

РЕМОНТ
ЗАБОЙНЫХ
МАШИН

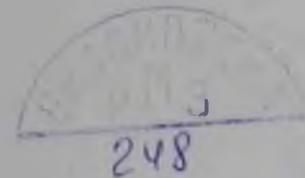
6п5.6:6п1

P. 37

62283

РЕМОНТ
ЗАБОЙНЫХ
МАШИН

2018



МОСКВА
«ИЗДАТЕЛЬСТВО НЕДРА»
1976

Ремонт забойных машин. М., «Недра», 1976. 216 с.
Авт.: Б. П. Воробьев, В. П. Воробьев, Ю. Л. Ковенский и др.

В книге рассмотрены вопросы износа и разрушения деталей горношахтного оборудования, организация его капитального ремонта, принципы разработки ремонтной документации и определения нормативов стойкости и норм расхода запасных частей.

Подробно освещена технология капитального ремонта горношахтного оборудования, принятая на рудоремонтных заводах, изложены современные способы восстановления деталей, особенности ремонта взрывобезопасного электрооборудования, даны рекомендации по выбору смазочных материалов и консервации отремонтированного оборудования.

Книга рассчитана на широкий круг инженерно-технических работников проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтов, а также на работников рудоремонтных и машиностроительных заводов угольной промышленности.

Табл. 73, ил. 64, список лит. — 32 назв.

Авторы:

Б. П. Воробьев, В. П. Воробьев, Ю. Л. Ковенский, Н. В. Норкин, Г. М. Семенюта, И. М. Шахтин.

ВВЕДЕНИЕ

Высокую производительность труда при использовании оборудования после капитального ремонта можно достичь только при условии высококачественного его ремонта, гарантирующего надежную и долговечную работу.

Усложнение конструкции горных машин, широкое использование в них гидравлических механизмов и устройств ставит перед ремонтными предприятиями более сложные технические задачи. Для восстановления параметров машин и обеспечения межремонтного срока их эксплуатации, ремонтные предприятия должны быть оснащены необходимым оборудованием, средствами измерения и контроля, широко использовать современные способы восстановления деталей, производить тщательные испытания машин после ремонта.

Повышение технического уровня горных машин резко повышает требования к их ремонту, становится необходимым получение высоких точностей и классов частоты восстанавливаемых поверхностей, применение в ремонтной службе новых технологических процессов и материалов, освоение новых защитных покрытий, более широкое применение синтетических материалов.

Интенсификация использования горношахтного оборудования, увеличение нагрузки на забой также требуют от отремонтированного оборудования повышения его износостойкости, сокращения количества и времени отказов. Это достигается как повышением качества ремонта, так и правильной эксплуатацией оборудования.

Важное значение приобретает также совершенствование организации и технологии ремонта горных машин, модернизация горношахтного оборудования в процессе его ремонта, обеспечивающие повышение качества ремонта, надежности и долговечности. Поэтому в предлагаемой книге подробно рассмотрены вопросы организации капитального ремонта.

Во всем комплексе вопросов ремонта горных машин важное значение имеет разработка обоснованных и экспериментально проверенных технических требований к восстановлению деталей, обоснование применения в отремонтированных машинах увеличенных зазоров в различных сопряжениях (цилиндрических, шлицевых, в зубчатых и червячных передачах и др.). Этими требованиями определяется уровень надежности машин после ремонта, а также стоимость ремонта.

Авторами впервые в отрасли были разработаны нормативы по определению допустимых износов элементов деталей и узлов горных машин. Эти нормативы согласованы и утверждены Союзуглемашем.

Обобщение передового опыта рудоремонтных предприятий по капитальному ремонту забойного оборудования нашло отражение в разделах книги о технологии ремонта и восстановления деталей, в том числе гидрооборудования.

В настоящее время в технической документации на очистное оборудование имеется неоправданно большая номенклатура смазочных материалов, поэтому приведенные в книге данные о смазочных материалах, окраске и консервации при ремонте являются попыткой систематизации и составления унифицированных рекомендаций.

Все замечания и пожелания читателей по содержанию книги будут приняты авторами с благодарностью.

Глава I

ИЗНОС И РАЗРУШЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЗАБОЙНЫХ МАШИН

§ 1. Причины износа и разрушения деталей и узлов

Многолетний опыт проектирования и эксплуатации забойных машин, а также исследования в области угольного машиностроения, позволили создать ряд высокопроизводительных машин и комплексов, обладающих высокой надежностью и долговечностью, несмотря на многообразие сложных условий, в которых работает шахтное оборудование. Однако и в самых современных конструкциях машин, в силу многих причин, наблюдается интенсивный износ, а также разрушение деталей и узлов.



Рис. 1. Заедание на поверхности зуба

Износу и другим видам повреждений подвержены в большинстве своем детали трансмиссий машин.

Анализ видов повреждений зубчатых передач комбайнов, выполненный кафедрой горных машин Донецкого политехнического института, показывает, что в большинстве случаев доминируют такие виды повреждений, как **заедание** (рис. 1), скол торцов и вершин зубьев (рис. 2), а также коррозия, которая достигает 95% от всех видов повреждений, прошедших дефектацию зубчатых колес.

Задание и связанное с ним познурение в зоне искаженного профиля зуба при высоких контактных напряжениях вызывает выкрашивание (рис. 3), а во многих случаях образованию таких повреждений способствует коррозия.



Рис. 2. Скол торцов и вершин зубьев

Одной из важных причин износа зубчатых передач и подшипников качения забойного оборудования является загрязнение смазки угольной и породной пылью [6].

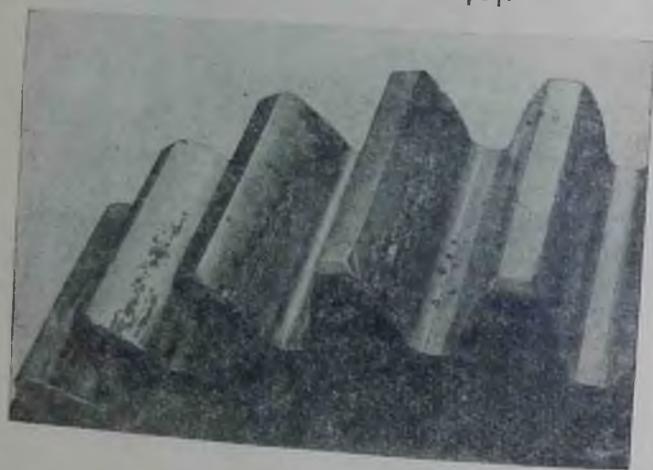


Рис. 3. Выкрашивание поверхности зубьев

Исследованиями [27] установлено, что содержание в смазке механических примесей — частиц угля и породы — составляет от 3 до 10%, а в отдельных случаях доходит до 20—30%. Сле-

дует отметить, что автомобильные масла содержат не более 0,3—0,4% механических примесей.

Наличие в смазке редукторов 1% угольной пыли увеличивает износ деталей в 10 раз [8]. Помимо абразивного действия, угольная пыль, находясь в масле, способна брикетироваться, создавая значительные препятствия для тел качения подшипников. Возникающие при этом заклинивания тел качения вызывают интенсивное превращение подшипников по посадочным поверхностям, а в результате увеличения зазоров в опорах валов резко снижается работоспособность редукторов.

Загрязнение смазки вызывает также значительный износ зубчатых передач, что свидетельствует о неадекватной герметизации редукторов забойных машин в условиях интенсивного выделения пыли при разрушении угля и породы.

Проникновение, по ряду причин, влаги в ванны редукторов (прямое попадание воды при вскрытии редукторов, конденсация паров влажной шахтной атмосферы) вызывает интенсивную коррозию зубчатых колес, подшипников и других деталей — одну из причин преждевременного выхода из строя отдельных деталей и машин в целом.

В некоторых случаях преждевременное разрушение зубчатых колес, валов, подшипников наступает из-за ряда технологических причин (несоосности расточки корпусных деталей, дефектов, возникающих при термической обработке, некачественной сборке). Однако более важной причиной является деформация от внешних нагрузок и износ посадочных поверхностей корпусных деталей из-за низкой их жесткости и твердости.

