ответственные детали после сварки подвергают отжигу при температуре 300—350°C.

Наплавкой твердыми сплавами

Наплавкой твердыми сплавами восстанавливают детали, которые могут работать без последующей механической обработки и допускают наличие пор: зубья, звездочки, брусья баров врубовых машин, рабочие поверхности утюгов рельсовых путей, зубья ковшей экскаваторов, ножи бульдозеров и другие, изготовленные из углеродистых (марки 35, 50, 45) и низко- и среднелегированных сталей (20X, 20X3, 18XГТ, 35X, 40X, 40ХН, 12ХН3 и другие). Термически обработанные стали при наплавке теряют свои свойства. Поэтому наплавку зачастую ведут с одновременным охлаждением путем частичного погружения детали в ванну с водой. Износостойкость наплавленных деталей повышается в 2—3, а иногда в 6—8 раз. В ряде случаев наплавку производят без демонтажа узлов, что сокращает продолжительность ремонта.

Для износостойких покрытий применяют высокоуглеродистые сплавы на железной основе, легированные хромом, вольфрамом, ванадием, бором, марганцем, титаном, никелем. Они делятся на зернистые (порошковые) и литые.

Зернистые или порошковые сплавы (вокар и сталинит) представляют собой механическую смесь зерен карбидов вольфрама, хрома и др., величиной 0,5—2,5 мм.

Литые твердые сплавы изготавливают плавкой в индукционных высокочастотных печах тигельного типа, представляют они собой прутки диаметром от 3 до 8 мм или пластины, полученные отливкой в земляных формах или кокилях. В состав этих сплавов входят кобальт, хром, вольфрам, углерод и в небольших количествах марганец, кремний и железо. Сплавы имеют различную твердость, высокое сопротивление изнашиванию, высокую вязкость и хорошую химическую стойкость.

В настоящее время изготавливают сплав ВК-3 на вольфрамо-кобальтовой основе, хромоникелевые сплавы — сормайт № 1 и № 2. Наплавленные этими сплавами детали после механической обработки имеют чистую поверхность без пор и раковин. Вместо сормайта № 1 иногда применяют белый чугун, износостойкость которого равноценна сормайту, а сварочные свойства выше.

Процесс наплавки твердыми сплавами осуществляют газовой, электрической ручной или автоматической сваркой, а также при индукционном нагреве.

Ацетилено-кислородным пламенем можно наплавлять только литые твердые сплавы. Во избежание выгорания углерода и легирующих примесей наплавку производят при избытке ацетилена и минимальном перемешивании. Для получения наплавки высокого качества необходима тщательная зачистка мест под наплавку и предварительный подогрев детали до 650—750°. Толщина напавленного твердым сплавом слоя не должна превышать 5—7 мм.

Восстановление деталей вибродуговой наплавкой.

Сущность вибродуговой наплавки заключается в том, что подаваемая в сварочную ванну электродная проволока совершает возвратно-поступательное движение, создавая быстропеременное возбуждение и гашение дуги. Одновременно к месту горения дуги подается охлаждающая жидкость, благодаря чему процесс наплавки протекает при слабом нагреве (40—80°C), не вызывающем изменения свойств металла. Это качество особо важно при восстановлении термически обработанных деталей. В качестве охлаждающей жидкости наиболее часто применяют раствор 50—60 г кальцинированной соды и 10—15 г индустриального масла И—30А или И—40А на 1 л воды.

Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки деталей цилиндрической формы приведена на рис. 21. Деталь закрепляют в центрах токарного станка, на суппорте которого устанавливают наплавочную головку, состоящую из подающих роликов, скользящего контакта, электромагнита и устройства для подачи охлаждающей жидкости. Второй скользящий контакт подведен к наплавляемой детали. Питание установки электрическим током осуществляется генератором 1. Охлаждающий раствор поступает из расходного бачка и после охлаждения зоны сварки стекает в отстойник, откуда насосом возвращается снова в бачок. Напряжение устанавливают в пределах 14—24 В, потребляемый ток зависит от диаметра сварочной проволоки, скорости подачи и колеблется от 120 до 300 А. Колебательные движения электродной проволоки сообщаются электромагнитом.

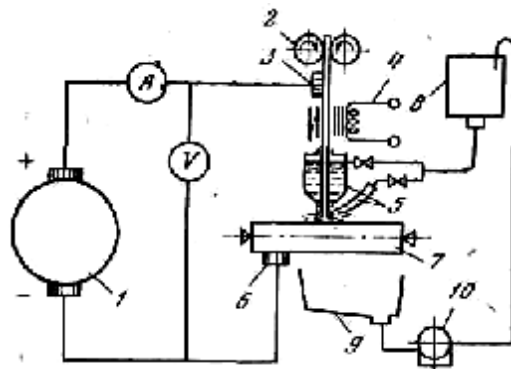


Рис. 21. Схема установки для вибродуговой наплавки:

1 — генератор; 2 — ролики; 3, 6 — скользящий контакт; 4 — электромагнит; 5 — устройство для подачи охлаждающей жидкости; 7 — деталь; 8 — бачок; 9 — отстойник; 10 — насос

Частоту вращения шпинделя станка регулируют в пределах от 0,5 до 10 об/мин, а перемещение суппорта — со скоростью от 1 до 3 мм на один оборот шпинделя.

Марку сварочной проволоки выбирают в зависимости от требуемой твердости наплавки. Для наплавки деталей, подлежащих обработке резцом, применяют проволоку из стали марок Св-

08, Св-08А и др., а без обработки — проволоку из стали марок У7, У8 и др. Диаметр проволоки выбирают в зависимости от толщины наплавляемого слоя.

Преимущества вибродуговой наплавки по сравнению с другими способами восстановления деталей:

- 1) низкая температура нагрева детали, не нарушающая термической обработки и не требующая последующей рихтовки;
- 2) возможность регулирования толщины наплавляемого слоя от 0,5 до 3,5 мм (при восстановлении деталей с износом более 3,5 мм применяют многослойную наплавку);
- 3) восстановленные детали не нуждаются в термической обработке, так как в процессе наплавки под действием охлаждающей жидкости происходит закалка наплавленного слоя;
- 4) наплавка происходит автоматически, обеспечивая высокую производительность, особенно при наплавке тонких слоев.

Другие виды сварки и наплавки деталей.

Кроме рассмотренных выше способов восстановления изношенных деталей в ремонтной практике применяют сварку под слоем флюса, электрошлаковую сварку, сварку в среде защитных газов, диффузионно-вакуумную сварку и другие.

Сварка под слоем флюса ведется проволокой без покрытия. Образованная под флюсом ванна защищает расплавленный металл от воздействия атмосферных газов, сохраняет тепло дуги, устраняет разбрызгивание металла и обеспечивает высокое качество сварного шва.

В ремонтном деле применяется полуавтоматическая (шланговая) и автоматическая сварка (наплавка) под слоем флюса. Схема полуавтоматической установки показана на рис. 22.

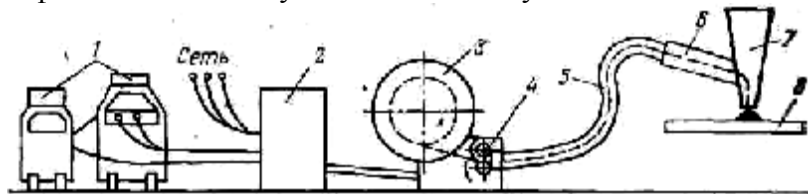


Рис. 22. Схема полуавтоматической сварки:

1 — сварочный трансформатор с регулятором; 2 — аппаратный ящик; 3 — барабан с проволокой; 4 — механизм подачи проволоки; 5 — шланг; 6 — держатель; 7 — воронка с флюсом; 8 — свариваемое изделие

Во время сварки сварочная проволока со специального барабана подается в зону горения дуги по шланговому проводу длиной 3,5 м. По нему же подводится и ток к дуге. Шланговые полуавтоматы рассчитаны на сварку проволокой диаметром 0,8—2,0 мм при наибольшем сварочном токе 500—600 А.

Автоматические сварочные установки в ремонтном деле применяются для массового ремонта однотипных деталей, например наплавки бандажей электровозных колес, наплавки крупных валов и т. п.

Электрошлаковая сварка (наплавка) протекает в результате плавления свариваемого металла расплавленным флюсом, в котором горит электрическая дуга. Сварочный шов образуется за счет плавления электрода и основного металла и формируется специальным устройством, выполненным в виде кокиля, ползуна или подкладки. При наплавке изделий из углеродистых и легированных сталей наибольшее применение получили флюсы АН-8, АН-8М, АН-348А и молотый плавленый шпат, а при наплавке деталей, из высоколегированных сталей — флюс АН-22. В ремонтном деле электрошлаковую сварку применяют при сварке металла большой толщины как на постоянном, так и на переменном токах.

Сварка в среде защитных газов. Процесс протекает аналогично сварке под слоем флюса, но защитной средой является аргон, углекислый газ или водяной пар. Применение газообразной защитной среды позволяет отказаться от приспособлений для удерживания и подачи флюса, устраняет необходимость удаления шлака и очистки от него конца электрода перед зажиганием дуги. Сварка в среде защитных газов более производительная и дешевая, однако требует защиты людей от воздействия излучений электрической дуги.

Диффузионно-вакуумная сварка заключается в том, что свариваемые детали помещают в вакуумную камеру, нагревают до заданной температуры, затем сжимают специальными устройствами и спустя некоторое время охлаждают. Отсутствие воздуха в камере предохраняет поверхности от окисления, а молекулы одной детали диффундируют в другую деталь, образуя прочное соединение. Этим методом можно приваривать пластинки твердого сплава к буровым коронкам и державкам резцов. Такое соединение значительно прочнее и дешевле, чем пайка.

Сварка взрывом основана на взаимной диффузии молекул двух кусков металла, прижатых друг к другу огромным давлением. Для создания давления, которое доходит до 70 тыс. кгс/см², применяют обычные взрывчатые вещества.

В последнее время для этой цели используют светогидравлический эффект, возникающий при взаимодействии сгустков световой энергии (лазерного луча) с жидкостью. При этом образуются мощные ударные волны, превышающие в десятки раз давления, получаемые при взрывах.

Применение светогидравлического эффекта дает возможность сваривать между собой любые металлы и сплавы; медь и золото, серебро и сталь, сталь и никель, ниобий и титан и другие. Кроме того, при световом взрыве происходит упрочнение металла. Сварку можно вести и путем прямого, нагрева металла лучом лазера. При этом получают сверхчистые сварные швы, необходимые при изготовлении химического оборудования, и «кинжальные» швы — очень глубокие и одновременно очень узкие. Лазерный луч нагревает только место шва, не затрагивая окружающий металл, поэтому деталь не деформируется.

§ 17. Другие способы восстановления деталей

Восстановление деталей металлизацией.

Сущность способа заключается в нанесении на специально подготовленную поверхность детали мельчайших расплавленных частиц металла. Металлизацию применяют для наращивания поверхностей с незначительным износом (посадочные места валов, муфт, шестерен), при заделке трещин и для нанесения на деталь антифрикционных покрытий из оловянистых баббитов и бронз. Она ценна тем, что удается восстановить размеры деталей без сильного их нагрева.

Металлизацию производят специальными аппаратами — металлизаторами. Существует два типа металлизаторов: электрические и газовые. Электрический металлизатор состоит из корпуса (рис. 23), внутри которого находятся две пары подающих роликов 2 и 6, электрически изолированных от корпуса. Ролики служат для подачи в распылительную головку двух проволок из бухт 9 и 10. К проволокам через скользящие контакты подводится электрический ток. На выходе из распылительной головки концы проволок перекрещиваются, между их концами возникает электрическая дуга и проволоки плавятся. По трубке 5 в зону горения дуги подается сжатый воздух, который распыляет расплавленный металл, нанося его на восстанавливаемую деталь. Питание электрическим током осуществляется от трансформатора.

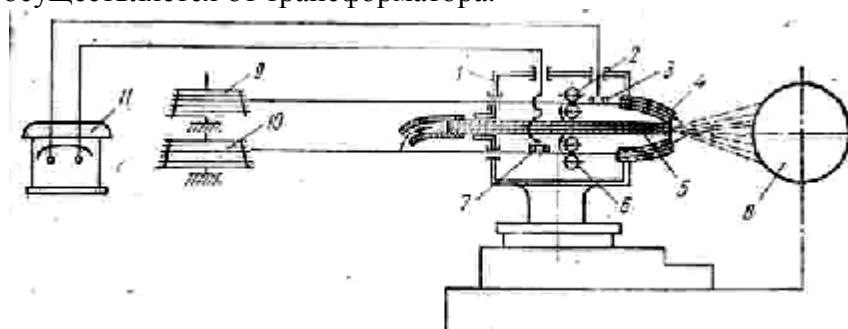


Рис. 23. Схема установки для электрической металлизации:

1 — корпус; 2, 6 — подающие ролики; 3, 7 — скользящие контакты; 4 — распылительная головка; 5 — трубка; 8 — деталь; 9, 10 — бухты; 11 — трансформатор

Газовый металлизатор отличается от электрического тем, что для расплавления металла служит ацетилено-кислородная горелка, в пламя которой подается одна проволока.

Металлизаторы обычно устанавливают на суппорте токарного станка. Нанесение покрытий на детали, которые нельзя установить на токарный станок, производят вручную в кабине, оборудованной установкой для отсасывания образующихся газов.

В технологический процесс металлизации входит:

- очистка поверхности детали от ржавчины, влаги, масла и других загрязнений;
- механическая обработка детали для получения требуемой формы и размеров с расчетом, что толщина наращиваемого слоя должна быть не менее 0,5 мм, что обеспечит достаточную прочность соединений;
- обработка подлежащей напылению поверхности детали для получения наибольшей шероховатости. Обработка цилиндрических деталей заключается в нарезании мелкой рваной резьбы. Для плоских деталей применяют пескоструйную обработку;
- занесение покрытия. Участки детали, не подлежащие металлизации, защищают наклад-

ками из жести, картона или бумаги;

- обработка металлизированной, поверхности резанием и шлифовкой.

Металлизированный слой имеет неоднородную структуру и состоит из нагромождения отдельных частиц неправильной формы, размер которых колеблется от 1 до 2 мкм в зависимости от условий распыления. Структура слоя резко отличается от структуры основного металла: она пористая, имеет включения шлака и окислов, характеризуется слабой прочностью сцепления с основным металлом и частиц между собой. Однако при работе металлизированный слой хорошо противостоит всем видам статических нагрузок. Твердость и износостойкость металлизированного слоя на 30—40% выше этих показателей исходного материала. Повышению стойкости способствует свойство напыленного слоя впитывать масло (до 9% своего объема).

Ремонт металлизацией возможен только в том случае, если дефект детали не привел к снижению ее прочности. Его не рекомендуется применять для восстановления деталей, подверженных динамическим нагрузкам, так как напыленный металл весьма хрупок.

Плазменное напыление материалов

Плазменное напыление материалов (окиси алюминия, вольфрама, молибдена, ниобия, интерметаллоидов, силицидов, всевозможных карбидов, боридов и др.) производят как на металл, так и на керамику, пластмассы, стекло, дерево и т. п. Оно имеет ряд преимуществ по сравнению с защитными покрытиями других видов: сверхвысокие температуры плазмы позволяют расплавлять и наносить материалы, имеющие высокую температуру плавления; для образования плазмы можно использовать газы, не содержащие кислорода, что позволяет напылять материалы без окисления; высокая скорость потока газа позволяет увеличить плотность покрытия до 98% и получить прочное сцепление с основным металлом заготовки.

Восстановление деталей электролитическим покрытием.

Детали, поступающие в ремонт с износом, измеряемым десятими долями миллиметра, целесообразно восстанавливать электролитическим способом. Особенно эффективно применять этот способ для термически обработанных деталей.

Электролитическое покрытие наносят следующим образом. В ванну с электролитом опускают ремонтируемую деталь, к которой присоединен отрицательный полюс источника постоянного тока. Таким образом, деталь будет катодом. Опускаемый одновременно в ванну анод может быть из металла, которым покрывают восстанавливаемую деталь, либо из свинца. В качестве электролитов применяют растворы солей металлов, подлежащих осаждению. После включения электрического тока ионы металла и водорода, обладающие положительным зарядом, осаждаются на восстанавливаемой детали и, отдавая свой заряд, превращаются в нейтральные атомы. На аноде оседают ионы гидроксила или кислотного остатка.

Нанесение электролитических покрытий осуществляют в передвижных и стационарных ваннах. Передвижные, закрепляемые на детали ванны, применяют для покрытия шеек крупных валов и осей. Иногда сама деталь (например, полый цилиндр) может служить ванной для покрытия внутренних поверхностей.

Стационарные ванны изготовляют из листового железа толщиной 4—5 мм с двойными стенками для обогрева горячей водой или маслом. Внутри ванну выкладывают плитками из нерастворяющихся в электролите материалов. Глубину их рассчитывают так, чтобы детали находились на 80—100 мм выше дна и на 40—50 мм ниже верхнего уровня электролита.

Аноды выполняют чаще всего в форме пластин, а при покрытии фасонных деталей форма их близка к восстанавливаемой поверхности.

При ремонтах деталей применяют хромирование и осталивание, реже — никелирование и меднение.

Хромирование. Технологический процесс восстановления деталей хромированием заключается в следующем. Сначала устраняют шлифовкой искажения геометрической формы детали и полируют наждачным полотном 00 или 000 и промывают в бензине. Затем отверстия и участки детали, не подлежащие хромированию, закрывают пластиком, целлулоидом, винипластом или оргстеклом и деталь подвергают электролитическому обезжириванию в растворе 100 г едкого натра и 2—3 г жидкого стекла в 1 л воды. Анодом служит железная пластина, а катодом — сами детали. Процесс обезжиривания длится 5—6 мин при плотности тока 5—7 А/дм², напряжении 5—6 В и температуре 65—70°С. После этого детали промывают в горячей воде, затем для удаления тонкой пленки окислов промывают в течение 3—5 мин в 10%-ном растворе серной кислоты и сно-

ва в горячей воде.

Заключительной операцией по подготовке к хромированию является декапирование. Для этого деталь подвешивают в качестве анода в хромовой ванне и выдерживают 30—60 с при плотности тока 20—30 А/дм². При этом с поверхности детали удаляются следы окислов, обнажается кристаллическая структура основного металла и создается микроскопическая шероховатость. После декапирования детали снова промывают в проточной воде. Иногда для лучшего пристаивания хрома детали после декапирования протирают кашицей из извести.

Составы и назначения электролитов для хромирования приведены в табл. 13.

В процессе хромирования следят за концентрацией и температурой электролита. Концентрацию проверяют путем контроля его удельного веса ареометром. Отклонение допускается в пределах $\pm 10\%$. При понижении концентрации в электролит добавляют раствор хромового ангидрида.

Т а б л и ц у 13

Состав и назначение электролитов для хромирования

Электролит	Состав, г/л		Назначение покрытия
	CrO ₃	H ₂ SO ₄	
С низкой концентрацией хромового ангидрида	150	1,5	Износостойкое хромирование
С низкой концентрацией хромового ангидрида	200—250	2,0—2,5	Износостойкое и декоративное хромирование
С высокой концентрацией хромового ангидрида	300—400	1,5	Декоративное хромирование

Колебания температуры электролита допускаются в пределах $\pm 1,0\div 1,5^\circ\text{C}$ от установленной технологическим режимом. При больших плотностях тока (больших 1 А на 1 л электролита) необходимо обеспечивать достаточное охлаждение: в передвижных ваннах — проточной водой через рубашку, в случае ванны-детали — поливкой детали из шланга.

Источником тока при хромировании служат выпрямители или специальные низковольтные генераторы постоянного тока силой от 500 до 5000 А и напряжением 6—12 В.

Продолжительность процесса хромирования зависит от необходимой толщины слоя хрома. Обычно скорость осаждения составляет 0,015—0,03 мм/ч. После окончания процесса хромирования детали промывают водой и сушат.

Различают гладкое и пористое хромирование. Пористое хромирование отличается от гладкого наличием в нанесенном слое пор и каналов, которые хорошо удерживают масляную пленку. Для получения слоя пористого хрома деталь, покрытую слоем гладкого хрома, анодируют, т. е. в качестве анода помещают в ванну с электролитом при температуре 50—60 $^\circ\text{C}$. Плотность тока 35—60 А/дм². При этом в слое хрома развивается сетка точек и каналов и происходит некоторое уменьшение его толщины. Чем дольше длится анодирование, тем глубже и шире становятся каналы. После анодирования детали шлифуют.

Во время хромирования выделяются газы (водород на аноде, кислород на катоде), уносящие с собой электролит в виде тумана, очень вредного для здоровья человека. Поэтому в гальванических цехах устраивают вентиляцию, отсасывающую газы непосредственно с поверхности ванны. В передвижных ваннах поверхность электролита покрывают слоем очищенного керосина толщиной 15—20 мм.

Осталивание. Сущность осталивания заключается в электролитическом нанесении на рабочие поверхности деталей железного покрытия. Преимуществами процесса осталивания перед хромированием можно считать его экономичность (стоимость его в 2—3 раза ниже хромирования), возможность получения покрытий большой толщины (до 3 мм) и различной твердости, не дефицитность компонентов электролита. Однако такое покрытие не обладает антикоррозионными свойствами.

Операции по подготовке деталей к осталиванию такие же, как и при хромировании, но механическая обработка ограничивается обработкой резцом или шлифовкой. На прочность сцепления кроме шероховатости влияют также химический состав и термическая обработка основного металла.

Электролитическое осталивание производят в ваннах с электролитом, состоящим из 200—350 г/л двуххлористого железа, 100—150 г/л хлористого натрия и 1,5—2,5 г/л соляной кислоты. Плотность тока 10—15 А/дм², температура электролита 75—90 $^\circ\text{C}$.

В зависимости от состава электролита и режимов осталивания покрытия получают мяг-

кие (твердостью до НВ 200) и твердые — НВ 250—600. Мягкими покрытиями наращивают детали с высокой поверхностной твердостью и наружные поверхности бронзовых втулок при ослаблении посадок в отверстиях. Их можно использовать для повышения прочности сцепления баббита с чугунными вкладышами, изготовления биметаллических электродов и т. д.

Твердые покрытия применяют для наращивания до номинальных размеров изношенных валов, подшипников и других стальных и чугунных деталей.

Для устранения хрупкости, повышения твердости и прочности покрытия детали после осталивания рекомендуется подвергать низкому отпуску при температуре 300—350°С с выдержкой в течение 30 мин и охлаждением на воздухе.

При анодировании осталенных деталей на поверхности покрытия образуются поры, подобные порам электролитического хрома. Смачиваемость маслами такого слоя в 5 раз больше смачиваемости хрома и в 12 раз больше смачиваемости чугуна. Нарощенный слой обладает высокими антифрикционными свойствами и устойчивостью против схватывания.

Никелирование. Никелевые покрытия имеют некоторые отличия от хромовых: меньшую твердость, большую вязкость, сравнительно легко обрабатываются и допускают наращивание слоя до 2 мм. Коэффициенты линейного расширения никеля и стали близки между собой, в то время как у хрома они в несколько раз выше. При никелировании требуются источники постоянного тока в 3—4 раза меньшей мощности, чем при хромировании.

Электролиты применяют различных составов. Например, для получения твердых блестящих покрытий используют раствор 140 г/л серноокислого никеля и 300 г/л щавелекислого аммония. Скорость осаждения никеля в таком электролите 50—60 мкм/ч, а получаемые осадки имеют микротвердость НВ 550—650.

Для никелирования применяют аноды из технического никеля, содержащие до 10% железа, или из чистого никеля. Для улучшения растворимости чистого никеля в электролит добавляют хлористый никель, хлористые соли щелочных металлов или фториды.

Принципиально процесс никелирования не отличается от процессов хромирования и осталивания. Никелевое покрытие наносят непосредственно на металл детали и на подслоу, и качестве которого используют главным образом медь, нанесенную электролитическим способом.

Для повышения твердости и улучшения сцепляемости с основным металлом покрытие детали в течение часа подвергают термической обработке в муфельных печах при температуре 300—500°С. Это на 200—300 единиц увеличивает микро твердость покрытия и повышает коррозионную стойкость деталей.

Твердое никелирование применяют при восстановлении коленчатых валов, поршневых пальцев, гильз цилиндров, поршней гидравлических машин, направляющих втулок и т. п., а также при ремонте неподвижных, посадок. На такие детали можно осаждают слой никеля толщиной 0,75—1,25 мм.

Меднение применяют для улучшения притирки трущихся деталей, изоляции не подлежащих цементации поверхностей или нанесения подслоя на детали перед покрытием другими металлами. Процесс меднения состоит из операций аналогичных хромированию, осталиванию и никелированию. Его ведут с анодами из чистой меди в кислом, цианистом или пирофосфорном электролитах. Кислым электролитом является водный раствор сернокислой меди и серной кислоты, цианистым — преимущественно цианистая медь. Пирофосфорные электролиты состоят из пирофосфата натрия, фосфорно-кислого натрия и сернокислой меди. Меднение производят при температуре электролита 20—55°С.

Борирование заключается в образовании на поверхности стальных деталей боридов железа, а при наличии углерода — карбидов бора электролитическим способом. Электролитами служат различные растворы борной кислоты. В качестве анода применяют графитовый стержень, катодом служит борлируемая деталь. Плотность тока при борировании 0,20—0,25 А/дм². На физико-механические и эксплуатационные свойства поверхностного слоя оказывают влияние температура электролита, время выдержки и химический состав материала детали.

На низколегированных сталях при температуре до 950°С получают борированный слой толщиной около 0,3 мм. При дальнейшем повышении температуры толщина слоя увеличивается мало, но значительно возрастает его хрупкость. Наибольшую твердость имеет борированная поверхность деталей из стали марок 55С2А и 30ХГСА, несколько меньшую — из стали марок 12ХН2А и 12ХН3А, еще меньшую — из стали марок 40Х и 35.

В результате борирования повышается износостойкость поверхностей деталей в 3—4 раза

по сравнению с закаленными токами высокой частоты. Поэтому этим способом упрочняют детали машин, работающие в абразивной среде и при ударных нагрузках.

Химическое покрытие деталей никелем и хромом.

Процесс происходит при погружении восстанавливаемой детали в ванну с раствором, содержащим никель или хром, без пропуска тока. Температура раствора никеля 90—92°C, скорость осаждения 0,02 мм/ч. Подготовка поверхности такая же, как и при электролитических процессах. После химического никелирования необходима закалка при температуре 400—450°C.

Химическое покрытие никелем применяют для силуминовых корпусов гидравлических насосов, золотников и поршней гидравлических агрегатов из дюралюминия. Его рекомендуется использовать для защиты изделий, работающих в условиях среднего и повышенного коррозионного воздействия, вместо многослойных гальванических покрытий никель—хром и медь—никель—хром.

Химическое хромирование применяют для упрочнения деталей машин, режущего и измерительного инструмента и осуществляют только по слою никеля толщиной более 1 мкм.

Химическое покрытие выгодно тем, что не требует специального оборудования и позволяет покрывать различные металлы, алюминиевые сплавы, пластмассы и керамику.

Ремонт деталей полимерными материалами.

Использование полимеров при восстановлении деталей позволяет избежать сложных технологических процессов ремонта, таких, как сварка, наплавка или гальванические процессы. Основным полимерным материалом для ремонта деталей является синтетическая смола. Добавление к ней наполнителей, пластификаторов и отвердителей придает ей необходимые физико-механические свойства. Наполнители (цемент, мел, графит, порошки металлов, жидкое стекло) повышают твердость и прочность смолы, улучшают ее антифрикционные свойства. Пластификаторы придают ей эластичность и снижают вязкость, облегчая обработку. Отвердители способствуют переходу вязких смол в твердое состояние.

В ремонтном деле полимерные материалы применяют для заделки трещин, пробоин, вмятин, восстановления изношенных поверхностей, соединения отломанных частей деталей и т. д. Наиболее часто применяют склеивание и наращивание. Склеивание — это получение неразъемных соединений однородных или разнородных материалов с помощью тонкого клеевого слоя.

В зависимости от состава смолы клеи делят на фенольные, эпоксидные, резиновые и др. Фенольные клеи выпускаются промышленностью под марками БФ-2, БФ-4, ВС-10Т, ВС-350. Эпоксидные клеи готовят непосредственно на ремонтных предприятиях на основе эпоксидных смол ЭД-5 и ЭД-6. Резиновые клеи имеются промышленного изготовления (клей 88, ВДУ-3), но могут быть приготовлены на ремонтных предприятиях путем растворения сырой резины марки «Калоша» в бензине.

Для получения качественного клеевого соединения необходимо строго соблюдать технологические особенности применения клея, изложенные в инструкциях и технологических картах. Технология склеивания клеем любого типа включает подготовку поверхностей склеиваемых деталей, нанесение клея и формирование клеевого соединения. Подготовка поверхности заключается в очистке ее от грязи, зачистке шкуркой, напильником или шлифовальным кругом обезжиривании ацетоном, бензином или щелочным раствором.

Наносят клей на поверхность детали тонкими слоями. Количество слоев зависит от типа клея и назначения соединения.

Условия формирования клеевого соединения тоже зависят от типа клея и обычно предусматривают сжатие склеиваемых поверхностей (0,5—10 кгс/см²), нагрев до 120—200°C и выдержку при этой температуре в течение 0,5—3,0 ч.

Эпоксидные клеевые составы готовят следующим образом. Эпоксидную смолу подогревают до жидкотекучего состояния (50—60°C), добавляют в нее пластификатор и 3—5 мин перемешивают. Затем в состав вводят необходимые наполнители и вновь перемешивают его в течение 5—8 мин. Полученный состав может храниться длительное время, а перед склеиванием в него добавляют затвердитель и полностью расходуют в течение 20—30 мин.

Технология ремонта деталей эпоксидным клеем зависит от характера дефекта. При заделке трещины небольшой длины (до 20 мм) ее разделяют (концы трещины засверливают, а вдоль трещины снимают фаску), зачищают и обезжиривают, затем заполняют канавку клеевым составом и отверждают его. Для заделки трещины большой длины (до 150 мм и более) или пробоины (не

более 600 см²) используют заплаты из стеклоткани. Заплаты накладывают на слой клеевого состава и прикатывают роликом. Если толщина стенок детали превышает 4 мм, то вместо стеклоткани можно использовать металлические накладки, дополнительно закрепленные болтами.

Наращивание деталей осуществляют путем намазывания или напыления полимерных материалов на изношенные или поврежденные их поверхности. Вязкие составы (например, на основе эпоксидной смолы) намазывают на предварительно очищенную восстанавливаемую поверхность. Напылением наносят порошкообразные полимерные составы. Наиболее распространено газопламенное напыление с использованием горючего газа (ацетилена) и сжатого воздуха.

Восстановление деталей электрическими способами обработки металлов.

В ремонтном деле, получили применение следующие способы электрической обработки металлов: индукционный нагрев токами высокой частоты, анодно-механическая обработка, электроискровая обработка, электроискровое наращивание и упрочнение деталей.

Для индукционного нагрева применяют установки с машинными или ламповыми генераторами токов высокой частоты. Машинные генераторы дают частоту электрического тока до 10 000 Гц и используются для нагрева деталей при закалке на глубину до 2 мм, а ламповые — от 150 тыс. до 1 млн. Гц и используются при закалке на глубину более 2 мм. Регулируя частоту, мощность и время действия токов, можно получить прогрев детали на толщину от нескольких долей миллиметра до десятков миллиметров. Нагрев токами высокой частоты имеет широкое применение при закалке деталей, плавке металлов, нагреве дляковки, пайке твердыми припоями, наплавке твердыми сплавами и сварке.

Анодно-механическая обработка основана на съеме слоя металла за счет оплавления. Для этого деталь включают как анод, а катодом является вращающийся металлический диск. Подав напряжение и пропуская электролит (жидкое стекло) между анодом и катодом, доводят расстояние между ними до такой величины, при которой происходит электрический разряд, оплавливающий анод. Величина съема металла и чистота обработки зависят от режима работы. Основные параметры технологических режимов: рабочее напряжение 10—30 В, плотность тока 1—2 А/см² при доводочных работах и 300—400 А/см² при резке заготовок, окружная скорость вращающегося инструмента 8—20 м/с.

В ремонтном деле анодно-механическая обработка применяется для обработки хромированных и закаленных поверхностей, прорезки шпоночных канавок в стальных закаленных деталях, заточки режущих инструментов, оснащенных твердыми сплавами.

Электроискровая обработка. Этот способ основан на разрушении, оплавлении и частичном испарении металла детали в результате воздействия импульсного разряда.

Установка для электроискровой обработки металлов (рис. 24) состоит из источника постоянного тока напряжением 110—220 В, регулируемого сопротивления, конденсаторов с переключателем емкости, соленоида и измерительных приборов. Инструмент (катод) и изделие (анод) помещают в жидкость (керосин, трансформаторное масло) и включают в цепь колебательного контура, работающего в режиме искрового электрического разряда. Конденсаторы в процессе зарядки накапливают электрическую энергию, а затем расходуют ее при разрядке. Под действием искрового разряда частицы металла отрываются от изделия и отбрасываются в стороны. Наличие жидкой изоляционной среды не позволяет отрывающимся частицам оседать на катоде. Управление процессом заключается в поддержании необходимого пробивного расстояния между инструментом и изделием и осуществляется вручную или автоматически при помощи механического редуктора, соленоидного привода или специального реле.

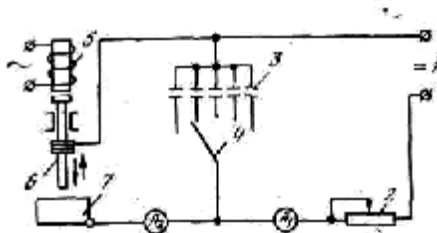


Рис. 24. Схема установки для электроискровой обработки металлов:

1 — источник постоянного тока; 2 — сопротивление; 3 — конденсаторы; 4 — переключатель емкости; 5 — соленоид; 6 — инструмент; 7 — изделие

В зависимости от величины разрядного тока I_p режимы электроискровой обработки делятся на три группы: жесткие — $I_p > 50$ А, средние — $I_p = 15—50$ А и мягкие — $I_p < 15$ А. Для обдирочных работ применяются жесткие режимы, для чистовых — средние и мягкие, для доводочных —

особо мягкие режимы.

Электроискровую обработку применяют для изготовления шпоночных канавок в закаленной детали, извлечения из деталей сломанных инструментов и шпилек, образования отверстий с криволинейными осями и переменного сечения, образования отверстий малого диаметра (менее 0,4 мм) и др.

Электроискровое наращивание деталей. Для восстановления изношенных деталей электроискровым наращиванием применяют конденсаторную установку (рис. 25). В данном случае электрод-инструмент является анодом, а восстанавливаемая деталь — катодом. Наращивание производится без применения рабочей жидкости. Выброшенный с анода металл осаждается на детали, образуя прочно сцепленный с нею слой.

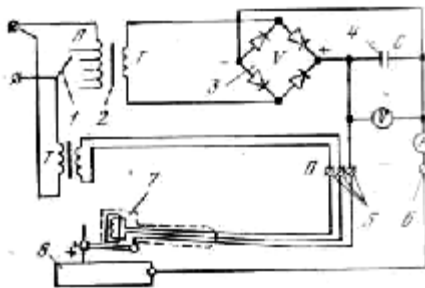


Рис. 25. Схема установки для электроискрового наращивания деталей:

1 — переключатель; 2 — трансформатор; 3 — выпрямитель; 4 — конденсатор; 5, 6 — разъемные соединения; 7 — электромагнитный вибратор; 8 — наращиваемая деталь

Толщина слоя составляет всего 0,07—0,3 мм, что не позволяет применять данный способ для восстановления деталей с большим износом. Этим способом можно восстанавливать детали гидродукторов, посадочные поверхности под подшипники качения на валах и в корпусных деталях. Применение способа значительно экономичнее наплавки или вставки дополнительных деталей-втулок.

Установки для электроискрового наращивания бывают переносные и стационарные. Переносные установки обычно малопродуктивны и дают низкое качество восстанавливаемой поверхности. Основной частью полуавтоматической установки является вибрирующая головка с электродом в виде тонкого, непрерывно вращающегося диска. В качестве электрода могут использоваться твердосплавные круги, перенос металла которых на деталь позволяет не только восстановить ее, но и в 2—3 раза повысить ее износостойкость.

§ 18. Ремонт деталей и узлов горных машин

Установленная многолетней практикой технология ремонта некоторых деталей и узлов горных машин имеет свои особенности, нарушение которых приводит к браку или понижению качества ремонта. Рассмотрим особенности технологических процессов ремонта наиболее специфичных и наиболее, ответственных деталей и узлов горных машин.

Ремонт осей и валов.