Тенденция к повышению мощностей двигателей в современных забойных машинах оказывает существенное влияние на интенсивность износа зубчатых колес и подшипников, вследствие повышения контактных напряжений до 12000—18000 кгс/см², при которых применяемые в настоящее время марки смазок (индустриальное «45», цилиндрическое «24» и др.) не обеспечивают противозадирную стойкость зубчатых передач.

Низкий срок службы защитных хромовых покрытий в забойных машинах и особенно гидромеханизированных крепях (6—8 мес.) приводит к значительным потерям масла, эмульсии, а затем и полному отказу гидромеханизмов из-за потери герметичности домкратов и стоек, вследствие интенсивного износа резиновых уплотнений поверхностями, пораженными коррозией (рис. 4). Это приводит, кроме того, к значительному повышению стоимости капитального ремонта забойных машин и крепей. Например, стоимость капитального ремонта секции крепи М-87 из-за высокой трудоемкости восстановления плунжеров гидровинтовых стоек, пораженных коррозией, составляет 35% стоимости новой секции.

Таблица 1

Виды дефектов	Характеристика дефектов	Основные детали и их поверхности, на которых выявлены дефекты	Причины дефектов
1. Износы Механический износ	Изменение начальных размеров, искажение геометрических форм, появление рисок, задиоров	Посадочные места под подшипники качения валов, стаканов, корпусов редукторов; поверхности валов, цилиндров, штоков, контактирующих с уплотнениями; рабочие поверхности зубчатых и червячных передач, гильз и золотников блоков управления, цилиндров и поршней насосов и гидродвигателей; наружные и внутренние резьбы, подшипники качения	Трение поверхностей деталей при значительных давлениях
Абразивный износ	Интенсивное изменение начальных размеров, геометрических форм, появление глубоких рисок, задиоров, наволакивание металла	Наружные поверхности корпусов комбайнов и оснований крепи, перемещающихся по почве; перекрытия крепей, шнеки, бары, погружные щиты комбайнов	Абразивное воздействие угля и породы
Абразивно-механический износ	То же	Зубья звезд, рабочие поверхности направляющих тяговых цепей, канатных барабанов, роликов, утюгов, барабанов, режущие и погружные цепи, опорные лыжи комбайнов; рабочие поверхности зубчатых и червячных передач, подшипники качения	Трение поверхностей деталей при значительных удельных давлениях в присутствии абразивов и в условиях загрязненной смазки
2. Пластические деформации Изгиб	Искажение форм, геометрических осей, появление трещин на растянутых волокнах	Штоки и плунжеры домкратов и стоек, валы и оси трансмиссий, зубья зубчатых и червячных передач, металлические конструкции комбайнов и крепей, консольные части корпусов комбайнов, перекрытия крепей	Внецентренное действие нагрузок, значительное превышение допустимых нагрузок
Кручение	Поворот сечения относительно начального положения, появление трещин	Валы трансмиссий	Действие крутящих моментов, превышающих допустимые
Коробление	Искажение начальной формы	Диски фрикционов	Длительная пробуксовка под нагрузкой
Смятие	Искажение начальной формы, образование наплывов металла	Рабочие поверхности гнезд клапанов, рабочие поверхности шлицевых и шпоночных соединений	Многоциклический силовой контакт поверхностей, длительное действие контактных нагрузок, превышающих допустимые
3. Механические разрушения	Отделение части детали	Предохранительные штифты, валики цепей, валы трансмиссий	Действие нагрузок, превышающих допустимые, многоциклические действия знакопеременных нагрузок
Срез	Нарушение сплошности металла по сечению	Корпусные детали, валы и оси трансмиссий, рабочие поверхности закаленных зубчатых колес и червяков, металлические конструкции, подшипники качения, основание крепей, пружины	Действие внутренних напряжений, возникающих при сварке, термической обработке, многоциклическое действие знакопеременных нагрузок, действие контактных, ударных нагрузок и крутящих моментов, превышающих допустимые пределы, дефекты структуры
Трещины	Искажение геометрической формы поверхности в результате отделения частичек металла	Рабочие поверхности закаленных зубчатых передач и червяков, гнезд и клапанов насосов	Многоциклическое действие контактных нагрузок
Выкрашивание	Отделение части детали или ее элемента	Рабочие поверхности закаленных зубчатых и червячных передач, закаленные шпильки, валы трансмиссий	Действие динамических нагрузок, развитие трещин под нагрузкой, конструктивные причины
Отколы			

Виды дефектов	Характеристика дефектов	Основные детали и их поверхности, на которых выявлены дефекты	Причины дефектов
Изломы	Разрушение детали или отделение ее части	Рабочие поверхности закаленных зубчатых и червячных передач, закаленные шпильки, валы трансмиссий	Действие динамических нагрузок, разрывные трещины под нагрузкой, конструктивные причины
4. Коррозионные разрушения Общая коррозия	Образование окисной пленки, глубоких язв	Наружные поверхности горючих машин и механизмов, не защищенных стальной крышкой, детали трансмиссий, полости цилиндров	Действие агрессивной (кислотной или щелочной) шахтной воды, сернистого газа, рудничной атмосферной угольной пыли
Коррозионное разрушение защитных покрытий	Появление отдельных очагов, пятен, вздутий и отслоений	Поверхности деталей, имеющие анодные (цинк, кадмий), катодные (хром, никель), а также окисные защитные покрытия	Действия коррозионного тока гальванических микропар под воздействием влажной шахтной атмосферной пыли
5. Эрозионные разрушения	Изменение начальных размеров и форм, образование промоин	Трубопроводам, рабочие поверхности седел и клапанов, гильз и золотников блоков управления, цилиндров, поршней насосов и гидродвигателей, цилиндров стоек и гидродомкратов	Кавитационные явления при истечении рабочих жидкостей

Существенное влияние на износ деталей оказывают и многие эксплуатационные причины: несвоевременные профилактические осмотры и ревизии, использование несоответствующих видов смазок, нарушение режимов эксплуатации машин и другое.

Основные виды поврежденной детали в узлах, вышедшие при капитальном ремонте зубочных машин и гидромеханизированных крепей, можно подразделить на пять групп: износы, пластические деформации, механические разрушения, коррозионные разрушения, эрозионные разрушения.



Рис. 4. Плунжер крепи МК-97, поврежденный коррозией

В табл. 1 приведены характеристика дефектов, перечень основных деталей, подвергающихся износу или разрушению, и причины дефектов.

§ 2. Меры по снижению износа и разрушений деталей и узлов

В целях снижения износа деталей трансмиссий зубочных машин необходимо дальнейшее совершенствование конструкций уплотнительных устройств, способных обеспечить надежную герметизацию полостей редукторов в течение межремонтного периода.

Однако и в процессе эксплуатации и ремонта машин необходимо следить за состоянием уплотнений, в особенности резиновых манжет на выходных валах. Своевременная замена уплотнений значительно снижает засорение смазки угольной пылью.

Целесообразно при замене уплотнений во время их эксплуатации и сборки на заводах производить проверку герметичности

резиновых манжет, используя несложное приспособление (рис. 5).

Герметичность манжеты 2 контролируется путем создания во внутренней полости приспособления избыточного давления масла, заливаемого через пробку 1. Давление 0,5 кгс/см² создается перемещением поршня 3 с помощью рычага 4, с укрепленным на нем грузом 5. Давление контролируется манометром 6.

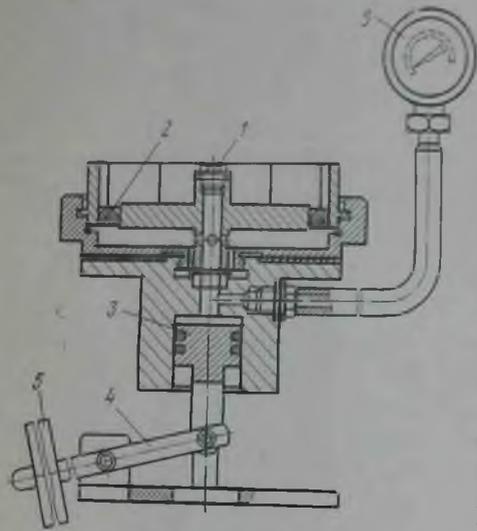


Рис. 5. Приспособление для испытания герметичности резиновых манжет

Важным условием для снижения заедания и коррозионного повреждения зубчатых передач забойных машин при высоких контактных напряжениях является применение смазок с противозадирными присадками и ингибитором коррозии.