Валы и оси, имеющие трещины и следы деформаций от скручивания, подлежат замене. Вмятины, царапины, не превышающие 2% общей площади шейки вала, устраняются за счет шлифовки шеек. Овальность, конусность, задиры шеек вала можно устранить путем проточки их с последующей шлифовкой, если уменьшение размеров шеек не превышает 5% их первоначального диаметра. Обработанные шейки должны соответствовать определенному классу чистоты поверхности, а конусность и эллипсность их должны быть в пределах допуска. Подшипники для восстановленных валов подбирают в соответствии с новыми их размерами. Поломанную щеку коленчатого вала, работающего с низкой частотой вращения, можно отремонтировать с помощью банджа, насаживаемого на нее в горячем состоянии. Толщина банджа должна быть равна примерно половине диаметра шейки вала. Более целесообразно поломанную щеку срезать на токарном станке, изготовить отдельно щеку несколько большего размера и напрессовать ее в горячем состоянии на проточенные шейки вала.

В процессе ремонта вала или оси необходимо проверить их прямолинейность. Проверку производят с помощью индикаторов, установив вал в центрах токарного станка или уложив на призмы. Максимально допустимый изгиб вала или оси не должен превышать 0,3 мм на 1 м длины при частоте вращения вала менее 500 об/мин и 0,2 мм при более высокой частоте вращения. Прогиб вала или оси на всю длину допускается не свыше двойного допустимого изгиба на 1 м их дли-

ны. При отсутствии в валах и осях других браковочных дефектов их подвергают правке в холодном состоянии под прессом при изгибе до 0,008 длины вала, а при больших изгибах — правке с нагревом. Для этого вал (ось) укладывают в подшипники выпуклостью вверх и плотно обкладывают асбестом, оставляя в районе наибольшей кривизны окно длиной 1,2 и шириной 0,3 диаметра вала. Участок вала в окне равномерно и быстро нагревают газовой горелкой до 550°C, а затем закрывают на 15 мин асбестом. Нагрев повторяют несколько раз до полного выправления вала. Затем вал подвергают отжигу путем нагрева до 200°C и выдержке при этой температуре в течение 1 ч, изолируют асбестом и охлаждают сжатым воздухом до 50°C, при этом вал должен вращаться непрерывно со скоростью 20—30 об/мин.

При восстановлении геометрических форм шеек валов и осей электросваркой часто снижается прочность основного металла за местом заварки, что нередко приводит к поломке. Этот недостаток электронаплавки может быть уменьшен, если деталь после наплавки подвергнуть отжигу при температуре 600—650°C с последующим медленным охлаждением до температуры атмосферного воздуха.

Ремонт деталей зубчатых и цепных передач.

Стальные шестерни, шкивы, звездочки с лопнувшими спицами и ободом ремонтируют с помощью электросварки, для чего предварительно снимают фаски по кромкам трещины, а обод стягивают до получения первоначальной формы детали. После этого подогревают кромки детали для удаления смазки и сваривают. Заварка лопнувших спиц в шкивах разрешается только в том случае, если они чередуются с неповрежденными спицами.

Ремонт сквозных трещин в ободе и ступице чугунных зубчатых колес и звездочек производят с помощью накладок и колец. Для этого по обе стороны трещины обода и в накладках сверлят отверстия так, чтобы расстояния между отверстиями в накладках было меньше, чем в ободе, на величину теплового удлинения нагретой до 300°C накладки. Нагретые накладки укладывают на трещину обода так, чтобы отверстия в них совпали, а затем вставляют в них стальные стержни. После остывания накладки стягивают обод.

Изношенные зубья стальных зубчатых колес и звездочек восстанавливают наплавкой каждого зуба в отдельности.

Чугунные зубчатые колеса при износе толщины зуба более чем на 20% или при поломке подряд двух зубьев не восстанавливают. Сломанные единичные зубья можно восстановить. Для этого зуб зашлифовывают под корень, затем сверлят несколько отверстий, в которых нарезают резьбу и ввертывают стальные шпильки, обваривая их до соединения шпилек вместе. После этого форму зуба восстанавливают путем опилования по шаблону. При износе всех зубьев колеса до предельного состояния его заменяют новым. Если же зубья колеса имеют износы, не выходящие за допустимые пределы, то его можно пустить в дальнейшую работу, удалив все заусенцы напильником.

Неисправные детали цепей обычно не восстанавливают, а заменяют новыми.

Ремонт резьбовых, шпоночных и шлицевых соединений.

Детали горных машин, имеющие изношенную, забитую или сорванную резьбу (более 2 ниток), применять нельзя. Резьбу с допустимыми повреждениями исправляют резьбонарезным инструментом. Резьбу в отверстиях можно восстановить одним из следующих способов.

В торцах валов, крышек, стаканов и других подобных деталей можно сверлить и нарезать другие резьбовые отверстия, смещенные по отношению к существующим, при условии сохранения взаимозаменяемости узлов и деталей. При этом поврежденные резьбовые отверстия необходимо заглушить.

Поврежденные резьбовые отверстия при необходимости заваривают электросваркой, после чего сверлят новое отверстие и нарезают резьбу.

В местах, где нагрев детали при заварке отверстий может вызвать нарушение посадочных размеров или снижение твердости детали, резьбовые отверстия восстанавливают путем установки резьбовых заглушек и сверления отверстия меньшего диаметра или же посредством увеличения диаметра резьбового отверстия.

Неисправности в шпоночных и шлицевых соединениях возникают в тех случаях, когда узлы собирают из деталей с неисправными шпоночными канавками и шлицами (имеются износы боковых поверхностей, забоины и заусенцы). Изношенные по ширине до 5% шпоночные пазы можно применять для сборки при условии исправления их формы и изготовления переходной шпонки с соблюдением характера посадки, указанного на чертеже машины. Разработанные шпо-

ночные пазы с износом свыше 5% можно исправлять сваркой с последующим фрезерованием или же путем фрезерования паза на новом месте.

Изношенные шлицы валов и ступиц необходимо восстановить. Допустимая к сборке величина износа шлицев не должна быть выше предусмотренной браковочными картами. Шлицы с большим износом по ширине восстанавливают наплавкой с последующей механической обработкой.

Во избежание перегрева и появления коробления детали наплавку шлицев ведут в определенном порядке. Вначале заправляют впадины шлицев поочередно по одной с диаметрально противоположных сторон, а затем накладывают таким же способом слой металла на поверхности выступов. Перед наплавкой каждого последующего слоя с валиков удаляют шлак.

Восстановление подшипниковых узлов.

Ремонт подшипников качения производят только на специализированных заводах, оснащенных соответствующим оборудованием. Все предприятие горной промышленности обязаны собирать изношенные подшипники качения и передавать соответствующим заводам для восстановления.

Необходимость ремонта подшипника скольжения устанавливают путем замера зазоров с помощью щупов или свинцовой проволоки. Свинцовую проволоку укладывают на цапфу вала и в разъемы вкладышей. После обжатия вкладышей крышкой подшипника измеряют микрометром полученные свинцовые оттиски. Разница между толщиной оттиска, полученного между цапфой вала и крышкой подшипника, и полусуммой оттисков в разьемах вкладышей указывает на величину диаметрального зазора. После этого подшипник разбирают и осматривают поверхности скольжения и масляные канавки.

Восстановление зазора между цапфой и чугунной или бронзовой втулкой подшипника производят чаще всего посредством металлизации напылением. Иногда износ чугунных втулок устраняют путем их расточки и запрессовки дополнительной втулки, а износ бронзовых втулок на 1% нормального их диаметра компенсируют путем равномерной осадки между верхней и нижней обжимками под прессом вокруг стержня необходимого диаметра.

При обнаружении в баббитовой заливке вкладыша или втулки коротких трещин, отслаиваний (до 10% площади скольжения) или при наличии неглубоких раковин поврежденные участки зачищают, смазывают соляной кислотой и глубоко пропаявают баббитом той же марки. Если в баббитовой заливке величина повреждений превышает указанную или толщина оставшегося слоя баббита составляет менее 40% первоначальной размера, а также если зазор между цапфой и вкладышами превышает установленную величину, то заливку втулок или вкладышей баббитом производят вновь.

Перед заливкой подшипники полностью освобождают от старого баббита путем выплавления при нагревании вкладышей со стороны спинки пламенем паяльной лампы или опусканием в ванну с расплавленным баббитом. Затем очищают поверхность вкладыша от грязи и масла стальной щеткой с последующим травлением его в 10—15%-ном растворе серной или соляной кислоты в течение 5—10 мин, промывают горячей водой и обезжиривают в течение 5—10 мин в кипящем 10%-ном растворе кальцинированной соды и вновь промывают в горячей воде при температуре 75—90° С и просушивают.

Вкладыши под заливку баббитами на оловянной основе (Б-89, БН) предварительно лудят. Лужение осуществляют следующим образом. Очищенную поверхность вкладыша смачивают флюсом (насыщенный раствор цинковой стружки в соляной кислоте с 5%-ным нашатырем), нагревая пламенем паяльной лампы до 250°С, посыпают нашатырем и, набирая палочкой третника (33% олова и 67% свинца), натирают им поверхность вкладыша. Луженую поверхность необходимо предохранять от загрязнения пылью и маслом и не трогать руками.

Чугунные вкладыши перед лужением обезуглероживают путем нагревания до 500—550°С в течение 5—6 ч в присутствии окислителей (перекиси марганца и красной окиси железа), затем травят в кислоте, смачивают флюсом и лудят сплавом, состоящим из 4% сурьмы, 5% олова и 91% свинца.

Заливку вкладышей подшипников для валов диаметром 150 мм и более рекомендуется производить в горизонтальном положении по половинкам, а при меньших диаметрах — в вертикальном положении в собранном виде. Заливку производят центробежным способом, а при наличии менее 20 одинаковых подшипников можно применять ручную заливку.

При центробежном способе заливки луженый подшипник в собранном виде закрепляют на

шпинделе токарного или специального заливного станка между двумя фланцами с выточками, нагревают до 250°C (полуда начнет плавиться) и при непрерывном вращении заливают расплавленным баббитом. Если толщина слоя баббита составляет меньше 10% внутреннего диаметра подшипника, то частота его вращения (об/мин)

$$n = \frac{k}{\sqrt{r}}$$

где $k = 1400—1800$ — для оловянистых баббитов и $1700—1900$ — для свинцовистых; r — внутренний радиус подшипника, см.

При большей частоте вращения наступает расслоение сплава: Вращение подшипника не прекращают до полного застывания баббита. Чистый звонкий звук, издаваемый вкладышем при ударе металлическим предметом, характеризует хорошую заливку. Блестящая поверхность с цветами побежалости — признак недоброкачественной заливки. В этом случае вкладыш следует залить вновь.

Ремонт цилиндров и поршней.

Искажение формы поверхностей цилиндров устраняют растачиванием или шлифованием на специальных станках. В шахтных мастерских цилиндры малых диаметров иногда шлифуют на сверлильных станках при помощи специальных приспособлений с карборундовыми брусками. Если в результате исправления диаметр цилиндра увеличился более чем на 2 мм, для него изготавливают новый поршень. Ремонтный размер выполняют по третьему классу точности.

Растачивание цилиндров можно производить много раз. После нескольких расточек, когда диаметр увеличивается на значительную величину, цилиндры гильзуют. Гильзование заключается в восстановлении их первоначальных внутренних диаметров за счет установки втулок — гильз. Окончательное растачивание гильзы производят после установки ее в цилиндре.

Наружную поверхность гильзы и расточку цилиндра под нее выполняют ступенчатыми, чтобы они сопрягались по напряженной посадке в двух-трех местах, что сокращает объем работ, позволяет гильзе перемещаться в осевом направлении в результате теплового удлинения и достаточно хорошо сохраняет соосность обеих деталей. При отсутствии прессы запрессовку гильз производят гидравлическими приспособлениями (рис. 26). Поршни чаще всего ремонтируют вследствие выработки канавок для колец. Разработанные канавки протачивают и ставят в них новые кольца увеличенной ширины. Контроль проточки производят тем же поршневым кольцом или шаблоном.

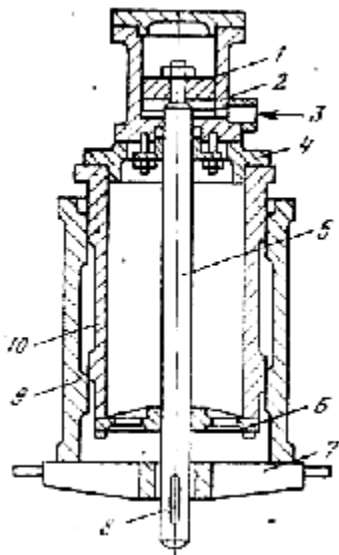


Рис. 26. Приспособление для запрессовки гильзы в цилиндр:

1 — поршень; 2 — гидравлический цилиндр; 3 — штуцер для подачи масла; 4 — сменный диск; 5 — шток; 6 — направляющая крестовина; 7 — траверса; 8 — клин; 9, 10 — соединяемые цилиндр и гильза

При обнаружении на поршне задиров, рисок и т. п. его шлифуют, полученный несколько увеличенный зазор между поршнем и цилиндром компенсируют поршневыми кольцами. Однако большие зазоры (свыше 0,005 диаметра) не допускают, так как это приводит к понижению к.п.д. машины. Поэтому поршни с глубокими задирками и трещинами бракуют.

Устранение неисправностей муфт.

В горных машинах наибольшее распространение получили цепные, зубчатые, кулачковые

и многодисковые фрикционные муфты.

Цепные муфты применяют для соединения валов двигателем с редукторами комбайнов, скребковых конвейеров и других горных машин. Основными неисправностями их является износ зубьев, посадочных поверхностей и шпоночных пазов звездочек, износ или разрыв цепей. Цепные муфты ремонтируют теми же способами, которыми восстанавливают цепные передачи.

В зубчатых муфтах, служащих для постоянного соединения валов, неисправности такие же, как и в зубчатых колесах, по этому ремонтируют их аналогично. В управляемых зубчатых муфтах за счет трения сухариков изнашиваются канавки ступиц. Их восстанавливают путем проточки и установки сухариков увеличенных размеров или наплавляют канавки электросваркой, а затем растачивают до требуемых размеров.

У кулачковых муфт изнашиваются рабочие поверхности кулачков и шлицевых пазов. Ремонт их заключается в наплавке изношенных поверхностей и обработке до номинальных размеров. При этом должны строго выдерживаться размеры кулачков и расстояние между ними, а также параллельность рабочих плоскостей.

Многодисковые фрикционные муфты выходят из строя главным образом из-за задиров, заданий и чрезмерно больших износов дисков. Во всех перечисленных случаях на неисправных дисках заменяют фрикционные накладки. Деформированные прижимные и упорные диски протачивают или заменяют новыми.

Ремонт пружин и рессор.

Основными неисправностями пружин и рессор являются поломка и потеря упругости, а также износ в рессорах втулок коренных листов.

Спиральную цилиндрическую пружину, утратившую упругость, растягивают в холодном состоянии до первоначальной длины и нагревом снимают внутренние напряжения. После остывания испытывают, устанавливая соответствие между полученной и требуемой ее характеристикой.

Рессоры, подлежащие ремонту, разбирают, очищают от грязи, смазки и сортируют по годности. Листы, не имеющие повреждений, но утратившие форму, отжигают, гнут по шаблону, а затем подвергают закалке и отпуску. Твердость восстановленных листов должна быть такой же, как и новых.

Поломанные листы чаще всего заменяют новыми, а в отдельных случаях их можно соединять контактной сваркой. Сваренный лист подвергают отжигу, изгибают до требуемой формы, подвергают закалке и отпуску. Температура нагрева для закалки различных сталей изменяется в пределах 830—860°C, охлаждают в масле. Детали, изготовленные из стали марки 65Г и 55ГС, при закалке охлаждают на воздухе. После закалки производят отпуск при температуре 380—510°C и охлаждают в воде.

Изношенные втулки коренных листов рессор заменяют.

Ремонт деталей гидравлических устройств.

В связи с высокой чистотой обработки деталей гидроаппаратуры ремонтировать и разбирать ее в шахтных или карьерных условиях недопустимо. Ремонт производят обычно на заводах или в хорошо оборудованных мастерских.

Ремонт насосов и гидромоторов в шахтных мастерских сводится к замене износившихся деталей запасными, так как в связи с высокой точностью и чистотой рабочих поверхностей эти детали не восстанавливают.

Отверстия в роторе, имеющие выработку, исправляют притиркой до нового ремонтного размера; овальность и конусность отверстия допускается не более 0,01 мм. Поршни шлифуют и притирают по фактическому размеру отверстия с зазором 0,015—0,020 мм. Овальность и конусность поршней должна быть не более 0,005 мм.

При ремонте силовых гидроцилиндров наиболее трудоемкой операцией является ремонт гильзы. Его осуществляют черновой и чистовой расточкой и доводкой внутренней поверхности шлифованием, хонингованием или раскаткой. Самым совершенным способом доводки является раскатка, которая позволяет получать поверхности правильной геометрической формы, и исправлять отклонения, полученные при предварительной механической обработке. Чистота поверхности после раскатки достигает R_a 0,16.

Детали контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры подвергают замене. Золотники с небольшим износом по наружной поверхности сначала шлифуют до выведения следов износа, затем хромируют и снова шлифуют до необходимого размера. Малоизношенную ко-

нусную поверхность клапана восстанавливают также шлифовкой. Чистота поверхности должна соответствовать $R_a 0,32$, а биение должно быть не более $0,01$ мм.

Ремонт корпусных деталей чаще всего сводится к восстановлению отверстий под золотники. При задирах поверхностей отверстий на глубину более $0,5$ мм корпуса выбраковывают, а при износе на глубину $0,2—0,3$ мм их растачивают, шлифуют или развертывают. Точности геометрической формы и шероховатости порядка $R_a 0,16$ добиваются притиркой.

Элементы фильтра промывают в горячем растворе ОМП-51, а затем в дизельном топливе или керосине и продувают сжатым воздухом. Поврежденные места сетки восстанавливают пайкой.

Во время снятия и установки деталей соблюдают меры предосторожности от загрязнения гидросистем. Отремонтированные узлы гидравлических устройств обязательно подвергают испытаниям.

Ремонт металлоконструкций.

Основными повреждениями металлических конструкций (рам электровозов, вагонеток, конвейеров и др.) являются изгибы или скручивание элементов, изломы и трещины в деталях, ослабление заклепочных и болтовых соединений, понижение жесткости из-за коррозии.

Изгибы рам исправляют правкой с подогревом. Правка производится под прессом или наложением груза на нагретое место при соответствующем расположении опор. Скручивание устраняют при помощи вилочных рычагов.

Места трещин и излома очищают и разделяют фаски пол сварку. Перед началом сварки проверяют оси симметрии рамы и расстояние между осями подшипников. Сварку производят последовательными участками, обеспечивающими более равномерный прогрев металла. Стык усиливают накладками.

Ослабленные заклепочные соединения переклепывают. Качество клепки проверяют щупом, остукиванием головок молотком и внешним осмотром.

Элементы металлоконструкций, жесткость которых сильно понижена из-за коррозии, обязательно заменяют. Для ответственных металлоконструкций обязательен расчет прочности стыков вновь привариваемых элементов.

§ 19. Балансировка деталей и узлов после ремонта

В результате ремонта вращающихся деталей и узлов центр тяжести их может быть смещен относительно оси вращения. К этому может привести эксцентричность вновь установленной в узел детали, несимметричная наплавка металла при сварке, наличие в одной стороне детали раковин или шлаковых включений, а также изгиб вала, неравномерный износ деталей во время работы или смещение недостаточно жестко закрепленных вращающихся частей и т. п. При вращении эксцентричных масс появляются центробежные силы.

Различают три случая неуравновешенности вращающихся элементов машин.

1. Неуравновешенные массы можно привести к одной массе, а появляющиеся при вращении тела центробежные силы — к одной центробежной силе. Такая неуравновешенность может быть в деталях, имеющих сравнительно большой диаметр и незначительную длину, например маховики, шкивы и т. п. Ее можно обнаружить, не приводя деталь во вращение, а поэтому она называется статической неуравновешенностью.

2. Центробежные силы можно привести к паре сил, создающих изгибающий момент. Такое явление наблюдается в том случае, если в плоскости, проходящей через ось вращения, возникли две противоположно направленные центробежные силы, приложенные в различных точках по длине оси.

3. Неуравновешенные массы создают во вращающейся детали перекрещивающиеся силы, лежащие в произвольно выбранных осевых плоскостях (так называемый силовой крест).

Последние два случая встречаются при вращении только длинных деталей. Они обнаруживаются только в процессе вращения и поэтому относятся к динамической неуравновешенности.

Неуравновешенность узла приводит к перегрузке подшипников, что вызывает их нагревание и ускоренный износ. Кроме того, динамическая неуравновешенность может привести к изгибу вращающейся детали, вызывает колебания всей машины и фундамента, расшатывает соединения, что может вызвать аварию. О величине и вредном влиянии неуравновешенных сил можно судить по тому, что центробежная сила, вызываемая массой 20 г, помещенной на расстоянии $0,5$ м от оси вращения, при частоте вращения 3000 об/мин вызывает в детали неуравновешенную центробеж-

ную силу, равную 100 кгс, а при 8000 об/мин — 700 кгс.

Совокупность мероприятий по уменьшению вредного влияния неуравновешенных сил до допустимого предела называют балансировкой. Балансировку различают статическую, при которой ликвидируют неуравновешенность масс относительно оси вращения детали, и динамическую, при которой выравнивают неправильное расположение масс вдоль оси детали.

Статическая балансировка применяется для уравнивания узких дисков, зубчатых колес, шкивов, рабочих колес центробежных насосов и других тел, у которых диаметр в несколько раз больше ширины детали. При этом опытным путем определяют наиболее тяжелую часть детали или узла и искусственно облегчают эту часть путем снятия части металла или добавления его на противоположной части.

Статическую балансировку осуществляют на призмах, роликах или на весах. При балансировке на призмах деталь насаживают на точно изготовленную оправку или вал, на котором она будет установлена в узле, и устанавливают на горизонтально расположенные стальные призмы (рис. 27, а). Длина призм должна позволять балансируемому узлу при перекачивании по ним сделать полтора-два оборота. Ширина призмы зависит от массы балансируемого узла: при массе до 1 т — 3—5 мм, при массе от 1 до 3 т — 5—6 мм, при массе 3—5 т — 6—8 мм. Призмы устанавливают по уровню с точностью 0,02 мм на 1 м длины. Непараллельность допускается не более 1 мм на 1000 мм длины.

Из-за наличия трения, инерции и невозможности балансировки детали с различными диаметрами цапф в ряде случаев более удобно производить балансировку на роликах (рис. 27, б).

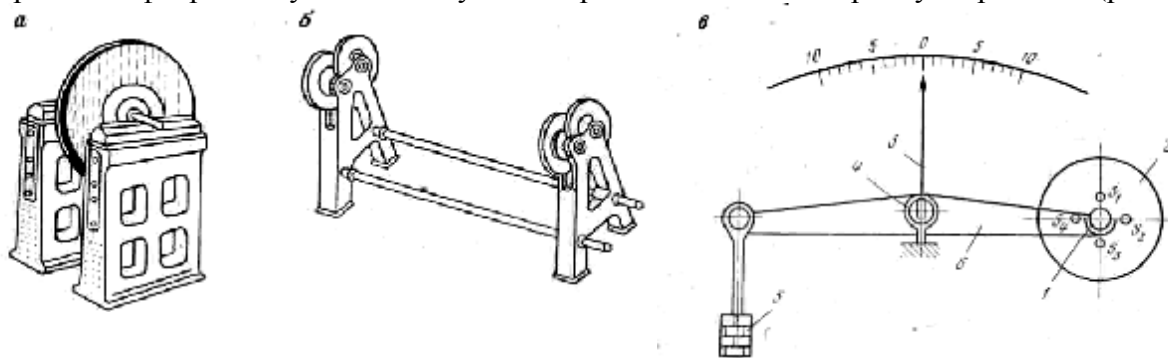


Рис. 27. Устройство для статической балансировки деталей:

а — призмы; б — ролики; в — весы; 1 — подшипники; 2 — деталь; 3 — стрелка; 4 — ось; 5 — гири; 6 — коромысло

Балансировочные весы являются более совершенным устройством для статической балансировки, так как они указывают не только положение неуравновешенности, но и количество смещенной массы. В открытые подшипники коромысла весов (рис. 27, в) устанавливают деталь, закрепленную на своем валу или оправке, и уравнивают гири. Если центр тяжести детали совпадает с осью вращения, то при проворачивании ее стрелка весов отклоняться не будет. В том случае, если центр тяжести детали смещен, то при удалении его от оси коромысла в результате вращения (с точки S_1 или S_3 в точку S_2) стрелка весов будет отклоняться вправо, указывая на величину дебаланса, а при приближении (в точку S_4) — влево.

Динамическая балансировка. Неуравновешенные массы длинных деталей, расположенных в разных точках по длине, в неподвижном состоянии могут уравнивать друг друга, поэтому обнаружить динамическую неуравновешенность статической балансировкой, как правило, не удастся. Если же такое неуравновешенное тело привести во вращение, то в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения и проходящих через точки расположения неуравновешенных масс, возникнут неуравновешенные центробежные силы. Для уравнивания таких сил применяют специальные установки для динамической балансировки. В большинстве балансировочных установок для регистрации и установления места расположения центробежных сил используется колебание гибких опор. Для этого опору 1 (рис. 28) уравниваемого тела делают подвижной, а, противоположную опору 2 закрепляют. Колебание вращающегося тела, в таких условиях вызывает только сила P , действие же силы Q нейтрализуется. Балансировка свободной стороны тела заключается в уравнивании силы P путем приложения уравнивающего груза. После уравнивания одной стороны детали закрепляют опору 1, а опору 2 освобождают и находят для другой стороны величину и место приложения уравнивающего груза.

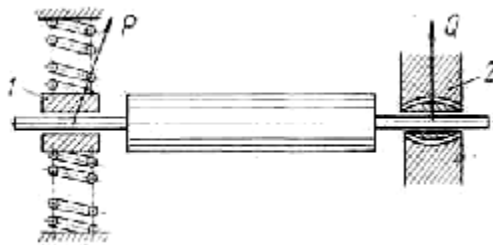


Рис. 28. Схема сил, действующих на тело при динамической балансировке

Балансирование производят каждого узла отдельно или машины в целом. Второй метод более простой и менее трудоемкий: при нем неуравновешенность отдельных узлов после их соединения через муфты взаимно исключается. Однако при замене одного узла вся балансировка машины нарушается, что является крупным его недостатком.

Качество балансировки определяется величиной вибрации и шума работающей машины.

§ 20. Сборка машин

Одно из основных мест в процессе ремонта машин занимают работы по сборке и выверке ее узлов. Технологическим процессом сборки называют комплекс слесарных работ, которые приводят к получению готовой машины из отдельных узлов и деталей. Сборочным работам уделяют особенно большое внимание, так как при недостаточно точном соединении деталей машина не будет надежно работать.

Перед сборкой машины производят комплектование ее деталями. Оно заключается в подборе деталей по наименованиям, количеству, а особенно ответственные детали, кроме того, подбирают по размерам и массе. Например, поршни, подбирают по размерам и массе, шатуны — по массе. Подбор деталей начинают с основной базовой детали, после чего подбирают другие сопрягаемые с ней детали.

Различают три вида сборки: по принципу полной взаимозаменяемости, частичной взаимозаменяемости и индивидуальной пригонки детали по месту. Выбор вида сборки зависит от количества ремонтируемых однотипных машин, принятой системы ремонта, технологической оснастки процесса и квалификации ремонтных рабочих.

При полной взаимозаменяемости готовые детали подают на сборочные конвейеры и устанавливают на свои места без какой-либо пригонки. Для обеспечения полной взаимозаменяемости необходимы совершенные методы обработки деталей, наличие большого числа точных приспособлений, инструментов и контрольно-измерительных приборов, что в условиях ремонтных мастерских не всегда может быть обеспечено.

В процессе сборки по принципу частичной взаимозаменяемости допускается применение регулируемых компенсаторов (прокладок, шайб, стяжек и т. п.) и частичный подбор сопрягаемых деталей.

Сборка с применением пригонки деталей по месту заключается в изменении посадочных размеров одной из деталей. Необходимую точность сборки при этом получают путем снятия с поверхности одной из деталей дополнительного слоя материала. Наиболее распространенные приемы пригонки — опилование, зачистка, шабрение, притирка и полирование.

Опиливанью подвергают корпуса редукторов и подшипников, разъемные поверхности крышек, заглушек, шпонок и других деталей. При этом не только устраняют неровности поверхностей, но и добиваются необходимой посадки или плотности соединения.

Различают грубое и тонкое опилование. Грубое опилование осуществляют драчёвыми напильниками, тонкое — личными и бархатными напильниками либо надфилями. Для обработки мягких металлов (баббита, свинца и т. п.) применяют напильники с простой (одинарной) насечкой, для остальных металлов — с перекрестной. Поперечное сечение напильника (круглое, квадратное, треугольное и др.) выбирают в зависимости от формы изделия, подлежащего опиловке.

При опиливании нескольких плоскостей детали сначала опиляют одну плоскость, затем, прикладывая к ней угольник для проверки угла, опиляют вторую и третью плоскости. Для получения ровной поверхности перекрещивают направление движения напильника и периодически проверяют пропиливаемую поверхность линейкой, прикладывая ее в разных направлениях. Толщина снимаемого металла при опиливании составляет обычно 0,05—0,5 мм, но не более 3 мм, точность обработки должна быть $\pm (0,02 \div 0,05)$ мм. Для механизации работ по опиливанию применяют стационарные и передвижные установки с абразивными кругами. Для обеспечения чистоты обработки опиленную деталь зачищают личными напильниками с мелом, шкуркой, шлифовальными кругами различных марок. Поверхности вкладышей подшипников, гнезда и поверхности

клапанов, поверхности станин и некоторые плоскости разъема подвергают шабрению.

Шабрение заключается в снятии тонкого слоя металла с участков, которые при пробе на краску соприкоснулись с поверхностью подгоняемой детали. Инструменты для шабрения (шаберы) изготовляют из использованных напильников или в виде резцов со вставными пластинками твердых сплавов. Для обработки плоских поверхностей применяют плоские шаберы, а для внутренних цилиндрических поверхностей — треугольные. Краска для шабрения готовится в виде смеси машинного масла с порошком глазури или сажи.

Для получения высокой точности и чистоты поверхности применяют притирку. Она применяется для пригонки деталей кранов, клапанов, золотников, пробок и др. Процесс притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении с обрабатываемых поверхностей частиц металла с помощью смеси притирочных порошков и смазочно-охлаждающих жидкостей. В качестве порошков применяют естественный и искусственный карборунд, мелкий наждак, толченное стекло и другие абразивные материалы. Для получения особенно высокой чистоты применяют пасту ГОИ. В качестве смазывающе-охлаждающих жидкостей для стальных и медносплавных деталей применяют машинное масло, для чугуновых — керосин.

Для окончательной декоративной отделки втулок, рукояток маховичков и других деталей, а также для повышения чистоты поверхности шеек валов применяют полирование. Его ведут быстро вращающимися кругами из войлока, фетра, полотна или бязи с нанесенной на их поверхность мастикой из вяжущего вещества (смесь парафина, вазелина и керосина) и полировального порошка (окиси алюминия, железа и хрома). В труднодоступных местах сначала полируют грубыми, затем тонкими сортами наждачной бумаги. Отполированную поверхность протирают сукном, обмывают чистым бензином и обдувают сжатым воздухом. Для тонкого полирования применяют колодки из дерева, меди или чугуна с нанесенной пастой. Окончательно отделывают поверхности вяжущим веществом без шлифовального порошка. Шейки валов полируют деревянными жимками, в которые последовательно закладывают полосы кожи, сукна, замши и резины, покрытые мастикой в смеси с тонким полировальным порошком.

В единичном и мелкосерийном производствах сборку машин производят из деталей или предварительно собранных узлов на неподвижном рабочем месте. Сборка из деталей обходится дороже, так как требует высокой квалификации слесарей-сборщиков. Узловая сборка позволяет достигнуть некоторого повышения производительности труда.

В крупносерийном и массовом производствах применяют поточный метод подвижной или стационарной сборки. При подвижной поточной сборке изделия перемещаются конвейером непрерывно. Для сборки сложных машин применяют несколько конвейеров, из которых один служит для общей сборки, а остальные — для узловой.

Стационарную поточную сборку применяют при ремонте крупных машин, перемещение которых затруднительно. При этом изделие устанавливают на неподвижном стенде, а каждая бригада рабочих, выполнив определенную операцию, переходит к следующему стенду и выполняет ту же операцию изделием.

Сборочные участки оборудуют стеллажами для установки собираемых изделий, слесарными верстаками с тисками, гидравлическими и ручными прессами, ваннами для подогрева подшипников качения и подъемно-транспортными средствами. Слесарей-сборщиков снабжают полными комплектами слесарно-монтажного и специального инструмента (электрические гайковерты, динамометрические ключи, электрошпильковерты и др.).

В вопросах повышения качества ремонтов особо важное значение имеет технический контроль. Детали на сборку подаются очищенными от загрязнений и коррозии и обязательно с клеймом ОТК. Изделия с других заводов также должны иметь документацию, подтверждающую их пригодность. Качество сборки контролируют работники ОТК. Они следят за соответствием порядка сборки утвержденному технологическому процессу, исправностью используемого инструмента и сборочных приспособлений. Они не допускают применения компенсирующих деталей, не предусмотренных чертежами или техническими условиями, наклепывания, подкерновывания и других способов поднятия поверхностей.

В собранных узлах контролеры ОТК проверяют: характер посадок, полученных при сборке деталей; качество взаимного прилегания уплотнений и фланцев; зазоры в зубчатых зацеплениях и пятна касания на зубьях сопряженных шестерен; правильность взаимодействия деталей и т. д. На узлах, не имеющих отклонений от заданных требований, контролер ставит клеймо, подтверждающее их годность к установке на машину.

§ 21. Особенности сборки узлов

Сборка резьбовых соединений. Подлежащие сборке резьбовые соединения очищают от грязи, устраняют заусенцы и смазывают солидолом. Болты, шпильки и гайки не должны иметь трещин, надломов и сорванных ниток резьбы. Установку болта в отверстие производят от руки или при помощи легких ударов молотка. Плотность посадки шпильки должна быть достаточной, чтобы при свинчивании даже туго посаженной гайки она не вывинчивалась. При этом выдерживают перпендикулярность шпильки к поверхности детали и заданную ее высоту. Контроль установки шпильки осуществляют прикладыванием угольника с миллиметровыми делениями. Для закручивания гаек и болтов применяют стандартные гаечные ключи. Навинчивание больших количеств гаек производят электрическими или пневматическими ключами. При сборке металлоконструкций затяжку болтов удобнее производить специальными сборочными ключами с удлиненной рукояткой, заканчивающейся конусной оправкой. С помощью этой оправки производят центровку отверстий для болтов.

При многоболтовом соединении необходимо обеспечить равномерность затяжки всех гаек. В противном случае при динамических нагрузках на более затянутых гайках может сорваться резьба и плотность болтового соединения будет нарушена. Гайки следует затягивать крест на крест. Затягивание их подряд может привести к короблению детали. Все гайки сначала затягивают на половину затяжки, а затем в том же порядке на полную. Стержень болта должен выступать из затянутой гайки на две-три нитки резьбы. Зазор в замке пружинной шайбы должен быть не более 0,1 диаметра резьбы, а сама шайба должна прилегать к гайке и детали по всей окружности. Точечные болты, воспринимающие поперечные нагрузки, вставляют в отверстия с натягом до 0,03 мм.

Гайки резьбовых соединений, подверженные вибрационным нагрузкам, снабжают стопорными устройствами от самопроизвольного отвинчивания. Стопорение производят контргайками, пружинными и фигурными шайбами, шплинтами. Болты на корпусах машин и крышках часто стопорят мягкой проволокой, пропущенной через отверстия, просверленные в головках болтов. Проволоку натягивают в том же направлении, в каком затягивались болты.

Сборка шпоночных и шлицевых соединений. Детали, передающие крутящие моменты, соединяются шпонками (ременные шкивы, зубчатые колеса, приводные рычаги с валами и др.). Шпоночные соединения образуют с помощью призматических, клиновых, сегментных или тангенциальных шпонок. Перед сборкой проверяют поверхности собираемых деталей и устраняют забоины, заусенцы, задиры и другие дефекты. При тугих соединениях применяют специальные приспособления для насадки на вал охватывающей детали, а в случае необходимости эту деталь перед насадкой нагревают.

При сборке соединений на призматических шпонках сначала закрепляют шпонку в пазу вала, а затем насаживают охватывающую деталь. Посадку шпонки производят легкими ударами медного молотка или с применением медной подкладки. Звонкий звук при ударе свидетельствует о качественной посадке. В призматических шпонках усилие от одной детали к другой передается за счет трения боковых граней, поэтому между широкой гранью и дном паза охватывающей детали должен быть зазор.

Клиновое шпоночное соединение передает усилие за счет трения по широким граням, поэтому зазоры должны быть между шпонкой и боковыми стенками пазов. Дно паза охватывающей детали и шпонку выполняют с уклоном 1 : 100. При сборке сначала зачищают дно паза в отверстии, а потом опилованием подгоняют шпонку для получения равенства уклонов. После этого надевают на вал охватывающую деталь и забивают шпонку. При посадке детали с нагревом шпонку забивают сразу же после посадки горячей детали медным или стальным молотком через мягкую прокладку. Головка шпонки в затянутом состоянии не должна доходить до ступицы детали на 0,8—1,0 высоты шпонки. Сборку соединений с тангенциальными шпонками выполняют аналогично клиновым с обязательной пригонкой поверхностей на краску.