Большое значение при капитальном ремонте машин имеет правильный подход к сборке зубчатых передач при сохранении обезличенного метода ремонта.

Повторно используемые колеса имеют искаженный профиль зубьев, а также некоторые другие дефекты (следы задиrow, незначительное выкрашивание и прочее), что сказывается на процессе изнашивания при дальнейшей их эксплуатации. Для уменьшения износа целесообразно профиль цементированных и закаленных зубьев в процессе восстановления колес исправлять на зубошлифовальных станках с соблюдением требований ремонтной документации в отношении величины цементационного слоя зубьев, необходимого для безаварийной работы в течение всего межремонтного срока.

В отдельных случаях, когда по каким-либо причинам твердость зубьев с искаженным профилем оказывается недостаточной, а величина износа невелика, исправление профиля зубьев необходимо производить зубофрезерованием с последующей, предусмотренной технической документацией, термической обработкой.

При капитальном ремонте машин должно уделяться внимание контролю качества зацепления передач во избежание неравномерного распределения нагрузки по длине зуба или отсутствия в зацеплении бокового зазора. Такого рода нарушения наиболее часто встречаются при капитальном ремонте вслед-

ствие деформации корпусов при восстановлении посадочных мест наплавкой. Контроль качества заплывания обычно проводится по пятим касаниям.

Для уменьшения износа посадочных мест в корпусных деталях необходимо предусматривать их термическую обработку или выполнять раскатку отверстий, создавая тем самым упроченный поверхностный слой.

Коррозионная стойкость деталей гидрооборудования, постоянно подверженных воздействию агрессивной шахтной атмосферы, может быть повышена путем нанесения на поверхность деталей комбинированного хромового покрытия [11]. При этом вначале должен быть нанесен относительно мягкий, молочный осадок хрома, почти не имеющий сеток трещин и хорошо защищающий основной металл от коррозии, а затем наносится блестящее хромовое покрытие, с большим количеством трещин, но обладающее высокой твердостью и износостойкостью.

Комбинированное хромирование выполняют в специальной ванне, оборудованной змеевиком из титанового сплава. Пропускаемая через змеевик холодную воду или пар, электролит быстро охлаждается или подогревается до требуемой температуры.

Молочный осадок хрома получают при температуре электролита 70°С и плотности тока 30 А/дм², блестящие осадки — при температуре электролита 50—55°С и плотности тока 45—55 А/дм². Толщина молочного осадка хрома должна быть не менее 20, а блестящего — 20—30 мк. Для комбинированного хромирования используется стандартный электролит.

Перспективным является защита от коррозии стальных деталей электролитическими сплавами: железо—никель—кобальт, железо—никель—марганец, бронзовые покрытия и др. Преимуществами электролитических сплавов является возможность получать в широком диапазоне физико-механические свойства покрытий в зависимости от процентного соотношения компонентов сплава и режима электролиза.

При нанесении, для защиты от коррозии, цинковых и кадмиевых покрытий следует иметь в виду, что кадмиевые покрытия лучше защищают стальные детали в растворах, содержащих хлориды [25]. Поэтому в угольных районах, с преобладающим содержанием в шахтной воде хлоридов, предпочтительными являются кадмиевые покрытия.

Для повышения коррозионной стойкости и твердости цинковых покрытий для деталей забойных машин следует применять процесс блестящего цинкования из кислых электролитов с добавлением, в качестве блескообразователя, полиакриламида.

ОРГАНИЗАЦИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

§ 1. Основные направления в организации ремонта горношахтного оборудования

Быстрое развитие механизации трудоемких процессов в угольной промышленности резко изменило количественный и качественный состав парка горных машин, главным образом вследствие создания различных типов комбайнов и комплексов.

Для обеспечения бесперебойной эксплуатации горных машин потребовалось значительно повысить роль ремонтной службы, постоянно совершенствовать технологию ремонта машин, используя достижения науки и техники, опыт работы передовых машиностроительных заводов и крупных ремонтных предприятий.

Впервые работы по организации заводского ремонта были осуществлены в 1949 г. на Рутченковском рудоремонтном заводе при капитальном ремонте врубовой машины ГТК-3М, а в 1950—1951 гг. институтами «Донгипроуглемаш» и «Гипроуглемаш» с участием рудоремонтных заводов Донбасса начали проводиться работы по разработке ремонтной документации.

С этой целью институтами были проведены в шахтных условиях исследования причин износа и поломок деталей и узлов угольных комбайнов «Донбасс», УКТ-1 и ККП-1. Результаты исследований позволили найти правильное решение в улучшении конструкции комбайнов, в повышении технического уровня эксплуатации машин, улучшении организации их ремонта.

Анализ собранных материалов позволил разработать основные технические требования для ремонта машин, установить признаки повторного использования деталей, а также необходимость технологической проработки рабочих чертежей машин на ремонтпригодность, чему ранее не уделялось внимание.

Донгипроуглемашем по комбайну «Донбасс» и Гипроуглемашем по комбайнам УКТ-1 и ККП-1 были разработаны технические условия на ремонт механической части указанных комбайнов, а также карты браковочных признаков и ремонтные чертежи.

В 1953 г. Гипроуглемашем были изданы общие технические условия на ремонт механической части угольных машин и ме-

ханизмов (РМ 210-53), в 1955 г. Рутченковским рудоремонтным заводом в содружестве с Антрацитовским и Кадиевским рудоремонтными заводами было разработано руководство по ремонту угольных комбайнов и врубовых машин, а в 1970 г. Гипроуглемашем были разработаны «Методические указания (инструкция) по составлению карт браковочных признаков».

В этих материалах на основании накопленного опыта были определены технические требования по подготовке узлов и деталей для дефектации и ремонта, оценке пригодности деталей, к повторному использованию методом восстановления деталей, сборке, заводским испытаниям после ремонта, приемке, внешней отделке и т. д.

В период введения Донгипроуглемашем ремонтной документации одновременно с картами браковочных признаков на комбайн «Донбасс» было разработано руководство по ремонту комбайна. В нем помимо общих требований на дефектировку деталей и узлов содержались также технологические процессы ремонта деталей и узлов, сборки, испытания и приемки комбайна после ремонта.

Благодаря разработке ремонтной документации и большому опыту, накопленному рудоремонтными заводами по внедрению новых методов восстановления и ремонта деталей, стало возможным в короткий срок перейти на прогрессивный поточно-узловой, обезличенный метод ремонта, который полностью оправдал себя организационно, технологически и экономически. Этот метод ремонта с обезличиванием деталей при условии сохранения их взаимозаменяемости позволяет производить ремонт и отдельных узлов машин, что в ряде случаев диктуется условиями эксплуатации машин.

Опыт показывает, что целесообразность форм организации капитального ремонта горношахтного оборудования определяется главным образом серийностью машин, поступающих в ремонт, и техническим уровнем ремонтного предприятия.

При освоении ремонта опытных машин или комплекса оборудования, изготавливаемого небольшими партиями, обычно применяется индивидуальный метод ремонта, при котором не разрабатывается ремонтная документация, а изготавливается только специальная оснастка. Этот метод используется также иногда в начальной стадии освоения ремонта новых типов машин, когда еще не подготовлено ремонтное производство.

При ремонте серийно изготавливаемых машин обычно применяется поточно-узловой метод, при котором возможна обезличенность ремонта при сохранении необходимого уровня качества. Необходимым условием поточно-узловой метода ремонта является обеспечение производства ремонтной, конструкторской и технологической документацией, достаточным уровнем технологической оснащенности, необходимыми методами и средств-

вами измерения и контроля. При этом методе ремонта необходимо постоянное совершенствование технологии ремонта, освоение различных способов восстановления и упрочнения деталей.

Массовый ремонт машин и механизмов позволяет применять конвейерную систему ремонта, при которой кроме высокой технической оснащённости должна обеспечиваться непрерывность поступления деталей на сборку. При этом методе применяются механизированные и автоматизированные линии восстановления деталей различными способами, значительно повышается уровень механизации труда.