Шлицевые соединения подобны многошпоночным соединениям, у которых шпонки составляют одно целое с валом. По сравнению со шпоночным соединением нагрузка на шлицы распределяется более равномерно и достигается большая точность посадки деталей на валу.

Шлицевые соединения бывают подвижные и неподвижные. Подвижные собирают от руки, неподвижные — напрессовыванием или с предварительным подогревом охватывающей детали. После сборки подвижные соединения проверяют вручную: усилие для перемещения деталей относительно друг друга по всей длине шлицев должно быть одинаковым. При покачивании насаженной детали относительно вала не должно ощущаться никакого качания.

Сборка заклепочных соединений. В качестве материала для изготовления заклепок используют катаную калиброванную сталь (Ст. 2, Ст. 3, 10 или 15). Заклепки применяют стандартные с полукруглой или потайной головкой.

Перед клепкой проверяют соответствие размеров отверстий и заклепок. Диаметр заклепок принимают в зависимости от толщины соединяемых деталей, а толщину деталей принимают не больше 4,5 диаметра заклепки. При большей толщине склепываемых листов стержень заклепок выпучивается и плохо заполняет объем отверстия. Длину стержня, необходимую для образования полукруглой головки, принимают от 1,2 до 1,5 диаметра заклепки.

Под клепку детали предварительно стягивают болтами. Для центровки отверстий применяют оправки, а отверстия, просверленные заведомо меньшим диаметром, развертывают. Чтобы в процессе клепки прочность соединения не нарушалась, одновременно можно снимать не более двух болтов.

Различают клепку горячую — с нагревом заклепок, холодную — без нагрева (при диаметре заклепок до 10 мм) и смешанную — с нагревом части стержня для образования головки. Нагрев производят в переносных горнах, контактными электронагревателями и токами высокой частоты: Температура нагрева 1050—1150°C.

Закрывающую головку заклепки получают за счет осаживания выступающей части стержня ударами ручных пневматических молотков, клепальными машинами или специальными прессами посредством специальных оправок. Первые удары производят вдоль оси заклепки, затем молотком, опирающимся оправкой на головку заклепки, совершают круговые движения, оформляя головку. В исключительных случаях применяют клепку ручными молотками. Качество заклепочных швов проверяют остукиванием ручным молотком и наружным осмотром. Дрожащие при остукивании заклепки удаляют.

Для получения герметичного заклепочного соединения головки заклепок и кромки листов уплотняют чеканкой. Для этого удаляют излишек материала вокруг головки заклепки, а затем уплотняют металл по ее окружности. Кромки листа толщиной свыше 4 мм скашивают под углом около 75°, а затем вдоль этого скоса ударами молотка через специальный инструмент, имеющий форму зубила с сильно затупленной режущей кромкой, образуют полукруглую канавку. При этом кромка верхнего листа прижимается к нижней детали и уплотняет место соединения. При наличии больших зазоров между деталями перед чеканкой в щель закладывают свинцовые полоски.

Герметичность заклепочных швов, предназначенных для работы при небольших давлениях, проверяют керосином. Резервуары, баки, детали оболочек шахтного оборудования взрывобезопасного исполнения проверяют гидравлическим опрессовыванием. Если при проверке на герметичность неплотность заклепочных швов не обнаружена, то чеканку их не производят.

Сборка подшипниковых узлов. При ремонтах подшипники качения могут устанавливаться новые или бывшие в работе. Запрещается устанавливать подшипники со следами побеговости, с отколами на кольцах, неисправным сепаратором или со следами выкрашивания металла на опорных дорожках.

Процесс сборки подшипниковых узлов заключается в подготовке посадочных мест и подшипников к установке: напрессовке внутренней обоймы на вал и запрессовке внешней обоймы в корпус или сборке корпуса подшипника. Перед сборкой посадочные места внимательно осматривают, очищают от грязи, моют, протирают насухо, проверяют их соответствие установленным размерам, допускам и чистоте обработки, а затем покрывают тонким слоем смазки.

Сопряжение подшипникового кольца с валом или корпусом должно быть всегда с натягом и выполняться запрессовкой или нагревом охватываемой детали. При посадке подшипника на вал усилие должно передаваться только через внутреннее кольцо, при посадке в корпус — через наружное, а при одновременной посадке — через оба кольца. Запрессовку осуществляют с помощью различных винтовых приспособлений, а также прессом или ударами молотка по специальной трубе с защитным кольцом от попадания грязи в подшипник или по медной выколотке. Для облегчения посадки на вал подшипник качения предварительно подогревают в масляной ванне в течение 15—20 мин до температуры 80—100°C, а затем быстро надевают. В масляной ванне для подогрева подшипников на расстоянии 120—30 мм от дна устанавливают решетку, которая предохраняет детали от местного перегрева и загрязнения осадками. Температуру масла постоянно контролируют, для чего чаще всего применяют термомпары.

При сборке вала на двух и более подшипниках один из них закрепляют неподвижно на валу и в корпусе, а остальные неподвижно только на валу. Такие подшипники перемещаются свободно

в осевом направлении вместе с валом при температурных изменениях и называются плавающими.

После запрессовки подшипника закрепляют установочные втулки, дистанционные и уплотнительные кольца, гайки, замки и другие детали, входящие в узел. Особенно тщательно необходимо производить сборку узлов с коническими подшипниками, так как за счет неправильного зажатия подшипников установочной гайкой может образоваться зазор или чрезмерный натяг.

После сборки подшипникового узла проверяют легкость вращения вала. Правильно собранный подшипник не создает толчков и шума при работе. Кроме того, проверяют поступление смазки, которая должна свободно проходить через смазочные отверстия. Температура нагрева подшипников во время работы узла должна быть не более 50°C.

Подшипники скольжения конструктивно разделяют на разъемные и неразъемные. При сборке разъемных подшипников добиваются плотного их прилегания к шейке вала и наружной поверхности к крышке и основанию корпуса. Пригонку производят шабрением вкладыша. Для определения места шабрения собирают подшипник на шейке вала, покрытой тонким слоем краски, и несколько раз проворачивают вал вручную. Затем подшипник разбирают и по площади отпечатков на крышке подшипника определяют качество прилегания поверхностей. Подгонку поверхностей производят до тех пор, пока на нижнем вкладыше, несущем нагрузку, будет два пятна краски на 1 см² и плотные пояски краски по краям, а на верхнем — одно пятно на 1 см². Затем на трущихся поверхностях вкладышей специальными крейцмейселями прорезают смазочные канавки глубиной 1,5—2 мм, выравнивают образовавшиеся неровности и придают одинаковый профиль по всей их длине.

Для обеспечения нормальной смазки устанавливают зазоры между шейкой вала и вкладышами. Величину верхнего зазора измеряют сплющиванием свинцовой проволоки при затяжке болтов крепления крышки, а бокового — щупом после снятия верхней половины вкладыша. Величины необходимых зазоров указаны в сборочных чертежах, а в случае их отсутствия величину верхнего зазора принимают равной 0,001—0,0012 диаметра вала, а суммарного бокового — в 1,5—2 раза больше верхнего. Величину зазора регулируют прокладками из фольги, жест или плотной бумаги.

Сборка неразъемных подшипниковых узлов заключается подгонке шабрением втулок по шейке вала, запрессовке их отверстие подшипника и закреплении стопорным винтом.

Качество сборки подшипникового узла определяют температурой нагрева подшипника, которая не должна превышать 60—65°C. Вначале она может несколько превышать указанную величину, но если она не снижается в течение некоторого времени, то это является признаком неправильной сборки или недостаточной смазки узла.

Сборка осей, валов и зубчатых передач. Под сборкой осей и валов понимается их соединение с зубчатыми колесами, тормозными шкивами, подшипниками качения и другими деталями. Соединяемые с осями и валами детали должны быть очищены от антикоррозионного покрытия, промыты керосином и насухо протерты.

Наиболее проста сборка валов и осей в тех случаях, когда они соединяются с деталями при помощи шлицев. Она заключается в простой насадке детали на вал (ось). Более простое соединение с помощью прямобочных шлицев. Однако оно быстро изнашивается. Поэтому в этом отношении лучше эвольвентное шлицевое соединение.

Соединения валов с помощью шпонок и посадок с натягом осуществляют нагревом охватываемой детали (колеса), охлаждением охватываемой детали (вала) или запрессовкой одной детали в другую. Нагрев закаленных деталей приводит к их отпуску, поэтому такой способ не всегда можно применять. Соединение деталей способом охлаждения охватываемой детали очень удобно, но требует наличия охлаждающей среды, в качестве которой используют сухую углекислоту (—78,5°C) или жидкий азот (—195,8°C).

Поэтому наибольшее распространение получил способ запрессовки деталей с помощью прессов. Для предупреждения задиров соединяемые поверхности смазывают машинным или льняным маслом. Льняное масло, кроме облегчения процесса запрессовки, улучшает спепление соединяемых поверхностей.

При сборке валов с муфтами обязательно проверяют соосность валов. Проверку производят путем замера зазоров между полумуфтами в четырех диаметрально противоположных точках. Зазоры эти должны быть одинаковыми. Без муфт соосность проверяют с помощью рейсмусов, хомутиков или линейки. Смещение устраняют регулировочными подкладками.

При сборке зубчатых редукторов укладку валов в подшипники начинают с первого, веду-

щего, вала, если приводной механизм смонтирован в первую очередь, или с последнего, ведомого, вала, если уже смонтирован рабочий механизм. Это связано с необходимостью центровки валов. Затем проверяют межцентровые расстояния, величину бокового и радиального зазоров в зацеплениях зубьев и прилегание рабочих поверхностей зубьев. Допускается увеличение межцентрового расстояния на 0,015—0,04 модуля зацепления.

Величины зазоров в зубчатом зацеплении зависят от модуля и точности обработки колес. Боковой зазор $\Delta\delta$ (рис. 29) необходим для создания нормальных условий смазки зубьев, компенсации погрешностей изготовления и сборки, температурной деформации передачи. Внешними признаками слишком малого зазора является гудение и скрип при работе зубчатых колес, а большого — удары между зубьями, что ведет к быстрому их износу и возможной поломке. Величина бокового зазора измеряется щупом или индикатором.

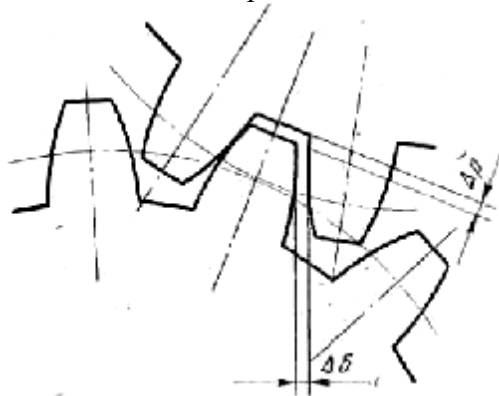


Рис. 29. Схема зазоров в зубчатом зацеплении

Радиальный зазор Δr измеряют при помощи свинцовой проволоки, прокатывая ее между зубьями парных колес и замеряя ее толщину микрометром.

Торцевое биение колес измеряют индикатором. Оно не должно превышать 0,1—0,15 мм. Если биение будет больше допустимого, то колесо снимают с вала, поворачивают на некоторый угол и снова устанавливают на вал.

Прилегание рабочих поверхностей зубьев в приработанной паре колес определяют по блестящей части рабочей поверхности зуба, а во вновь собираемой — при проверке на краску. При правильном зацеплении пятно касания располагается симметрично оси симметрии и линии начальной окружности колеса.

Конические зубчатые передачи собирают так же, как и цилиндрические. Однако сборка их осложняется тем, что толщина зуба постепенно уменьшается к вершине колеса. Поэтому во время сборки тщательно проверяют зацепление и пригоняют колеса таким образом, чтобы соприкосновение происходило по поверхности, расположенной возле тонких концов зубьев. Регулировку в осевом направлении осуществляют до соприкосновения начальных окружностей колес и совпадения образующих конусов и воображаемых вершин.

Червячная передача по своим конструктивным особенностям наиболее чувствительна к неточностям сборки: снижается к.п.д. передачи, увеличивается нагрев и износ зубьев.

После сборки червячной передачи проверяют расстояние между центрами валов червяка и червячного колеса, совпадение средней плоскости колеса с осью червяка, прилегание рабочих поверхностей. Методика проверки аналогична передачам с цилиндрическими колесами. Дополнительно с помощью индикаторов проверяют правильность угла между осью червяка и червячного колеса и плавность работы передачи вхолостую. При любом положении червячного колеса крутящий момент для червяка должен быть одинаков.

Во избежание попадания стружки в зацепление в собранном редукторе не разрешается сверление сквозных отверстий в корпусе, нарезание резьбы и прочие доделки.

Сборка цепных и ременных передач. Сборка цепных передач заключается в установке и закреплении звездочек на валах, монтаже и регулировании цепи. Установку звездочек производят с соблюдением тех же правил и приемов, которые применяют при монтаже зубчатых передач. При определении качества установки проверяют радиальное и торцевое биение, параллельность звездочек и относительное их смещение. Биение звездочек не должно превышать 0,05 мм на 100 мм диаметра звездочки. Смещение одной звездочки относительно другой или непараллельность их обнаруживают путем прикладывания линейки к их торцам. Величину межцентрового расстояния звездочек принимают на 0,01 меньше расчетной для провисания цепи с целью смягчения ударов между элементами зацепления. Величину провисания цепи образуют не более 2% ве-

личины межцентрового расстояния.

Концы стандартных цепей соединяют переходными звеньями, специальные цепи соединяют теми же элементами, из которых собирают цепи. Для стягивания концов цепи применяют стяжные приспособления.

В ременных передачах радиальное и торцевое биение шкива допускается до 0,0005 диаметра. Осевое смещение шкивов не должно превышать 0,001 межцентрового расстояния. Биение шкивов контролируют так же, как и звездочек. При больших расстояниях между шкивами смещение их определяют при помощи шнура. Если шкивы не имеют относительного смещения, шнур, приложенный к их краям, не будет иметь перегибов на торцах ободов.

Концы кожаных ремней сшивают или склеивают, прорезиненные — склеивают или вулканизуют. Во избежание образования утолщения на соединяемых концах делают клиновидные срезы.

Сборка уплотнительных устройств. В плоские разъемы редукторов, насосов, компрессоров и т. п., испытывающих незначительное внутреннее давление, устанавливают прокладки, из промасленной бумаги, картона, паронита или асбеста. Для этого на предварительно очищенную плоскость разъема укладывают прокладку и устанавливают другую деталь. Иногда плоскости разъема смазывают густой смазкой.

Для уплотнения плоских соединений, испытывающих высокое внутреннее давление, применяют прокладочный картон, резину, паронит, лаки, краски и специальные уплотняющие пасты. Герметичное соединение достигают применением прокладки из электрокартона, уложенного на поверхность, покрытую бакелитовым лаком. Достаточно хорошего уплотнения достигают применением пасты из свинцового сурика, разведенного на олифе до сметанообразного состояния.

Движущиеся детали машин уплотнить до полной герметичности не удастся, однако утечки масла можно довести до величин, которые не оказывают заметного влияния на работу машины. Эти уплотнения можно разделить на три группы.

1. Уплотнения за счет незначительного зазора между трущимися деталями, что достигается притиркой деталей. К этой группе относятся соединения плунжеров с цилиндрами масляных насосов, деталей питателей смазки и др.

2. Лабиринтные уплотнения, имеющие ряд узких щелей с расширительными камерами. В связи с невысокой надежностью они применяются в неотчетственных узлах.

3. Уплотнение дополнительными деталями, постоянно прижимаемыми к уплотняющим поверхностям. Такими деталями являются поршневые и уплотнительные кольца, набивки, манжеты и др.

Перед сборкой лабиринтных уплотнений проверяют их размеры с тем, чтобы исключить сверхнормативные зазоры; детали промывают, а лабиринты заполняют консистентной смазкой.

Уплотнительные кольца из войлока в течение 5 ч пропитывают в масле, подогретом до 90°C, а затем сушат в течение 6 ч при температуре 15°C. Перед их установкой проверяют шероховатость шлифованных и полированных поверхностей деталей и зазоры между ними. Радиальное биение вращающейся детали должно быть не более 0,1 суммарного уплотняемого зазора. При применении разрезных войлочных колец длину заготовки принимают равной 1,9 суммы диаметров внутренней поверхности паза крышки и вала. Перед соединением в кольцо концы заготовки по ширине срезают под углом 20—25° и сшивают двумя-тремя швами. Кольцо, установленное в узел, не должно иметь неплотностей с валом и для избежания нагрева вала не должно сильно обжимать его.

В манжетных уплотнениях проверяют отсутствие порезов, вмятин, а в посадочных местах — чистоту поверхности и размеры. Сборку производят следующим образом. Сначала соединяют пружину в кольцо ввинчиванием конца меньшего диаметра в другой ее конец не менее чем на три витка. Затем металлическое кольцо и пружину смазывают густой смазкой и ставят в манжету. Смазывают поверхность вала и надевают уплотнение, проворачивая вал и контролируя прижатие к нему кромки манжеты. Положение манжет определяется их назначением. Если уплотнения предназначены для предотвращения вытекания смазки из подшипника, то их следует ставить обжимающей кромкой в сторону подшипника (см. рис. 13, з).

Сборка гидравлических устройств. При сборке поршневой группы проверяют кольца, чтобы они не имели остаточных деформаций и свободно проворачивались в пазах от руки, а зазоры между боковыми плоскостями колец и стенками канавок составляли 0,05—0,1 мм. Установку колец в пазы поршней производят с помощью металлических линеек или полос. Для этого

кольца надевают на концы двух-трех линейек, приложенных плашмя к цилиндрической поверхности поршня, и подвигают по ним. Затем линейки вынимают, устанавливая кольца в канавки поршня.

Перед установкой поршня в цилиндр кольца сжимают стальной лентой с винтовым устройством или применяют гильзу с конусной внутренней поверхностью. Для предотвращения заедания колец при работе зазоры в их замке (температурные зазоры) после сборки должны составлять 0,005—0,01 диаметра.

В лопастных насосах зазоры между стенками паза и лопатками должны быть в пределах 0,008—0,08 мм, а торцы лопаток — либо быть заподлицо с торцом ротора, либо утопать на 0,01—0,02 мм.

Особенно тщательно собирают золотники и клапаны. Перед сборкой поверхности золотников и золотниковых коробок подгоняют притиркой, допуская зазоры не более 0,01—0,015 мм. Все виды клапанов (предохранительные, обратные и т. д.) подлежат притирке к седлам.

В шахтных условиях могут производить заделку гибких резиновых рукавов высокого давления. Выполняют ее следующим образом. Отступив от конца рукава на 10 мм, снимают наружный слой резины до металлической оплетки и на место снятого слоя укладывают прокладку из листового алюминия. Затем на ниппель с накидной гайкой навинчивают муфту, а в концентрический зазор между ниппелем и муфтой вставляют подготовленный конец рукава. После заделки рукава муфту обжимают в специальном приспособлении, в результате чего происходит уплотнение соединения за счет деформации муфты и алюминиевой прокладки. После сборки рукав испытывают в течение 5 мин под давлением 375 кгс/см² при внутреннем диаметре рукава 8 мм, 315 кгс/см² — при 12 мм, 250 кгс/см² — при 16 мм и 225 кгс/см² — при 20 мм. Во время испытаний на поверхности рукава не должно появляться разрывов, местных вздутий. Просачивание жидкости в местах соединения рукава с муфтами не допускается. После испытаний рукава продувают сжатым воздухом и закрывают концы заглушками.

При испытании гидравлической аппаратуры равномерно повышают давление от нуля до рабочего и выдерживают его в течение 10—15 мин, проверяя качество сборки. Затем испытывают пробным давлением, превышающим рабочее в 1,5 раза, и выдерживают его в течение времени, предусмотренного техническими условиями.

Защитную и измерительную аппаратуру гидравлических систем, как правило, настраивают и пломбируют на заводе-изготовителе.

Сборка трубных соединений. Соединение трубопроводов производят при помощи резьбы, фланцев или сваркой.

Трубы с резьбовыми концами соединяют главным образом муфтами. Плотное соединение муфты получают за счет последних ниток трубы, имеющих неполную резьбу, называемую сбегом. При этом длину резьбовой нарезки на каждой из соединяемых труб делают меньше половины длины муфты, чтобы при полном их свинчивании остался зазор в 2—3 мм. Такое соединение называют неразъемным. Для создания разъемного соединения применяют муфту с контргайкой. В этом случае при нарезке резьбы на конце одной трубы делают сгон, т. е. нарезают резьбу такой длины, чтобы на нее можно было навернуть полностью контргайку и муфту. На другой трубе длина резьбы должна быть несколько меньше половины длины муфты.

Перед сборкой тщательно проверяют состояние нарезанных концов труб и в случае необходимости резьбу очищают или исправляют повторным нарезанием соответствующим клуппом.

Резьбовые соединения трубопроводов уплотняют предварительной обмоткой резьбы сухим или пропитанным олифой льняным волокном. В ответственных соединениях резьбовые поверхности перед сборкой покрывают суриком или свинцовыми белилами, разведенными на натуральной олифе. В маслосистемах соединения уплотняют покрытием резьбы бакелитовым лаком.

Для трубопроводов сложной формы трубы гнут или соединяют фасонными деталями, называемыми фитингами. Фитинги могут иметь форму колена, тройника, крестовины, переходной муфты и т. д. Маслопроводы из медных, латунных или алюминиевых труб соединяют особой стандартизованной арматурой с накидными гайками.

При фланцевом соединении труб поверхности фланцев очищают от ржавчины, остатков старых прокладок и других загрязнений, а затем между ними устанавливают новые прокладки из картона, бумаги, резины, паронита, асбеста, меди и т. п. Картон и резину применяют для уплотнения стыков водопроводных труб, бумагу — для топливо- и маслопроводов, паронит — для труб сжатого воздуха, пара и горячей воды, асбест — для паропроводов, медные и другие металличе-

ские прокладки — для трубопроводов высокого давления, работающих при повышенных температурах (400—500°C). Картонные и бумажные прокладки для предотвращения размокания предварительно вымачивают в горячей воде, затем высушивают для повышения пористости и пропитывают вареным растительным или машинным маслом в течение 25—30 мин.

Стягивание фланцев производят болтами и гайками. Допускается незначительная непараллельность фланцев соединяемых труб. Для трубопроводов диаметром до 80 мм, работающих при давлении до 16 кгс/см², она не должна превышать 0,3 мм, от 16 до 60 кгс/см² — 0,2 мм и свыше 60 кгс/см² — 0,1 мм. В трубопроводах диаметром более 80 мм непараллельность фланцев не должна превышать соответственно 0,4, 0,2 и 0,1 мм. Наличие перекаса между фланцами проверяют щупом при затянутых и незатянутых болтах.

При стяжке фланцев с мягкими прокладками гайки заворачивают по способу крестообразного диаметрально противоположного обхода, а с металлическими — по методу кругового обхода. После затяжки гаек допускается применение ключей с удлиненными рычагами.

Сварные трубы изготовляют только из малоуглеродистых сталей, хорошо поддающихся сварке. Их применяют для передачи воды или воздуха с давлением до 15 кгс/см².

§ 22. Контроль и испытание машин после ремонта

В процессе сборки машину подвергают тщательному контролю, а после окончания ремонта испытывают. Контроль осуществляют двумя способами: наружным осмотром с применением измерительных инструментов и приспособлений и опробованием с регулированием узлов.

При наружном осмотре устанавливают комплектность машины, отсутствие на поверхностях деталей рисок, царапин, забоин, коррозии и других повреждений, а также утечки смазки, наличие шплинтов, степень затяжки крепежных деталей и т.д. Плотность сопряжения трущихся деталей проверяют качанием, а правильность зацепления зубчатых и червячных передач — на равномерность вращения колес. При помощи измерительных инструментов и приспособлений проверяют зазоры в сопряжениях, биение деталей, параллельность и перпендикулярность осей и валов.

Опробованию подлежит каждый узел машины. Его можно вести последовательно в процессе сборки машины или после окончания сборки. Первый способ более удобен, так как создает лучшие условия для наблюдения за работой узлов из-за доступности к ним и поэтому легче делать исправления и регулировку. Опробование ведут путем прокручивания узла, включения и выключения управления, создания рабочего давления в гидравлической и пневматической системах, приведением в движение рабочих органов, проверкой действия элементов регулировки и т. д.

Машины, собранные после ремонта, подлежат испытаниям, целью которых является проверка качества деталей, правильности сборки и работы машины в целом.

Испытание узлов до сборки машины проводят в тех случаях, когда в собранной машине затруднено наблюдение за их работой, а также если нет необходимости в проведении испытаний всей машины. Например, испытания редукторов и двигателей производят до сборки машины, а исполнительных органов (бары, конвейеры) — после сборки. Испытания обычно проводят в две стадии: вхолостую и под нагрузкой.

Обкатку вхолостую производят для проверки правильности взаимодействия частей и приработки трущихся поверхностей деталей. Для этого узлы машин устанавливают на испытательные стенды или фундаменты. Испытание проводят до тех пор, пока убедятся, что все узлы машины работают нормально. В процессе испытаний ведут наблюдение за состоянием трущихся поверхностей (подшипников, втулок, зубчатых зацеплений и т. п.), за согласованностью действия узлов и механизмов. Показателями окончания приработки могут быть: наличие продуктов износа в масле; достижение оптимальной степени прилегания контактирующих поверхностей; переход на прямолинейный участок кривой износа; достижение минимальной потребляемой машиной мощности.

После обкатки машины вскрывают подшипники и проверяют отсутствие следов трения. После устранения дефектов машину испытывают под нагрузкой.

Центробежные насосы после сборки подвергают испытанию на полуторное рабочее давление, а затем обкатывают в течение 2 ч на специальных стендах. При этом работающий насос должен издавать равномерный гул без заметных вибраций.

При испытании механизмов на стендах измеряют частоту вращения, мощность, расход топлива, масла, давление в системе смазки, температуру охлаждающей воды и масла, а также ведут наблюдение за работой механизмов и прослушивание их для выявления постороннего шума.

Испытания под нагрузкой проводят на том режиме и в тех условиях, которые соответствуют эксплуатационным. Начинают испытания при минимальной нагрузке, постепенно увеличивая

ее до номинальной. В результате испытания устанавливают степень пригодности машины к эксплуатации.

Крупные стационарные установки (вентиляторы главного проветривания, мощные компрессоры, подъемные машины) испытывают после ремонта и сборки на месте их постоянной работы. Перед испытанием тщательно осматривают и проверяют все сопряжения, подшипники и шарниры обильно смазывают, набивают и подтягивают сальниковые уплотнения, проверяют систему охлаждения и т. д. Затем машину подвергают обкатке, во время которой наблюдают за величиной вибрации, температурой подшипников, характером шума.

В процессе испытаний машины целесообразно применять маловязкие масла, которые хорошо проникают через узкие щели, смывая продукты износа, и быстро отводят тепло.

Результаты испытаний вписывают в ремонтную книгу и оформляют в виде акта. По результатам испытаний судят о качестве отремонтированной машины и возможности сдачи ее в эксплуатацию.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет технологический процесс ремонта? Какие существуют виды подготовки машины к ремонту и чем они характеризуются?
2. Правила разборки машины. Особенности демонтажа подшипников и разборки гидравлических узлов. По каким критериям сортируют детали разобранных узлов?
3. Способы мойки деталей. Охарактеризуйте их.
4. В чем сущность восстановления деталей механической обработкой?
5. Как и какие детали восстанавливают сваркой и наплавкой? Какие особенности технологического процесса сварки различных материалов?
6. В чем сущность процессов металлизации напылением и электролитических покрытий?
7. Как осуществляют ремонт зубчатых, резьбовых и подшипниковых узлов?
8. Каким образом осуществляют балансировку деталей после ремонта?
9. Рассказать, как правильно собирать машину после ремонта.
10. Особенности сборки узлов и методы пригонки деталей.
11. Как проверяют качество отремонтированной машины?

ГЛАВА 4. РЕМОНТ ГОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 23. Общие вопросы ремонта электрических машин и аппаратов

Практика показывает, что до 25% всех отказов горных машин происходит из-за неисправности электрической части. Поэтому ремонт электрооборудования имеет весьма важное значение и является неотъемлемой частью общего ремонта машин.

Отказ электрических машин может быть вызван внешними и внутренними причинами. К числу внешних причин относится перегрузка, изменение напряжения в сети, обрыв питающих проводов, неисправность аппаратуры управления и пуска, влияние окружающей среды (температура, влага, запыленность и т. п.), внешнее механическое воздействие. Внутренние причины обычно являются следствием указанных выше ненормальных условий работы или результатом некачественного ремонта. Реже встречаются случаи отказа вследствие некачественных материалов (например, изоляции), несовершенной конструкции или технологии изготовления.

Наиболее важными мероприятиями, обеспечивающими бесперебойную работу электрических машин и аппаратов, являются правильная эксплуатация, тщательный уход за ними, своевременный и качественный ремонт.

Снижения аварийности добиваются внедрением системы планово-предупредительных ремонтов. Графики ремонтов и осмотров составляют с учетом условий работы машин, но не реже, чем предусмотрено Правилами технической эксплуатации. Периодический осмотр электрического оборудования производят во время остановки горных машин, на которых оно установлено. При осмотре машину очищают, заменяют изношенные щетки, проверяют состояние щеткодержателей и подшипников, сопротивление изоляции, измеряют разбег вала и зазор между статором и ротором. При наличии износа или повреждений, в зависимости от их степени и характера, планируют текущий или капитальный ремонт машины.

Текущий ремонт электрических машин и аппаратов выполняют на месте их постоянной установки, а капитальный — в стационарных мастерских, оснащенных соответствующим ремонтным оборудованием, испытательными стендами и измерительными приборами. Поступившее в мастерские для ремонта оборудование тщательно осматривают с целью определения его состояния, а затем направляют в соответствующий цех для ремонта.

§ 24. Ремонт пусковой и регулирующей аппаратуры

Пусковая и регулирующая аппаратура предназначена для управления работой электрических машин, сетей. По способу управления она делится на аппараты ручного и автоматического управления. К аппаратуре ручного управления относятся рубильники и переключатели, контроллеры, контакторы и ручные пускатели; к аппаратуре автоматического управления — магнитные пускатели и фидерные автоматы.

Проверку аппаратуры управления забойными машинами производят не реже 2 раз в год. При этом полностью разбирают и чистят силовые автоматы и аппараты схемы, проверяют уставки автоматов и реле, снимают характеристики, проверяют работу схемы холостую и под нагрузкой. В рубильниках проверяют степень касания ножей к контактной стойке. Ножи двухполюсных и трехполюсных рубильников регулируют так, чтобы они включались одновременно. Контакты рубильников и контакторов чистят бархатным напильником. Чистка наждачной бумагой не разрешается, так как частицы наждака врезаются в материал, чем снижают надежность контактирования. Не допускается смазка открытых контактов, так как смазочное вещество выгорает под действием дуги, а продукты сгорания загрязняют контактные поверхности.

Ремонт аппаратуры заключается в замене или исправлении поврежденных и изношенных деталей. Изношенные контакты заменяют новыми, а обгоревшие или оплавленные зачищают. При зачистке стремятся к сохранению первоначальной их формы. Серебряные контакты при появлении подгара не зачищают, а протирают ветошью, смоченной в бензине.

Некоторые детали могут быть изготовлены в шахтных мастерских. Контактные пластины изготавливают из электротехнической меди, так как обычная медь имеет пороки (раковины, трещины, слоистость), являющиеся причиной быстрого обгорания деталей.

Легкость хода контактора проверяют сначала включением рукой, а затем от действия магнитной катушки при напряжении, равном 85% номинального. Механическая блокировка должна исключать возможность втягивания якоря одного из контакторов при втянутом якоре другого. Якорь включаемого контактора должен втягиваться полностью. Неполное втягивание якоря контактора постоянного тока вызывает перегрев контактов, а переменного тока — еще и перегрев ка-

тушки.

Сила прижатия контактов оказывает большое влияние на их надежности. При недостаточном прижатии между ними возникает дуга и они свариваются, а при чрезмерном — возможно вибрирование, что повышает их механический износ. Усилие прижатия проверяют динамометром или полоской бумаги: вставленная между подвижным контактом и его упором полоска тонкой писчей бумаги должна сравнительно легко вытягиваться, не разрываясь. Сила прижатия контактов указывается в паспорте контактора. Регулирование контакторов производят вращением винта, изменяющего давление регулирующей пружины.

Кроме этого проверяют одновременность и плотность касания контактов. Они должны касаться по всей своей ширине без просветов, а боковое смещение подвижного контакта по отношению к неподвижному должно быть не более 1 мм.

В контакторах с катушкой переменного тока во включенном положении возможно сильное гудение или дребезжание. Причиной этого может быть ослабление крепления магнитной системы или контактов, повреждение включающей катушки, недостаточное напряжение в сети и т. п. Необходимо помнить, что при сильном гудении перегреваются катушки контактора и поэтому оно должно быть устранено.

По окончании ремонта аппаратуры обязательно проверяют прочность изоляции повышенным напряжением, приложенным между фазами и корпусом. Испытание производят при помощи специального трансформатора, напряжение вторичной обмотки которого может регулироваться. При испытании изоляции один конец обмотки высокого напряжения трансформатора присоединяют к корпусу аппарата, а другой — к выводам испытываемой обмотки. Сопротивление изоляции должно быть в пределах, допустимых для данного типа аппарата.

При ремонте контроллеров проверяют целостность искрогасительных камер, регулировку контактов, а в контроллерах кулачкового типа проверяют также плавность вращения роликов. Сухари и сегменты барабанных контроллеров для уменьшения износа трением покрывают тонким слоем технического вазелина.

При осмотре пускателя проверяют исправность его крышки, блокировочного устройства, рукоятки разъединителя, состояние рабочих контактов и проверяют работу. При износе контактов их заменяют новыми и регулируют так, чтобы достигалась одновременность включения.

При ремонте механизма включения пускателя следует обратить особое внимание на целостность пружин. У вертикальных пружин, работающих на сжатие, опиливают нижний торец и надевают специальные колпачки, чтобы они были устойчивыми. Изношенные пружины, защелки, шплинты и т. д., а также детали из изоляционных материалов заменяют новыми. После сборки пускателя измеряют сопротивление изоляции между разомкнутыми контактами, а также между токоведущими частями и корпусом. Величина сопротивления должна быть не менее 690 кОм.

При осмотре фидерных автоматов следует особенно тщательно ремонтировать щеточные контакты, состоящие из отдельных луженых пластинок меди. Вышедшие из строя отключающие катушки заменяют новыми.

Магнитные пускатели для ремонта разбирают полностью, очищают от пыли и грязи. При обнаружении ржавчины внутри корпуса его окрашивают. Подработанные контакты заменяют новыми. Застывшие капли серебра на контактах осторожно снимают без опиливания контактов. Заменять серебряные контакты медными запрещено.

При сборке магнитного пускателя особое внимание следует обратить на надежность контактных зажимов, крепление катушек и других элементов, а также на отсутствие заедания подвижной системы.

После сборки пускателя производят измерение сопротивления изоляции катушек, монтажных проводов силовой цепи и цепи управления по отношению к корпусу. Если при ремонте будет обнаружено повреждение оболочки или взрывозащитных плоскостей пускателя, последний должен быть отправлен в специализированные ремонтные мастерские или на рудоремонтный завод.

Намотку катушек производят на намоточном станке на каркас из картона. Обмотку укладывают слоями. Каждый слой покрывают изоляционным лаком и обматывают изоляцией из папиросной или конденсаторной бумаги. После намотки катушек для придания им необходимой влагостойкости производят пропитку их изоляционным лаком. В остальном, ремонт фидерных автоматов аналогичен ремонту пускателей.

Катушки бескаркасного типа изготавливают наматыванием на тафтяную ленту, обернутую картонной прокладкой толщиной 0,2—0,3 мм. Каждый слой покрывают изоляционным лаком с

папиросной бумагой. Когда останется навить два-три слоя витков, соединяют концы тафтяной ленты и продолжают намотку. Жесткие выводы концов катушек изготавливают из меди в виде уголков. На обмотку под уголок подкладывают миканитовую прокладку толщиной 0,5 мм и закрепляют нитками. Готовую катушку сушат и пропитывают лаком.

§ 25. Ремонт электродвигателей постоянного тока

Текущий ремонт генераторов и двигателей постоянного тока сводится к следующему:

- изношенные щетки заменяют новыми и притирают по месту;
- проверяют и регулируют, траверсу щеткодержателя, устанавливая щетки в шахматном порядке;
- шлифуют и продороживают коллектор;
- проверяют изоляцию обмоток и восстанавливают ее в местах повреждения;
- подшпнники разбирают, очищают, производят шабрение (подшпнников скольжения) или заменяют (подшпнники качения);
- подтягивают болты крепления деталей.