Внедрению поточно-узлового и конвейерного методов ремонта в значительной мере способствует специализация ремонта, позволяющая сконцентрировать на одном предприятии ремонт значительного количества однотипных машин, уменьшить номенклатуру восстанавливаемых деталей, снизить стоимость ремонта.

§ 2. Межремонтные сроки эксплуатации горношахтного оборудования

Продолжительность межремонтных сроков эксплуатации, а также наработка горношахтного оборудования за межремонтный период дают оценку его эксплуатационных возможностей в определенных горно-геологических условиях. Эти два критерия зависят от многих факторов, основными из которых являются: уровень конструктивного усовершенствования машины, уровень технического обслуживания машин в процессе эксплуатации, технический уровень и качество капитального ремонта.

Правильная организация технического обслуживания и профилактических ремонтов горношахтного оборудования являются важнейшим условием повышения межремонтных сроков его эксплуатации. Этому в значительной степени способствует наиболее полное удовлетворение потребности шахт в запасных частях. От удовлетворения потребности в запасных частях в значительной степени зависит качество и стоимость капитального ремонта горношахтного оборудования.

В табл. 2 (по данным Рутченковского рудоремонтного завода) приведены сведения о стоимости капитального ремонта некоторых типов комбайнов и удельный вес запасных частей, расходуемых при ремонте.

Из табл. 2 видно, что в стоимость капитального ремонта от 26 до 68% входит стоимость запасных частей, что указывает на значительное различие в использовании новых запасных частей в разных машинах при их ремонте. При капитальном ремонте комбайнов 1К-101 и «Кировец» расходуется соответственно 65 и 68% запасных частей, что свидетельствует о износе и отбраковке при ремонте большого количества деталей.

84-2 1972

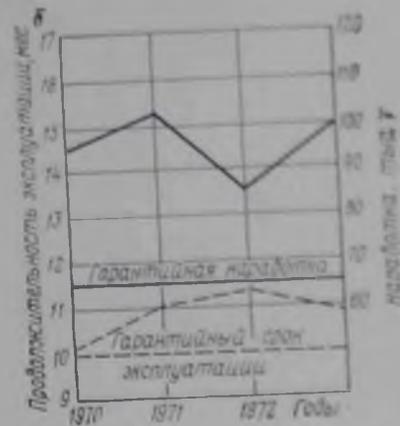
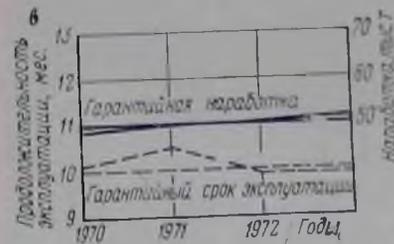


Рис. 6. Графики наработок и межремонтных сроков эксплуатации комбайнов для крутых и пологих пластов после капитального ремонта: а — 2К-52; б — 1К-101; в — «Кировец»

Гарантийные сроки эксплуатации оборудования, как нового, так и после капитального ремонта, определены приказом МУП СССР № 313 от 5 июля 1967 г.

В табл. 3 приведены гарантийные сроки работы основного горношахтного оборудования.

Таблица 3

Типы комбайнов	Стоимость запаса комбайнов, руб.	Сложность конструктивного ремонта		Удельный вес запаса по капитальному ремонту	
		руб.	% к стоимости запаса комбайнов	руб.	% к стоимости запаса комбайнов
2К-52	19 650	6820	33,6	2282,4	34,5
1К-101	22 100	7040	31,8	4577	60,0
«Кировец»	9 100	2100	23,0	1426	68,0
ПК-3М	19 300	7810	40,5	2009	26,4

Таблица 3

Наименование оборудования	Срок эксплуатации, мес.	
	нового оборудования	оборудования после капитального ремонта
Механизированные крепи	24	20
Комбайны угольные	12	10
Комбайны проходческие	14	14
Породопогрузочные машины	12	10
Угледопгрузочные машины	12	10

На рис. 6, а, б, в приведены фактические наработки и межремонтные сроки эксплуатации некоторых типов комбайнов для пологих пластов (по годам) после капитальных ремонтов, выполненных Рутченковским рудоремонтным заводом.

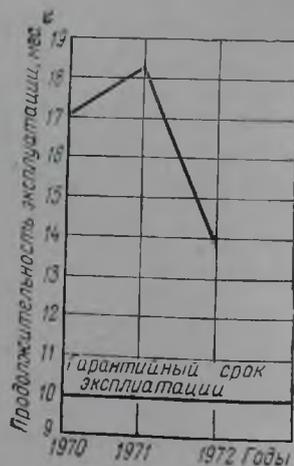
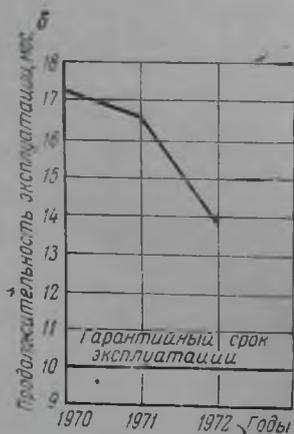
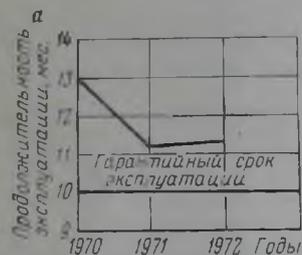


Рис. 7. Межремонтные сроки эксплуатации комбайнов для пологих и крутых пластов после капитального ремонта:

а — КТ; б — УКР-1; в — БК-52; г — «Темп»

На рис. 7, а, б, в, г показаны межремонтные сроки эксплуатации комбайнов для крутых и пологих пластов (по годам) после капитальных ремонтов, выполненных Горловским рудоремонтным заводом.

Из графиков видно, что для комбайнов 2К-52, 1К-101 межремонтные сроки эксплуатации и количество добытого угля выше гарантийных, для комбайна «Кировец» — почти на уровне гарантийных. У комбайнов УКР-1 и КТ межремонтные сроки эксплуатации выше, чем у комбайнов «Темп» и БК-52.

Глава 3

РЕМОНТНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

§ 1. Состав ремонтной документации

Уровень качества отремонтированных изделий зависит от требований, заложенных в ремонтной документации, и исполнения этих требований на производстве.

Забойные машины за весь срок эксплуатации многократно проходят капитальный ремонт. В связи с этим базовые детали и узлы, которые без замены неоднократно подвергались восстановлению, теряют свою первоначальную прочность.

Повторное использование деталей может привести к преждевременному выходу из строя в связи с ухудшением физико-механических свойств материала и прежде всего из-за снижения усталостной прочности. Это вызывает необходимость в квалифицированной разработке ремонтной документации на основании экспериментальных, опытных и расчетных данных, возможности повторного использования деталей, восстановленных различными способами.

Капитальный ремонт изделия может выполняться только при наличии необходимой ремонтной конструкторской и технологической документации, оборудования, приспособлений, стендов, при поддержании на должном уровне контроля за соблюдением технологии ремонта, а также контроля величин износа, зазоров, геометрических параметров деталей, узлов и частей изделия.

Ремонтная документация является основным техническим документом для подготовки ремонтного производства и контроля качества ремонта изделия и должна предусматривать восстановление его технических параметров и характеристик.

Разработка таких документов для изделий серийного или массового производства является обязательной.

Самостоятельные ремонтные документы могут разрабатываться на составные части изделия, например на электрооборудование.

Изготовление и ремонт взрывобезопасного электрооборудования должно быть произведено в соответствии с «Правилами изготовления взрывозащищенного рудничного электрооборудования» ОАА.684.053—67, которые регламентируют допустимые зазоры сопряжений, допустимые шероховатости

поверхностей, технические требования к взрывоустойчивости и взрывонепроницаемости оболочек, требования к крепежным элементам, способам ремонта, гидротестирования оболочек, блокировочным устройствам и другие специальные требования.

Самостоятельные ремонтные документы могут быть также групповыми, составленными, например, на электрооборудование нескольких типов изделий, они же составляются и в случаях экономической или технической целесообразности ремонта части изделия, комплекса.