Работы, выполняемые при капитальном ремонте электродвигателей:

- ремонт коллектора с заменой пластин;
- ремонт или замена щеточного механизма;
- замена подшпнниковых щитов;
- перезаливка подшпнников скольжения;
- ремонт контактных колец и изолирующих их от вала прокладок;
- рихтовка листов активного железа;
- ремонт вала и балансировка ротора;
- заварка трещин корпуса;
- частичная или полная смена обмоток;
- пропитка обмотки лаками и сушка;
- переделка машин на другое напряжение и частоту вращения.

При периодических осмотрах и плановых ремонтах машин постоянного тока основное внимание обращают на состояние коллектора, щеток, щеткодержателя, подшпнниковых узлов и изоляции обмоток.

На поверхности коллектора может появиться шероховатость вследствие попадания твердых частиц под щетки, нагар от искрения или окись после длительного хранения машины во влажных местах. Шероховатость коллектора устраняют шлифовкой мелкой стеклянной бумагой марки 000, прижимаемой деревянной колодкой с вырезом по форме коллектора. Применение наждачной бумаги нежелательно, так как крупинки наждака проводят электрический ток и могут замкнуть пластины коллектора. Не рекомендуется опиливать коллекторные пластины напильником или прижатием стеклянной бумаги рукой, так как получается неровная поверхность.

Неровную поверхность коллектора протачивают резцом, предварительно тщательно отцентрировав его.

После, проточки или длительной работы коллектор продороживают, так как миканитовые прокладки тверже медных пластин и при работе постепенно выступают над ними. Продороживание выполняют выпиливанием миканита специальной пилкой на глубину 0,5—1,0 мм вдоль приложенной к коллектору линейки без повреждения медных пластин. Можно продороживать коллектор и на токарном станке при неподвижном шпинделе и продольном движении суппорта с отрезным резцом, повернутым на 90° относительно своего нормального положения. Ширина режущей части резца равна ширине канавки между пластинами, а угол заточки равен 40°. После продороживания все канавки между пластинами коллектора прочищают волосистой щеткой и шабером снимают фаски с краев коллекторных пластин, а затем коллектор шлифуют и продувают сжатым воздухом.

При выходе из строя подшпнников качения или при большом износе подшпнников скольжения ротор может задевать за статор, что вызывает повреждение активной стали, а иногда и обмотки. Неисправные подшпнники качения заменяют новыми, а загрязненные снимают, очищают от грязи, промывают в керосине, а затем набивают смазку и устанавливают на место.

Перегрев подшпнников скольжения приводит к расплавлению заливки или задирам шейки вала. Он происходит из-за недостаточного поступления масла вследствие погнутости масляных колец, недостаточного уровня, загрязнения или, уменьшения зазора между шейкой вала и вкла-

дышем из-за перекоса вкладыша.

При недостаточном количестве масла его добавляют, а при загрязнении или чрезмерной вязкости — сливают, тщательно промывают подшипник керосином и заливают свежее масло требуемого качества. Для подшипников качения применяют смазки типа УТ и солидолы, для подшипников скольжения — веретенное, машинное или турбинное масло. При перекосе вкладыша подшипник разбирают, устанавливают вкладыш правильно и фиксируют его для предупреждения повторного перекоса.

В процессе эксплуатации не допускают загрязнения электродвигателей: это способствует перегреву обмоток и может привести к короткому их замыканию. Пыль систематически удаляют пылеотсасывающим устройством или продувкой сжатым воздухом. В процессе работы происходит стирание изоляции, что может привести к межвитковому замыканию или пробоем на корпус. Это может произойти и вследствие механических повреждений или отсырения изоляции. Эти неисправности определяют внешним осмотром или измерением сопротивления изоляции обмоток, которое должно быть не ниже 1,0 МОм на 1000 В рабочего напряжения, а магнитным или другим методом уточняют место пробоя изоляции.

Приступая к частичной или полной перемотке якоря, маркируют пазы, составляют схему обмотки, эскизируют лобовые части обмотки, бандажи и другие узлы, а затем снимают старые бандажи, распаивают коллектор и снимают старые обмотки. Перед укладкой новой обмотки якорь тщательно очищают, пазы опиливают и красят их стенки. Коллектор проверяют на отсутствие замыканий между пластинами, обмоткодержатель изолируют.

В зависимости от формы паза, напряжения тока и мощности машины обмотки выполняют в виде жестких или мягких секций, а также протяжкой вручную обмоточного провода в закрытые или полузакрытые пазы. Большинство якорей имеет открытые пазы, в которые укладывают заранее отформованные секции. При закладке следят за длиной выступающих из паза прямолинейных участков секций, добиваясь равенности их. В машинах мощностью до 5 кВт применен полузакрытый паз. В этом случае секции укладывают через прорез и обращают внимание на формовку лобовых частей, так как неправильная формовка приводит к невозможности укладки последних сторон секций. При намотке жестких секций пользуются металлическим шаблоном.

Катушки полюсов и стержни компенсационной обмотки наматывают на каркасах или деревянных разъемных оправках. Для малых машин применяют каркасы из электрокартона или бакализированной резины.

При нанесении изоляции секций следует обращать внимание на отсутствие сгустков лака, так как они обычно долго не высыхают и при вращении якоря лак будет разбрызгиваться.

После укладки всех секций проверяют соответствие их выводов коллекторным пластинам, испытывают на межвитковое замыкание и при положительных результатах производят запайку проводников в коллектор.

§ 26. Ремонт двигателей переменного тока

К двигателям переменного тока, применяемым в шахтах, опасных по газу или пыли, предъявляют повышенные требования в отношении надежности, прочности и взрывобезопасности, поскольку возникшая электрическая искра или нагретый ток проводника могут явиться источником взрыва. Взрывобезопасность двигателя достигается за счет того, что оболочка имеет повышенную механическую прочность, рассчитанную на внутреннее давление до 8 кгс/см². Кроме того, ширина фланцев и величина зазоров зависят от свободного объема корпуса или оболочки и определяются правилами безопасности. Во взрывобезопасном исполнении изготавливают трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, в которых применена теплостойкая кремнийорганическая изоляция, позволяющая при тех же размерах двигателя получить большую мощность.

При ремонте электродвигателей следует не только устранить повреждения, но и выявить причины, снижающие их надежность. Для этого осматривают и проверяют как механическую, так и электрическую часть двигателя.

Перед разборкой двигателя проверяют состояние корпуса, крепежных деталей, фланцев, выводных зажимов и концов. Особенно тщательно осматривают подшипниковые щиты для выявления малозаметных трещин.

Машину сначала разбирают на основные части — статор, ротор и подшипниковые узлы, а затем, при необходимости, разбирают по деталям: снимают подшипники, контактные кольца, короткозамыкающие устройства, вентилятор, полюса и выпрессовывают вал. При разборке прове-

ряют размеры, обеспечивающие возможность установки подшипниковых щитов на место с плотной посадкой. Подношенные детали заменяют новыми: кернение для повышения плотности посадки не допускается. Контроль зазоров между валом, щитами и фланцами производят щупами. Допустимые величины этих зазоров находятся в пределах 0,6 мм. Зазор менее 0,6 мм нежелателен из-за возможности и задевания втулки за вал. Если при осмотре обнаружится, что и длина зазоров, обеспечивающих взрывобезопасность двигателя, не соответствует нормам, то производят ремонт поверхностей прилегания наваркой, проточкой и опиливанием.

После выемки ротора из статора проверяют прочность посадки, отсутствие осевого смещения пакета стали на валу и состояние шихтовки, измеряют радиальное биение его относительно вала, проверяют отсутствие следов перегрева стали, а также балансировку и состояние бандажей: отсутствие коррозии, ослабление, состояние скоб и паек. Проверяют состояние поверхности шеек вала, диаметры и геометрическую правильность его форм, отсутствие трещин, состояние шпоночных пазов, резьбы и отсутствие прогиба.

Для проверки состояния обмотки измеряют сопротивление ее изоляции по отношению к корпусу и между секциями. Особенно тщательно проверяют состояние обмоток. Для небольших трехфазных электродвигателей с двухслойной обмоткой бывает нецелесообразно производить частичный ремонт обмотки и приходится решать вопрос о необходимости их замены.

Ремонт и балансировка механической части электрических машин производятся способами, описанными в главе 3, а ремонт обмоток аналогичен ремонту их для машин постоянного тока.

Трещины в старых деталях и раковины во вновь изготовленных можно заварить. Каждая деталь, подвергшаяся заварке, перед установкой на двигатель взрывобезопасного исполнения должна быть испытана гидравлическим давлением, величина которого зависит от объема оболочки.

Каждый отремонтированный электродвигатель в обязательном порядке подвергают испытаниям. Вначале замеряют сопротивление обмоток в холодном состоянии и результаты измерений приводят к температуре 15°C. Отклонения фактических сопротивлений от расчетных должны быть не более $\pm 7,5\%$, а для отдельных фаз — не более $\pm 5\%$. Затем проверяют ток холостого хода и короткого замыкания. Токи холостого хода в отдельных фазах не должны отличаться, от их среднего значения более чем на $\pm 5\%$. При большем отклонении устанавливают и устраняют дефекты, вызвавшие это отклонение. Этими дефектами могут быть: увеличенный зазор между ротором и статором, уменьшенное количество витков в статоре, неправильное соединение обмотки, неудовлетворительное качество активного железа и другие.

Затем электродвигатель включают на длительную работу вхолостую и измеряют сопротивление изоляции нагретых обмоток: для взрывобезопасных электродвигателей с новой обмоткой сопротивление изоляции должно быть не менее 2—3 МОм, со старой обмоткой — не менее 1 МОм. После этого двигатели испытывают повышенным напряжением в соответствии с утвержденными нормами.

В заключение электродвигатели испытывают в течение одного часа при полной нагрузке. В начале и конце испытаний измеряют температуру и сопротивление обмоток и температуру окружающей среды. Перегрев должен быть в пределах паспортных данных испытываемого электродвигателя.

§ 27. Основные требования, предъявляемые к электрооборудованию взрывобезопасного исполнения

При работе электрооборудования возможно искрение и перегрев элементов, что может привести к взрыву шахтной атмосферы, содержащей метан и угольную пыль, или к возникновению пожара. Поэтому к рудничному электрооборудованию предъявляются особые требования.

Электрооборудование для шахт выпускают рудничного нормального исполнения (РН), повышенной надежности (РНП), взрывобезопасного (РВ) и искробезопасного (РИ) исполнения.

Согласно правилам безопасности в шахтах, опасных по газу или пыли, применение оборудования в рудничном нормальном исполнении допускается только в околоствольных выработках, причем вблизи не должно быть суфлярного выделения метана. Рудничное электрооборудование повышенной надежности разрешается устанавливать в основных выработках, проветриваемых свежей струей воздуха. Во всех остальных выработках шахт, опасных по газу или пыли, должно применяться оборудование взрывобезопасного или взрыво- и искробезопасного исполнения.

Электрооборудование рудничного нормального исполнения отличается от аналогичного оборудования, выпускаемого для других отраслей промышленности, повышенной прочностью.

Оборудование повышенной надежности, кроме того, создают таким, чтобы нагрев токопроводящих его элементов был на 10° ниже, чем это допустимо для оборудования исполнения РН, а искрящие при нормальной работе узлы заключают во взрывобезопасные оболочки. Светильники повышенной надежности имеют устройства для автоматического отключения лампы при повреждении или снятии стеклянного колпака, чтобы в случае повреждения колбы лампы нить ее успела охладиться до соприкосновения с атмосферой.

Электрооборудование исполнения РВ для достижения взрывобезопасности, кроме всего изложенного, заключают во взрывобезопасную оболочку, создают искробезопасные системы или возможность опережающего отключения.

Взрывобезопасная оболочка должна отвечать следующим требованиям:

1. Она должна выдерживать давление взрыва внутри ее. Это достигается изготовлением оболочек из ковкого чугуна, стали или сплавов алюминия с последующим гидравлическим испытанием. Взрывобезопасные оболочки должны в течение 1 мин выдерживать следующие давления, кгс/см²:

при объеме оболочки до 0,5 л.....	3
при объеме оболочки от 0,5 до 2 л.....	6
при объеме оболочки свыше 2 л.....	8

2. Взрыв внутри оболочки не должен передаваться во внешнюю среду. Для этого места сопряжений выполняются в виде широких стыков, величина которых должна быть не менее приведенной ниже, мм:

при объеме оболочки до 0,1 л.....	5
при объеме оболочки от 0,1 до 0,5 л.....	8
при объеме оболочки от 0,5 до 2 л.....	15
при объеме оболочки свыше 2 л.....	25

Зазор между соприкасающимися поверхностями в стыках при болтовом соединении должен быть не более 0,2 мм, а при соединении крышек с корпусом штыковым или пенальным затвором — не более 0,5 мм.

Прокладки укладывают в канавку, расположенную между отверстием для болта и внутренней кромкой фланца. При этом длина щели должна быть непрерывной, а расстояние от отверстия или внутренней кромки фланца до канавки должно быть не менее 3 мм.

При наличии в аппарате оси для рукоятки управления зазор между осью и втулкой должен быть не более 0,3 мм (разность диаметров втулки и оси); эксцентриситет оси по втулке допускается. Длина втулки для прохода оси управления должна быть не менее 15 мм при объеме оболочки до 1 л и не менее 25 мм при объеме свыше 1 л. Разность диаметров вала двигателя и втулки, через которую пропущен вал, должна быть не более 0,6 мм; длина такой втулки — не менее 25 мм. Винты и шпильки не должны проходить сквозь стенку оболочки, а заканчиваться в глухих гнездах.

В штепсельных разъединителях длина взрывонепроницаемого перекрытия между входящими одна в другую оболочками штепселя должна оставаться после размыкания токоведущих частей не менее 25 мм.

Исходи из допустимых зазоров, принимают предельные износы взрывозащитных поверхностей. Кроме того, во всех случаях требуется определенная чистота обработки взрывобезопасного оборудования и требуемое качество взрывозащитных поверхностей. Поверхности неподвижных стыков, подвижных соединений типа вал — подшипник должны иметь чистоту не ниже R_a40. Наличие на взрывозащитных поверхностях царапин, забоин, вмятин, черноты и т. п. не допускается. Детали с такими повреждениями поверхности даже при допустимых вносах для дальнейшей эксплуатации нельзя использовать без исправления.

Повреждения поверхностей в расточках втулок для валиков управления или валов электродвигателей не подвергаются исправлению. Поврежденные втулки заменяют новыми, изготовленными в соответствии с требованиями взрывобезопасности.

Наиболее надежным с точки зрения безопасности рудничным электрооборудованием являются машины, аппараты и установки взрыво- и искробезопасного исполнения. Оно достигается выполнением всех требований, предъявляемых к взрывобезопасному оборудованию с применением специальных электрических схем, исключая возможность появления искр при его включении или выключении.

Контрольные вопросы

1. Основные причины возникновения неисправностей электрических машин и общие пути

организации их ремонта.

2. Наиболее частые отказы пусковой и регулирующей аппаратуры и способы их устранения.
3. Дать характеристику основным методам ремонта электрических машин постоянного тока.
4. Особенности ремонта электрических двигателей переменного тока.
5. Перечислить основные требования, предъявляемые к взрывобезопасному оборудованию.

ГЛАВА 5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 28. Общие вопросы техники безопасности и промышленной санитарии

Каждый человек обязательно должен знать и строго соблюдать правила и безопасные приемы труда независимо от характера выполняемой им работы. В связи с этим поступающий на предприятие трудящийся обязательно проходит теоретическое обучение по технике безопасности, стажировку на рабочем месте и сдает экзамены по утвержденной на предприятии программе. Кроме основных правил безопасности в программу включается обучение по санитарии, гигиене, противопожарной безопасности и оказанию первой медицинской помощи.

Рабочий должен приступать к работе только после получения письменного наряда и подробного инструктажа по безопасным методам выполнения работы с учетом конкретной обстановки. Все рабочие должны работать в установленной спецодежде, обуви, рукавицах и касках.

Особое внимание уделяется организации рабочего места ремонтных рабочих. Запрещается выполнение ремонтов без соответствующего плана организации работ, предусматривающего меры, исключающие возможность травмирования трудящихся. С этой целью ремонтируемое в забое оборудование отгоняют на достаточно просторную площадку, удаленную от места ведения взрывных работ и от находящихся под напряжением электрических линий. Предусматриваются места для удобства подвоза и складирования запасных частей и материалов, работы грузоподъемных средств и отдыха рабочих.

Ремонт громоздких машин, например карьерных экскаваторов и буровых станков, должен производиться при выключенном главном рубильнике машины. В этом случае не допускается одновременная работа на высоте, например на мачте карьерного бурового станка, и внизу. Рабочие, работающие на высоте, должны быть застрахованы от падения монтажным поясом и исключать возможность падения инструмента или других предметов.

После окончания ремонта необходимо тщательно проверить, не осталось ли внутри механизмов каких-либо мелких деталей, инструмента или обрезков металла, которые могут быть источником несчастного случая или аварийной поломки станка.

Санитарно-гигиенические условия работы заключаются в соблюдении санитарной чистоты рабочих мест, достаточной освещенности, ограниченной величины шума, вибрации и запыленности, нормальных температурных условий и наличии бытовых помещений, медицинского обслуживания рабочих (профилактическое обследование, обеспечение аптечками и пр.).

В шахтах, а в ночное время и на открытых разработках, предусматривают искусственное освещение не только рабочих мест, но и лестниц, пешеходных дорожек и других мест, где по условиям производства возможно пребывание людей. Освещенность должна быть равномерной и соответствовать установленным нормам.

Основные пути снижения влияния шума на организм человека сводятся к выбору режимов работы оборудования, исключающих сильную вибрацию; применению звукоизолирующих кожухов и облицовке степ звукопоглощающими материалами; применению шлемофонов и антифонных наушников и принятию чисто медицинских профилактических мер.

Для снижения запыленности атмосферы на рабочих местах ремонтных рабочих горных предприятий принимается ряд мер организационно-технического характера. При работе в местах, где запыленность воздуха превышает санитарную норму (более 2 мг на 1 м³ воздуха), правилами техники безопасности предусмотрено пользование респираторами.

Защита работающих от влияния температурных факторов сводится к ликвидации сквозняков на рабочих местах, отоплению рабочих помещений и обеспечению теплой рабочей одеждой в холодное время года, устройству вентиляции жарких помещений и ограждению обильно выделяющих тепло агрегатов теплозащитными экранами.

На каждом рабочем месте должны быть созданы такие условия, которые способствовали бы росту производительности труда, безопасности и длительному сохранению высокой работоспособности трудящихся.

Нормальные для трудовой деятельности человека санитарно-гигиенические условия приведены ниже.