Например, ремонт составных частей комплекса оборудования: секция крепи, блоки управления, блоки клапанные, маслостанции, насосы, гидродомкраты, магнитные станции и другие составные части — может производиться по самостоятельным ремонтным документам.

В случае ремонта опытной партии изделий или изделий индивидуального производства документация составляется по аналогии ремонтных документов окончательно отработанных и проверенных опытным или экспериментальным путем изделий, с использованием рабочих документов на изготовление и испытание изделия.

При разработке ремонтной документации должны быть использованы конструкторская, технологическая, эксплуатационная документация завода-изготовителя; анализы продолжительности гарантийных сроков, неисправностей и ремонтной пригодности деталей и узлов при эксплуатации; материалы по исследованию неисправности при эксплуатации, а также опыт по ремонту аналогичных изделий, материалы по износу, ремонту и т. д.

Разработанной ремонтной документацией должно предусматриваться:

максимально возможная номенклатура восстанавливаемых деталей в пределах экономической целесообразности;

сохранение взаимозаменяемости деталей и составных частей изделия после восстановления;

техническое обоснование способов ремонта, технические требования к отремонтированному изделию, нормы расхода запасных частей и материалов, технические требования к параметрам и характеристикам, техническое обоснование межремонтного периода работы изделия после капитального ремонта;

техническое обоснование принятых ремонтных отклонений деталей и узлов от аналогичных требований рабочей документации на изготовление (табл. 4);

изменяющиеся при эксплуатации и подлежащие восстановлению детали и сборочные единицы с указанием размеров по рабочей документации на изготовление; размеров, при которых детали и сборочные единицы не подлежат ремонту; размеров

деталей, сборочных единиц и изделия, с которыми разрешается выпускать из ремонта; параметров и технических характеристик деталей и сборочных единиц, с которыми допускаются они к эксплуатации;

Таблица 4

Наименование технических требований	Технические требования, принятые		Обоснования, принятые в ремонтном документе технических требований
	в чертежах и технических условиях на изготовление, мм	в руководстве на капитальный ремонт, мм	
Зазор между валиком У37.13.00.017 и втулкой У33.22.45.196 (подвижное соединение)	0,13 $\frac{A_3}{X_3}$	Не более 0,25 $\frac{A_4}{X_3}$	ПИБВРЭ (правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования, стр. 71) ПИБВРЭ (стр. 66)
Шероховатость поверхности «взрыв» (подвижное соединение): валика У37.13.00.017 втулки У.33.22.45.196	Не менее $R_a 1,25$ $R_a 2,5$	Не менее $R_a 2,5$ $R_z 20$	ПИБВРЭ (стр. 66)
Неплоскостность поверхности «взрыв» корпуса крышки У37.13.00.160	Не более 0,05	Не более 0,1	ПИБВРЭ (стр. 66)
Зазор между корпусом редуктора У37.11.05.019 и разъемом штепсельным РШВС-160 (неподвижное соединение)	0,21 $\frac{A_3}{X_3}$	Не более 0,3 $\frac{A_{3a}}{X_3}$	ПИБВРЭ (стр. 60)
Износ отверстия, износ зубьев на длине общей нормали шестерни УМ2-50.00.005	$\frac{\varnothing 72 A_3}{12+0,09}$; $\frac{61,95-0,2}{-0,3}$	$\frac{\varnothing 72 A_3}{12,6}$; $\frac{60,4}{60,4}$	Установлено опытом эксплуатации. Акты дефектации до первого капитального ремонта
Износ отверстия втулки 21.05.01.037	$\varnothing 12 A_3$	$\varnothing 12 A_{3a}$	Установлено опытом эксплуатации. Акты дефектации до первого капитального ремонта

методики определения допустимого технического состояния составных частей изделия, допускаемых к эксплуатации без ремонта;

правила и указания по устранению аварийных повреждений. В табл. 4 показан пример заполнения ведомости обоснования технических требований, принятых в «Руководстве на капитальный ремонт».

В ремонтной документации должны быть указаны: виды оборудования, инструменты, стенды, приборы, необходимые

для ремонта; меры безопасности при выполнении технологических операций (работ) и указания, направленные на предупреждение повреждения изделия; уровень подготовки ремонтного персонала, требуемого для выполнения ремонта изделия и т. д.

Формы ремонтных документов должны соответствовать ГОСТ 2.106—68.

Требования к текстовым ремонтным документам должны соответствовать ГОСТ 2.105—68.

Оформление и издание ремонтных документов должно производиться по ГОСТ 2.602—68.

Документы для ремонта изделия считаются укомплектованными, если в их номенклатуре имеется рабочая, ремонтная и эксплуатационная документации, а техническое содержание их отвечает требованиям ГОСТ 2.601—68 и ГОСТ 2.602—68.

По ГОСТ 2.602—68 обязательными ремонтными документами должны быть: руководство на капитальный ремонт, нормативы сроков службы до плановой замены деталей и сборочных единиц и нормы расхода запасных частей (см. § 4, глава 3), нормы расхода материалов и ведомость документов для ремонта. Остальные документы: общее руководство по капитальному ремонту, общие технические условия на капитальный ремонт, технические условия на капитальный ремонт, чертежи ремонтные, каталог деталей и сборочных единиц — составляются заводами-изготовителями по согласованию с заказчиком (т. е. с ремонтным предприятием).

Конкретные технические требования рассматриваемого типа изделия, касающиеся его параметров, характеристик, условий хранения, восстановления, регулирования и т. д., излагаются в «Руководстве на капитальный ремонт».

Содержание каждого из разделов «Руководства на капитальный ремонт» приведено в табл. 5.

При необходимости составления «Общего руководства на капитальный ремонт» из приведенных разделов исключаются указания по организации и технологии, а также общие технические требования к ремонту. Перечень документов, используемых с «Общим руководством на капитальный ремонт», приведен в табл. 6.

Требования «Общего руководства на капитальный ремонт» распространяются на несколько видов оборудования, например, на различные проходческие комбайны (узкозахватные, широкозахватные для пластов всех углов падения) и т. д.

Это дает возможность ремонтному предприятию, выполняющему капитальный ремонт нескольких типов машин, относящихся к определенным видам изделий, руководствоваться общими указаниями по организации производства и технологии ремонта, приведенными в «Общем руководстве на капитальный ремонт».

Порядковый номер раздела	Общее руководство на капитальный ремонт		Руководство на капитальный ремонт	
	Наименование раздела	Краткое содержание раздела	Наименование раздела	Краткое содержание раздела
1	Введение	Назначение, наименование изделий и ремонтных предприятий, на которые распространяется руководство, состав руководства, пояснения о принятых условных обозначениях и сокращениях слов, сведения о порядке использования ранее изданных руководств	Введение	Назначение и порядок использования, общая характеристика изделия и специальные указания по организации его ремонта, конкретные варианты изделия (по годам выпуска, номерам серий, обозначениям), перечень технических документов, используемых с руководством (табл. 7), перечень технических документов, аннулируемых в связи с изданием руководства, основные конструктивные различия изделий прежних выпусков, пояснения принятых условных обозначений
2	Организация ремонта	Схема и описание типового технологического процесса ремонта, перечень и общая характеристика технологических участков, общие требования к производственным помещениям (высота и площадь, размеры проходов и проездов, освещенность, вентиляция, чистота, влажность и температура воздуха и т.п.), особенности организации типовых рабочих мест, общая характеристика подъемно-транспортных средств, общие требования к энерго-силовому обеспечению, перечень средств механизации, средств выполнения специальных технологических	Организация ремонта	Специфические требования к организации ремонта, правила техники безопасности, специальные требования пожарной безопасности
3	Приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда	процессов, контроля и приемки после ремонта, общие требования мер безопасности и пожарной безопасности Приемка в ремонт: требования к комплектности, способы транспортирования изделия на ремонтное предприятие, условия приемки, хранение ремонтного фонда, указания о порядке, способах и сроках хранения	Приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда	В общем случае указывают особенности приемки в ремонт данного изделия и правила хранения ремонтного фонда, которые не приведены в общем руководстве
4	Разборка	Общие правила и указания по разборке изделия	Разборка	Описание порядка подготовки и разборки изделия, порядок пооперационной разборки изделия и его составных частей на детали и неразъемные части, перечень сборочных единиц, деталей, указания по технике безопасности из-за особенностей технологии разборки изделия
5	Организация дефектации	Общие для определенных видов правила и указания по эксплуатации и способам дефектации изделий и их составных частей	Подготовка к дефектации и ремонту	Правила и способы приемки с указанием мер предосторожности при работе с мощными средствами, способы очистки поверхностей от коррозии, краски, химических, электрохимических покрытий, способы временной защиты от коррозии промытых и окисленных деталей
6	Распределение и складирование деталей по оценке их пригодности и типам машин	Общие указания и правила маркирования деталей, прошедших дефектацию, сортировка деталей в зависимости от их пригодности и типа машин, складирование	Технические требования на дефектацию и ремонт	Перечень возможных дефектов и способов их выявления по каждой детали, признаки неисправных дефектов, размеры детали по рабочей документации, раз-

Порядковый номер раздела	Общее руководство на капитальный ремонт		Руководство на капитальный ремонт	
	Наименование раздела	Краткое содержание раздела	Наименование раздела	Краткое содержание раздела
6				меры, при которых детали не подлежат ремонту, способы устранения дефектов, технические требования к отремонтированным деталям, перечень деталей, которые должны быть заменены, чертежи деталей и сопряжений с указанием зон измерений и возможных дефектов, схемы установки средств контроля и т. д. (см. § 2).
7	Ремонт деталей и соединений сборочных единиц	Излагаются правила и указания по ремонту типовых деталей, разъемных и неразъемных соединений и сборочных единиц	Ремонт деталей и неразъемных составных частей	Основные технические требования к ремонту, перечень ремонтных операций к восстановленным и изготавливаемым деталям, ремонтные чертежи, указания о нанесении защитных покрытий, об отделке изделия после ремонта, проверке качества выполненных работ, а также технические требования на контроль
8	Сборка	Излагаются общие правила и указания по сборке, регулированию, настройке и отладке составных частей изделия и общие правила сборки изделия, типовые правила по выполнению сборочных работ, проверок регулировок, настроек и стендовых испытаний составных частей до их установки на изделие	Сборка составных частей	Для каждой составной части изделия помещают описания процессов сборки, пригонки, отладки, регулирования, отделки и других операций; технические требования к составной части, методики проверки на каждое техническое требование, методики стендовых испытаний, методики проверки качества сборочных работ
9	Испытания	Приводятся общие правила стендовых испытаний отремонтированного изделия	Модернизация	Излагаются содержание модернизационных работ, прилагают чертежи на модернизацию, приводят технические требования к изделию после модернизации
10	Защитные покрытия и покраска изделия	Защита деталей, сборочных единиц и изделия от коррозии в процессе ремонта и эксплуатации, инструкция по окраске изделия	Сборка, регулирование и настройка изделия	Помещаются сведения, изложенные в разделе «Сборка составных частей», по применительно к изделию в целом
11	Приемка изделия в сборе	Помещаются общие технические требования к собранному изделию: товарному виду, специальные требования к внешнему виду электрооборудования, надписи на этикетках, элементы крепления и блокировок, надежность крепления функциональных частей изделия, смазка открытых частей изделия, окраска и т. п.	Испытания, проверка и приемка после ремонта	Указываются технические требования к отремонтированному изделию, методика проверки, регулирования и настройки, методика стендовых и других испытаний. В методиках должно быть указано: температура для проведения испытаний, порядок подготовки к испытанию, порядок и условия проведения испытаний, порядок обработки результатов испытаний и общие технические требования к собранному изделию
12	Консервация	Правила консервации изделий данного вида	Покртия, смазка и консервация	Указываются особенности выполнения этих работ в отношении данного изделия

Порядковый номер раздела	Общее руководство на капитальный ремонт		Руководство на капитальный ремонт	
	Наименование раздела	Краткое содержание раздела	Наименование раздела	Краткое содержание раздела
13	Маркировка, транспортирование и хранение	Излагаются общие указания по маркировке, пломбированию, упаковке и отправке изделия для хранения, указывают особенности транспортирования и временного хранения	Маркировка, транспортирование и хранение	Ссылка на «Общее руководство на капитальный ремонт», приводят специфические требования, касающиеся данного изделия по маркировке, транспортированию и хранению данного изделия
14	Приложение	Излагаются справочные материалы, необходимые при ремонте: инструкции по особым ремонтным работам, инструкции по специфическим работам, обобщенные сведения по замене материалов (форма по ГОСТ 2.602—68)	Приложение	Включаются сводный перечень оборудования подъемно-транспортных средств, стенов, приспособлений, приборов и инструмента; схемы нагрузок основных элементов конструкций и расчетные нагрузки на сборочные единицы и их элементы в виде векторов сил; регламентированные моменты затяжек резьбовых соединений

№№ п/п	Наименование документов	Обозначение документов	Тип нормативных документов (стандарт, стандарт, инструкция)	Примечания
1	Руководство на капитальный ремонт	РК		
2	Нормы расхода запасных частей	ЗК		
3	Нормы расхода материалов	МК		
4	Ведомость обоснования технических требований, принятых в «Руководстве на капитальный ремонт»	—		
5	Технические требования на дефектацию и ремонт	РД		
6	Ремонтные чертежи			
7	Рабочая конструкторская, технологическая и эксплуатационная документация заводской подготовки	по ГОСТ 2.604—68 ЕСКД		
8	Конструкторская документация на стеллы, приспособления, инструмент	РД		
9	Плакаты учебно-технические (или чертежи)	РД		
10	Руководство на капитальный ремонт взрывобезопасного ручного оборудования	РД		
11	Инструкция по гидравлическому испытанию взрывобезопасных ободочек	РД		
12	Инструкция по обслуживанию электрических проводов и кабелей	РД		
13	Инструкция на окраску изделий	РД		
14	Инструкция на исправление дефектов литых деталей	РД		
15	Технологические карты по операционному восстановлению деталей	РД		

ГОСТ 2.602—68 допускается составление «Общих технических условий на капитальный ремонт» вместо «Общего руководства на капитальный ремонт», но в них не содержатся сведения, относящиеся к организации производства и технологическому процессу ремонта изделий.

Нормы расхода материалов содержатся в сводной спецификации, составляемой на каждое ремонтируемое изделие. Ведомость документов для ремонта составляется по ГОСТ 2.602—68. В нее вносятся рабочие и ремонтные конструкторские, технологические и эксплуатационные документы, а также конструкторские документы специальных стендов, приспособлений, инструмента.

В табл. 6 не внесены прочие ремонтные документы, необходимые для организации и проведения капитального ремонта, к которым относятся:

1. Технологические инструкции по способам восстановления деталей и сборочных единиц.
2. Контрольный комплекс при восстановлении конических зубчатых колес.
3. Контрольный комплекс при восстановлении цилиндрических зубчатых колес.
4. Контрольный комплекс при восстановлении червячных колес и глобоидных червяков.
5. Контрольный комплекс при монтаже конических передач.
6. Контрольный комплекс при монтаже цилиндрических передач.
7. Контрольный комплекс при монтаже глобоидных передач.
8. Инструкция по регулировке глобоидных передач.
9. Инструкция и методика испытаний манжетных резиновых уплотнений для вращающихся валов.
10. Инструкция по разделке проводов и кабелей.
11. Нормы ремонтных допусков и износов на подшипники качения горношахтного оборудования (см. главу 5, § 5).
12. Альбомы применяемости: подшипников качения, уплотнений различных типов, электрических аппаратов и функциональных частей, рукавов высокого давления, масел для редукторов и гидросистем.
13. Эскизная спецификация деталей изделия.
14. Журналы учета.

Прочие ремонтные документы содержат сконцентрированную информацию о различных технологических процессах ремонта, номенклатуре и числе комплектующих изделий в ремонтируемых машинах, о результатах стендовых испытаний машины и эксплуатационных показателях поступающего в ремонт оборудования. Они позволяют персоналу ремонтного предприятия управлять технологическими процессами ремонта, делать правильную оценку качества сборки, оперативно ориентироваться

в степени обеспеченности ремонтируемых машин деталями, комплектующими изделиями.