Температура воздуха, °С _____	16—18
Скорость движения воздуха при принудительной вентиляции, м/с _____	0,3—0,5
Относительная влажность воздуха, % _____	60—80
Освещенность, лк _____	25—30
Шум, дБ _____	Не более 75—85
Запыленность воздуха, мг/м ³ _____	Не более 2,0
Содержание вредных газов в воздухе, мг/л: _____	
окси углерода _____	Не более 0,02
окси азота _____	Не более 0,005

Особое внимание должно уделяться бытовому обеспечению рабочих, которое включает: наличие пунктов питания вблизи рабочих мест, доставку питьевой воды и горячей пищи непосредственно на рабочие места; обеспечение гардеробными, душевыми, помещениями для сушки одежды; наличие в бытовых помещениях кипятильников, аптек, необходимого количества столов и стульев.

Спецодежда рабочих, предусмотренная утвержденными нормами, должна быть практичной, удобной, износоустойчивой, не ограничивать свободу движений и опрятной, соответствовать сезону, требованиям техники безопасности.

Производственной эстетикой предусматривается приятная для восприятия окраска оборудования, стен цехов и бытовых помещений. Все это снижает утомляемость трудящихся.

В случае получения травмы пострадавшему необходимо немедленно оказать первую медицинскую помощь и направить в медицинский пункт. Для этой цели все трудящиеся должны уметь оказывать первую помощь. Во всех случаях, когда медицинская помощь нужна на рабочем месте, следует по ближайшему телефону или с нарочным вызвать врача.

О каждом несчастном случае сам пострадавший или рядом работающий должен немедленно сообщить лицу технического надзора и получить у него направление к врачу.

О замеченных опасностях необходимо срочно предупредить окружающих людей и сообщить дежурному техническому персоналу.

Все работающие обязаны знать и уметь применять на практике способы освобождения человека от действия электрического тока, оказывать первую медицинскую помощь пораженным электрическим током, а также получившим ранения, переломы, ожоги, солнечный удар и т. п. Каждый трудящийся должен знать правила противопожарной безопасности, соблюдать их и уметь пользоваться противопожарными средствами.

Рабочий, нарушивший правила техники безопасности, может быть допущен к дальнейшей работе только по специальному разрешению руководителей предприятия. Лица, виновные в нарушении правил техники безопасности, в зависимости от степени и характера нарушений несут ответственность в административном или уголовном порядке.

§ 29. Основные правила безопасности при ремонтных работах

На промышленных предприятиях для рабочих каждой специальности, в том числе и для ремонтных рабочих, создаются специальные инструкции по технике безопасности. Знание и выполнение требований этих инструкций является законом каждого рабочего коллектива, каждого трудящегося.

Разработка безопасных приемов работы и контроль за их соблюдением являются основными обязанностями непосредственных руководителей трудовых коллективов — мастеров. Основные правила техники безопасности при ремонтных работах следующие.

Слесарные работы.

Безопасность работ зачастую зависит от организации рабочего места, исправности оборудования и инструмента. Постоянное рабочее место обычно оборудуют верстаком с тисками и выдвижными ящиками для инструмента. Инструмент следует раскладывать так, чтобы он всегда был под руками. Слесарные тиски должны быть всегда исправными. Обрабатываемую деталь надо закреплять в тисках прочно при сравнительно легком зажатии.

Работа на неисправном оборудовании и неисправным инструментом запрещена. Перед началом работы рабочий должен проверить исправность своего инструмента. Категорически запрещается применять инструмент, насаженный на неисправную ручку, не закрепленный на ней надлежащим образом, а также имеющий заусенцы, трещины и другие дефекты.

Молоток должен быть надежно укреплен на рукоятке боковыми пластинами или мягким стальным клином. Боек молотка должен быть без забоин, со слегка выпуклой поверхностью.

Слабая насадка напильников и шаберов на рукоятки недопустима, так как при соскакивании инструмента можно поранить руку об острый его конец. Нельзя пользоваться напильником без рукоятки. Рукоятки не должны иметь трещин, а их длина должна быть в 1,5 раза больше длины хвостовика. Зубила, крейцмейсели, бородки и другой инструмент, по которому наносятся удары, не должен иметь трещин и заусенцев.

Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов. Увеличивать или уменьшать зев ключа путем подгибания рожков, а также применять подкладки для уменьшения зева не допускается. Запрещается бить молотком по ключу или употреблять ключ вместо молотка. Ключи не должны иметь трещин.

При рубке зубилом необходимо принимать меры, чтобы стружка не могла травмировать окружающих: ограждать рабочее место сетками, ширмами, направлять удары так, чтобы стружка из-под зубила отлетала в безопасную сторону. Рубка зубилом без защитных очков запрещена. Рубку стали и меди надо производить, периодически смачивая зубило машинным маслом или мыльной водой, а чугуна — всухую. При шабрении шабер смачивают водой.

При работе ручным молотком надо становиться так, чтобы в случае неожиданного срыва его с рукоятки не была нанесена травма окружающим.

Заточку инструмента на наждачных камнях, не огражденных прозрачным экраном, необходимо вести в защитных очках. Наждачный круг должен быть огражден металлическим кожухом.

Поступающие в обработку детали надо устойчиво укладывать на верстаке, в стороне от инструмента, или на полу в таком порядке, чтобы они не загромождали рабочее место и проходы.

Движущиеся части механизмов (шкивы, валы, ремни и т. п.) представляют опасность для работающего. Поэтому работа механизма без ограждения движущихся частей категорически запрещается. Точно так же нельзя производить смазку движущихся деталей или ощупывать их на ходу.

Запрещается ремонт и подтяжка соединений гидросистемы, воздушных магистралей и ресиверов, находящихся под давлением.

Рабочее место сверловщика не должно быть загромождено. Одежда не должна иметь развевающихся частей, манжеты рукавов застегнуты или подвязаны. Сверление надо вести без рукавиц и одевать их только для снятия или установки детали. В процессе сверления не следует допускать образования длинных пытых стружек. Для этого сверление надо вести с перерывами, удаляя стружку из сверла и рабочего стола крючком, щеткой или деревянной палочкой или применять сверла со стружколомателями. Держать руками деталь во время сверления запрещается. Для этого надо пользоваться тисками или другими устройствами. Во избежание засорения глаз нельзя выдувать стружку из отверстий. Со сверла стружку снимать только после полной остановки станка. Нельзя устанавливать или снимать инструмент, а также перебрасывать приводной ремень до полной остановки шпинделя.

Запрещается останавливать рукой вращающийся шпиндель, а также охлаждать сверло смоченной тряпкой: сверло может намотать тряпку, а вместе с ней и пальцы рук.

Ремонт горной машины в забое необходимо начинать только после отключения ее от питающих энергетических сетей (электрических, пневматических и др.). Бирка, дающая право на включение машины, должна быть у руководителя производимого ремонта (бригадира, старшего рабочего и пр.). Если полное отключение невозможно из-за производства электросварочных работ, необходимо снять приводные ремни, разобрать муфту приводного двигателя или отключить его от сети.

Руководство работами по подъему и перемещению грузов кранами или домкратами берет на себя бригадир или другой рабочий, имеющий удостоверение на право выполнения такелажных работ. При этом необходимо соблюдать следующие требования:

- масса поднимаемого груза не должна превышать грузоподъемности подъемного механизма;
- стропы должны быть испытаны, иметь бирку и соответствовать поднимаемому грузу;
- крепление груза к подъемному крюку должно быть надежным;
- запрещено стоять и проходить под поднимаемым или перемещаемым краном грузом;
- рабочее место должно быть хорошо освещено.

Подъем груза домкратом необходимо производить после проверки надежности его уста-

новки. При необходимости под домкрат подкладывают только надежные деревянные подкладки. Запрещается подкладывать кирпичи, камни, металл круглого сечения и т. п. Домкрат должен стоять строго вертикально. Нельзя поднимать винт домкрата больше $\frac{3}{4}$ его длины и силой выбивать его из-под груза.

Пробный пуск отремонтированной машины производят только после установки на место всех ограждений и предохранительных устройств. Управлять машиной при пробном пуске должен машинист, имеющий право на управление ею. Перед пуском необходимо предупредить об этом всех членов ремонтной бригады.

Электрослесарные работы.

Кроме общих правил техники безопасности для слесарей, каждый электрослесарь должен знать правила электробезопасности. Электрослесари ежегодно обязаны сдавать экзамен для присвоения им квалификационной группы по технике безопасности с получением соответствующего удостоверения. Лица, не прошедшие проверки знаний или не выдержавшие экзамена, переводятся на работу низшей квалификации.

Работа электрослесаря без исправных средств защиты запрещается. Основные средства электрозащиты: диэлектрические боты, перчатки и коврики, заземляющие штанги, защитные очки и инструмент с изолированными ручками.

Во избежание поражения электрическим током при включении и выключении пускателя или рубильника надо пользоваться защитными резиновыми перчатками. Нельзя касаться оголенных проводов. Пользуясь переносной электрической лампой, обязательно следить за тем, чтобы провода, патрон, штепсельное соединение и выключатель были в исправности, а токоведущие части не были оголены. Электрический ток особенно опасен в сырых помещениях и выработках, а также в том случае, когда у рабочего сырая одежда и руки. Для уменьшения опасности поражения электрическим током все корпуса электрических машин и аппаратов должны быть надежно заземлены.

При ремонтах, связанных с опасностью поражения током, необходимо отключить ремонтируемый участок, закоротить и заземлить фазы установки, вывесить в местах ее включения предупреждающие плакаты. Места включения по возможности должны быть закрыты. Переносные защитные заземления линий электропередач должны накладываться со всех сторон, откуда может быть подано напряжение. Все заземления должны быть видимы с места производства работ.

Заземление осуществляют в следующем порядке: заземляющие проводники (штанги) сначала соединяют с заземлителями (землей), а затем накладывают на заземляющие провода. Снятие заземлений производят в обратном порядке. Эти работы необходимо выполнять в диэлектрических перчатках.

Перед включением фидера, на котором производились работы, надо убедиться в отсутствии людей на линии, снято ли заземление и убран ли инструмент.

Выполнение любых работ под напряжением категорически запрещено. Внезапное исчезновение напряжения не может служить причиной прикосновения к токоведущим частям: следует помнить, что оно может быть так же внезапно восстановлено.

На электромашинах во время вращения ротора никаких работ производить не разрешается, за исключением шлифовки коллекторов. Шлифовку коллекторов необходимо производить с помощью приспособлений, исключающих прикосновения рабочего к вращающимся и токоведущим частям.

Подключение электрического инструмента надо проводить только шланговым проводом через соответствующие этому инструменту предохранители. Корпус инструмента обязательно должен быть заземлен проводом, четко отличающимся от токоведущих проводов. Электрифицированный инструмент с вращающимися частями (дрели, электроотвертки, переносные заточные машинки и пр.) должен иметь выключатель непосредственно на самом инструменте.

Сварочные работы.

Сварочные работы опасны возможностью возникновения пожара, ожога рабочего, а также поражения электрическим током, ультрафиолетовым излучением дуги (при электросварке) и отравления газами.

В связи с пожароопасностью сварочных работ в шахтах, опасных по газу или пыли, их выполняют только в выработках, вентилируемых свежей струей воздуха: в вертикальных и наклонных стволах; околоствольных выработках и камерах, а также в квершлагах и штреках, где разре-

шено применение контактных электровозов. Для выполнения сварочных работ необходимо получать от вентиляционного надзора шахты подтверждение об отсутствии метана в месте их производства. Перед началом работ со стен и почвы выработки удаляют угольную пыль на протяжении не менее 10 м в обе стороны, а также убирают все легковоспламеняющиеся материалы (масло, обтирочные материалы, краски и др.) на расстояние не менее 20 м от места сварки.

Все деревянные или другие горючие части сооружений, находящиеся на расстоянии до 2 м, защищают асбестовыми или стальными листами. Под свариваемые элементы конструкций, под которыми находятся деревянные элементы, подкладывают лист, покрытый слоем песка толщиной 6—8 см. В непосредственной близости от места сварки должно находиться не менее двух огнетушителей, сосуд (вагонетка) с водой емкостью не менее 1 м³ и средства для тушения пожара водой (ведро или ручной насос с пожарным рукавом и брандспойтом).

Сварочные работы в шахте выполняют под наблюдением представителя горноспасательной части, а в надшахтном здании — работника пожарной охраны. Наблюдение ведется во время сварки и в течение 2 ч после окончания сварочных работ. Сварку сосудов, в которых ранее были горючие вещества, необходимо вести после промывки их горячей водой или продувки паром.

С целью избежания ожогов сварщик должен работать в положенной ему брезентовой рабочей одежде и брезентовых рукавицах. На спецодежде не должно быть рваных мест или складок, куда бы могли попасть брызги расплавленного металла. Ботинки сварщика должны быть с закрытым верхом и хорошо зашнурованы. При работе в сапогах брюки одевают навывпуск.

При работе сварщика на высоте нахождение внизу под ним других рабочих запрещается. Совместная работа электро- и газосварщиков недопустима.

Для предотвращения поражения электрическим током все электросварочное оборудование и свариваемое изделие должны быть заземлены, а провода, подводящие ток, защищены от повреждений. Не разрешается скручивать сварочные провода, а также использовать провода с поврежденной изоляцией. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

Работа электросварщика стоя в воде или под дождем запрещена. При работе в сырых помещениях необходимо устраивать сухие помосты, покрывая их диэлектрическими ковриками. Подключение и отключение сварочных машин и аппаратов сети должно проводиться лицами, имеющими соответствующую квалификационную группу.

Работая в закрытом сосуде, электросварщик должен быть изолирован от него. Для этого он должен быть в диэлектрических ботах или находиться на изоляционном коврике. Внутреннее освещение должно осуществляться переносными электролампами напряжением не более 12 В, а на открытом воздухе — 36 В.

Излучаемые электрической дугой ультрафиолетовые лучи вредно влияют на зрение и кожу. Причем боль может появиться не сразу, а спустя несколько часов. Для защиты окружающих от действия лучей рабочее место электросварщика изолируют переносными ограждениями.

Сварщик защищает лицо щитком со вставленным светофильтром. Его подбирают в зависимости от величины сварочного тока: ЭС-100 — при сварочном токе до 100 А, ЭС-300 — при сварочном токе 100—300 А и ЭС-500 — при сварочном токе 300—500 А. Кожа сварщика защищается спецодеждой.

Как при газовой, так и при электрической сварке обильно выделяются ядовитые газы. Поэтому работа сварщиков в неветилируемых помещениях запрещена.

При работе внутри емкостей устраивают местную вентиляцию путем подвода свежего воздуха непосредственно к рабочему месту. Сварщик через каждый час работы должен выходить на свежий воздух для отдыха. Кроме того, вне емкости должен находиться специально проинструктированный рабочий, который в случае необходимости должен помочь сварщику выбраться из резервуара.

Во всех случаях, когда не гарантирована полная безопасность выполнения той или иной работы, мастер обязан так организовать рабочее место, проинструктировать рабочего и принять предохранительные меры, чтобы исключить возможность несчастного случая.

§ 30. Создание благоприятных условий труда в гальванических отделениях

Особенности труда в гальванических отделениях заключаются в том, что здесь находят применение много различных химических соединений, дающих вредно действующие на организм человека испарения. Наиболее вредными являются соединения свинца, ртути, хрома и кадмия, вызывающие раздражение дыхательных путей и кожи. Работа в этих цехах протекает при повышенной влажности и температуре, постоянном шуме вентиляторов.

Соединения, применяемые при нанесении гальванических покрытий, при попадании на тело могут вызвать долго не заживающие язвы и воспаление слизистых оболочек. Свинец, попадая в организм через органы дыхания, вызывает боли в мышцах и суставах.

Применяемые для обезжиривания деталей едкие щелочи в горячем состоянии, разъедают кожу и могут вызвать долго не заживающие ожоги. Поэтому, если такой раствор попадает на кожу, следует его тотчас же смыть водой. Нельзя класть детали в щелочной раствор руками. Для этой цели надо применять щипцы или крючки, мелкие детали погружать в обезжиривающий раствор в проволочных корзинках. Чтобы предотвратить брызги, опускать детали в ванну следует плавно.

Основным средством борьбы с выделением вредных паров является устройство местной отсасывающей вентиляции от ванн. Помимо этого частицы электролита задерживают плавающими на его поверхности стеклянными или пластмассовыми пустотелыми шариками диаметром 15—25 мм, которые полностью укрывают зеркало ванны. Выделяющиеся пузырьки водорода и кислорода, встречаясь с шариками, лопаются и освобождаются от уносимых ими частиц электролита. Этим же целям может служить слой пенообразователя.

В случае аварийной остановки вытяжной вентиляции необходимо немедленно прекратить работу, выключить ток, выйти из помещения и сообщить мастеру.

Работать в гальваническом отделении разрешается только в прорезиненном халате, фартуке с нагрудником, резиновых сапогах, резиновых перчатках и защитных очках.

В целях предупреждения профессиональных заболеваний необходимо 2—3 раза в день смазывать внутреннюю полость носа вазелином, а перед началом работы и после ее окончания — руки. Попавшие на тело брызги хромового раствора следует немедленно смыть обильной струей воды. Оставшиеся на теле пятна смывают раствором, состоящим из одной части соляной кислоты, одной части гидролизного спирта и двух частей воды. При попадании брызг раствора в глаза нужно немедленно промыть глаза водой.

Электролит нельзя разливать. При выемке деталей из ванны необходимо дать раствору стечь в ванну, после чего тщательно промыть их в промывочной ванне.

Контрольные вопросы

1. Требования, предъявляемые к рабочему месту и самому рабочему в вопросах техники безопасности.
2. Обязанности дежурного инженерно-технического персонала по созданию нормальных условий труда.
3. Основные правила техники безопасности при выполнении слесарных работ.
4. Рассказать о мерах предупреждения несчастных случаев при выполнении электрослесарных работ.
5. Охарактеризовать меры, принимаемые для защиты рабочего и окружающих при выполнении сварочных работ.
6. Каким образом создаются безопасные условия работы в гальванических цехах?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шилов П. М.* Технология производства и ремонт горных машин. М., Недра, 1971. 381 с.
2. *Положение* о планово-предупредительных ремонтах (ППР) механического оборудования предприятий черной металлургии СССР. Тула, Приморское книжное издательство, 1973. 369 с.
3. *Положение* о планово-предупредительном ремонте оборудования транспортных средств угольной и горнорудной промышленности. М., Недра, 1965. 120 с.
4. *Положение* о планово-предупредительных ремонтах оборудования и транспортных средств на предприятиях цветной металлургии СССР. М., Недра, 1975. 119 с.
5. *Банатов П. С.* Износ и повышение долговечности горных машин. М., Недра, 1970. 253 с.