Технологические инструкции по способу восстановления деталей содержат подробные сведения о сущности способов, технологической последовательности операций, режимах работы, возможных неполадках и способах их устранения, правилах эксплуатации и техники безопасности. Особое внимание в инструкциях уделяется техническим требованиям при подготовке поверхностей деталей к восстановлению во избежание получения недопустимых дефектов и методам контроля качества. Содержатся также сведения о методах исправления дефектов на восстановленных поверхностях и снятия недоброкачественных покрытий.

Контрольные комплексы устанавливают нормы контроля для зубчатых и червячных передач как при их восстановлении, так и при монтаже в зависимости от степеней точности при изготовлении и вариантах сборки в процессе ремонта.

Контрольными комплексами предусматривается: контроль элементов (толщина зуба, длина общей нормали) зубчатых (цилиндрических, конических) и червячных колес, а также червяков, имеющих износ на рабочих профилях, не подлежащих повторному использованию;

контроль элементов зацепления в собранных цилиндрических, конических и червячных передачах (пятно контакта, наибольший боковой зазор в зацеплении, смещение средней плоскости червячного колеса относительно оси червяка, смещение червяка относительно оси вала червячного колеса) при различных вариантах сборки.

Варианты сборки различаются сочетаниями новых и повторно используемых деталей в передаче, например, сочетанием обоих повторно используемых цилиндрических колес или сочетанием нового червяка и повторно используемого червячного колеса.

Контролю качества зацепления предшествует контроль отклонений межосевых расстояний в корпусных деталях, в связи с необходимостью восстанавливать посадочные места.

Инструкция по регулировке глобоидных передач предусматривает получение правильного зацепления в собранной передаче, обеспечивающей длительную ее эксплуатацию без перегрева и интенсивного износа. Необходимость тщательной регулировки глобоидных передач связана с тем, что ремонтными документами допускаются определенные величины износов посадочных мест подшипников качения, рабочих профилей червяков и червячных колес, а также взаимное их сочетание в собранной передаче. Регулировкой достигается компенсация всех отклонений, которая затем проверяется при стендовых испытаниях под нагрузкой.

Необходимость испытаний резиновых уплотнений для вращающихся валов вызвана тем, что при их изготовлении производится только визуальный контроль качества, далеко не достаточный для определения герметизирующей способности уплотнений. Инструкция и методика их испытаний в специальном приспособлении устанавливают порядок проведения испытаний и оценку пригодности уплотнений для установки в редукторы. При этом воспроизводятся условия, соответствующие реальным условиям эксплуатации, т. е. испытания выполняются при вращающемся вале и избыточном давлении в камере, герметизируемой уплотнением.

Инструкция по разделке проводов и кабелей содержит требования и нормы «Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» (ПИБРЭ).

Альбомы применяемости комплектующих изделий, смазочных материалов значительно облегчают учет в их потребности и составление заявочных материалов.

Для повышения оперативности учета деталей, улучшения планирования на всех стадиях ремонтного цикла разрабатываются эскизные спецификации, в которых кроме эскизов деталей имеются сведения об основных размерах, материале, термической обработке, массе, количестве деталей в машине, а также указывается принадлежность деталей: к запасным частям, комплектующим изделиям или деталям, изготавливаемым ремонтным предприятием.

В журналы учета заносится различная информация. Например, в журнал приемки машин в ремонт записываются сведения о месте и времени эксплуатации машин, наработке за межремонтный срок.

В журнале учета результатов стендовых испытаний содержатся сведения о величинах контролируемых параметров машин и оценка пригодности к эксплуатации.

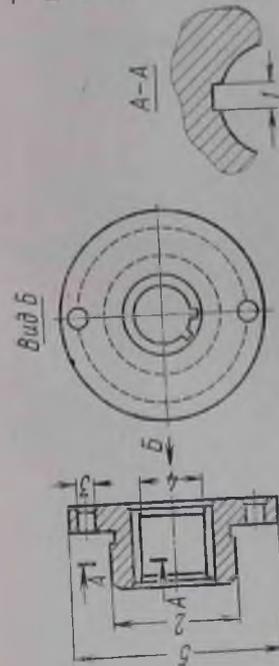
В зависимости от формы организации ремонта, его технического уровня содержание, количество и назначение прочих ремонтных документов могут быть различными, но они являются необходимыми главным образом для цехового персонала ремонтного предприятия.

§ 2. Определение допустимых износов элементов деталей и узлов

Наиболее важным разделом в ремонтной документации являются «Технические требования на дефектацию и ремонт» (в ранее разработанных ремонтных документах — «Карты браковочных признаков»). При разработке этих требований были использованы материалы многолетней эксплуатации выемочных и проходческих комбайнов и последующей дефектации их узлов и

Таблица 7

Обозначение на эскизе	Возможный дефект	Способ установления дефекта и контрольный инструмент	Размеры, мм		Пределы допустимых зазоров с сортировкой деталей, мм	Обозначение соответствующей детали	Примечание	Твердость по шкале HBС
			номинальные	допустимые				
1	Износ, смятие	Замер, штангенциркуль 0,1; 125 мм	12,6	12,6	0,8	У2М 50.03.019	Наложна, проточка	50 HBС
2	Износ	Замер, скоба 105X ₃	105X ₃ (-0,010) (-0,076)	105X ₃ (-0,010) (-0,10)	0,21	У37.11.01.007	Хромированная поверхность	
3	Износ	Осмотр, замер. Пробка 20A ₃	20A ₃ (+0,023)	20A ₃ (+0,040)	0,129	21.06.01.037	Хромированная	
4	Износ	Замер, штангенциркуль 72A ₃	72A ₃ (+0,03)	72A ₃ (+0,04)	0,18	У2М 50.03.018	Хромированная	
5	Износ	Замер, скоба 160X ₃	160X ₃ (-0,05) (-0,09)	160X ₃ (-0,05) (-0,10)	0,22	У37.11.01.007	Хромированная	



деталей, выполненной институтом «Гипроуглемаш», Рутченковским и Антрацитовским рудоремонтными заводами. Кроме того, для определения допустимых зазоров в сопряжениях проводились стендовые испытания на Малаховском экспериментальном заводе, на рудоремонтных заводах Донбасса, а также учтен опыт ремонта машин и оборудования автотракторной промышленности.

В табл. 7 приведен пример заполнения формы «Технические требования на дефектацию и ремонт», из которой видно, что основными критериями, определяющими возможность повторного использования детали, являются допустимые размеры ее элементов и предельно допустимые зазоры в сопряжении.

Ниже приведены рекомендации по определению допустимых износов элементов деталей и узлов, разработанных с учетом их безотказной работы в течение межремонтного срока.

Определение допустимых износов

1. Зубья эвольвентных зубчатых передач, измеряемых по длине общей нормали.

Допустимый износ зубьев цементируемых колес определяется в зависимости от глубины цементационного слоя. Опытным путем установлено, что износ не должен превышать $\delta = 0,75-0,8$ глубины цементационного слоя [16].

Пример. а) с односторонней работой зуба.

По техническим требованиям чертежа 2К-52-1-0502А вал-шестерня $z=13$; $m=9$ имеет глубину цементационного слоя $h=0,9...1,3$.

Длина общей нормали составляет $W=45,8_{-0,160}^{-0,255}$ мм.

Определяем среднюю глубину цементационного слоя

$$h_c = \frac{h_{\max} + h_{\min}}{2} = \frac{0,9 + 1,3}{2} = 1,1 \text{ мм.}$$

где h_{\max} и h_{\min} — максимальная и минимальная глубина цементационного слоя.

Определяем среднюю длину общей нормали

$$W_c = \frac{W_{\max} + W_{\min}}{2} = \frac{45,64 + 45,545}{2} = 45,59 \text{ мм.}$$

где W_{\max} и W_{\min} — максимальная и минимальная длина общей нормали.

Определяем допустимый износ глубины цементационного слоя. При $\delta=0,8$

$$h_{д.н} = h_c \cdot 0,8 = 1,1 \cdot 0,8 = 0,88 \text{ мм.}$$

Определяем допустимую длину общей нормали

$$W_{\text{доп}} = W_c - h_{д.н} = 45,59 - 0,88 \approx 44,7 \text{ мм.}$$

б) конструктивно симметричные с односторонней работой зуба.

По техническим требованиям чертежа 2К-52-1-05129 шестерня $z=19$, $m=18$ имеет глубину цементационного слоя $h=1,5...2,0$. Длина общей нормали составляет $W=202,75_{-0,44}^{-0,73}$ мм.

$$\text{Тогда } h_c = \frac{2 + 1,5}{2} = 1,75 \text{ мм; } W_{\max} = 202,45 \text{ мм; } W_{\min} = 202,31 \text{ мм.}$$

$$W_c = \frac{202,45 + 202,31}{2} = 202,38 \text{ мм.}$$

$$h_{д.н} = h_c \cdot 0,8 = 1,75 \cdot 0,8 = 1,4 \text{ мм.}$$

$$W_{\text{доп}} = W_c - h_{д.н} = 202,38 - 1,4 \approx 201 \text{ мм.}$$

В связи с тем что данная шестерня является симметричной, при длине общей нормали меньше 201 мм, она не выбраковывается и при монтаже должна быть повернута на 180° . При этом допустимый износ зуба по длине общей нормали необходимо удвоить.

$$W_{\text{доп}} = W_c - 2h_{д.н} = 202,38 - 2,8 = 199,58 \approx 199,6 \text{ мм.}$$

В графу «Примечание» технических требований на дефектацию и ремонт (см. табл. 7) необходимо внести следующее дополнение: «При величине общей нормали меньше $W=201$ мм зубчатое колесо повернуть на 180° . При этом износ зуба по длине общей нормали допускается до $W=199,6$ мм; в) паразитные и реверсивные зубчатые колеса».

По техническим требованиям чертежа 2К-52-2-0401 колесо $z=18$, $m=14$ (паразитное зубчатое колесо) имеет глубину цементационного слоя $h=0,9...1,3$. Длина общей нормали составляет $W=112,59_{-0,18}^{-0,24}$ мм.

$$\text{Тогда } h_c = \frac{0,9 + 1,3}{2} = 1,1 \text{ мм; } W_c = \frac{112,35 + 112,21}{2} = 112,28 \text{ мм; } h_{д.н} =$$

$$= 1,1 \cdot 0,8 = 0,88 \text{ мм.}$$

Так как зубья паразитных реверсивных шестерен имеют двухсторонний износ, величина допустимого износа удваивается, т. е.

$$W_{\text{д}} = W_c - 2h_{д.н} = 112,28 - 2 \cdot 0,88 = 110,5 \text{ мм.}$$

Допустимый износ зубьев, закаленных ТВЧ, определяется по вышеуказанной методике в зависимости от глубины закаленного слоя;

г) допустимая глубина износа зубьев улучшенных зубчатых колес может быть принята в зависимости от запаса прочности по изгибу

$$\Delta = (0,1 \div 0,24) m, \quad [30],$$

где m — модуль, мм.

По техническим требованиям чертежа 2К-52-1-0305 шестерня $z=51$; $m=4$ улучшена НВ 270..300. Длина общей нормали $W=67,8_{-0,24}^{-0,3}$ мм.

Тогда

$$W_c = \frac{67,6 + 67,56}{2} = 67,58 \text{ мм.}$$

Определяем допустимую глубину износа зубьев

$$\Delta = 0,2m = 0,8 \text{ мм.}$$

Тогда допустимая длина общей нормали составит

$$W_{\text{доп}} = W_c - \Delta = 67,58 - 0,8 = 66,78 \approx 66,8 \text{ мм.}$$

Допустимый износ зубьев симметричных, паразитных и реверсивных зубчатых передач определяется аналогично пунктам «б» и «в».

2. Допустимый износ зубьев эвольвентных зубчатых передач, измеряемых по толщине зуба.

Допустимый износ зубьев цементированных передач определяется в зависимости от глубины цементационного слоя. Наибольший износ не должен превышать $\delta = 0,75 - 0,80$ глубины цементационного слоя.

Пример. По техническим требованиям чертежа 1К-101.01.178 — вал-шестерня коническая $z=12$; $m=12$ имеет глубину цементационного слоя $h=0,9 \dots 1,3$. Толщина зуба по хорде $S=22,48_{-0,35}^{+0,14}$ мм при высоте замера 18,6 мм.

Определяем среднюю толщину зуба по хорде

$$S_c = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{22,34 + 22,13}{2} = 22,23 \text{ мм,}$$

где S_{\max} и S_{\min} — максимальная и минимальная толщина зуба по хорде.

Средняя глубина цементационного слоя $h_c = \frac{1,3 + 0,9}{2} = 1,1$ мм.

Допустимый износ глубины цементационного слоя $h_{д.п} = 1,1 \cdot 0,8 = 0,88$ мм.

Допустимая толщина зуба по хорде

$$S_d = S_c - h_{д.п} = 22,24 - 0,88 = 21,36 \approx 21,4 \text{ мм.}$$

Допустимый износ зубьев, закаленных ТВЧ, определяется по вышеуказанной методике в зависимости от глубины закаленного слоя.

Допустимая глубина износа зубьев улучшенных шестерен может быть принята

$$\Delta = (0,1 \div 0,24) m.$$

Пример. По техническим требованиям чертежа 2К-52-1-0501А колесо коническое $z=53$; $m=8$ улучшено НВ 270...300, толщина зуба по хорде $S=9,27_{-0,24}^{+0,06}$ мм при $h=4,62$ мм. Средняя толщина зуба по хорде $S_c = \frac{9,27 + 9,03}{2} = 9,15$ мм.

Принимаем $\Delta = 0,12 \cdot 8 = 0,96$, тогда допустимая толщина зуба по хорде

$$S_d = S_c - \Delta = 9,15 - 0,96 = 8,19 \approx 8,20 \text{ мм.}$$

Износ зубьев конструктивно симметричных и реверсивных зубчатых передач определяют аналогично содержанию пунктов «б» и «в».

3. Эвольвентные шлицевые соединения.

Для удобства дефектировки эвольвентных шлицевых соединений в технических требованиях на дефектацию и ремонт более целесообразно производить замеры не по роликам, а по толщине зуба. Износ профиля эвольвентных шлицев закаленных, а также улучшенных допускается: для зубчатых передач редукторов до $0,06 m$, для рабочих органов до $0,1 m$.

Пример. По техническим требованиям чертежа 2К 32.3-1.0201: толщина зуба вала по хорде $S=10,62_{-0,3}^{+0,09}$ мм при высоте $h=5,34$ мм; $m=2$.

$$\text{Средняя толщина зуба по хорде } S = \frac{10,58 + 10,52}{2} = 10,55 \text{ мм}$$

Принимаем допустимый износ профиля зуба $\Delta 0,06 m = 0,06 \cdot 2 = 0,12$ мм, тогда допустимая толщина зуба по хорде

$$S_d = S_c - \Delta = 10,55 - 0,12 = 10,25 \text{ мм.}$$

4. Прямобоочные шлицевые соединения.

Допустимый износ по толщине зубьев (или ширине впадины) цементированных шлицевых соединений допускается до $\delta = 0,2 - 0,4$ глубины цементационного слоя.

Пример. По техническим требованиям чертежа 1К-101.01.382 вал-шестерня имеет глубину цементационного слоя $h=1,4 \dots 1,8$. Толщина шлица $b=18_{-0,15}^{+0,08}$ мм.

Определяем среднюю глубину цементационного слоя

$$h_c = \frac{1,4 + 1,8}{2} = 1,6 \text{ мм.}$$

Определяем среднюю толщину шлицев:

$$b_c = \frac{b_{\max} + b_{\min}}{2} = \frac{17,92 + 17,85}{2} = 17,88 \text{ мм,}$$

где b_{\max} и b_{\min} — максимальная и минимальная толщина шлица.

Определяем допустимый износ глубины цементационного слоя. Принимаем $\delta = 0,3$ $h_{д.п} = 1,6 \cdot 0,3 = 0,48$ мм, тогда допустимая толщина шлицев

$$b_d = b_c - h_{д.п} = 17,88 - 0,48 = 17,4 \text{ мм.}$$

Износ центрирующих диаметров шлицев в отверстиях $A_{2х}$ или A_2 допускается до верхнего отклонения $A_{2а}$. Износ центрирующих диаметров шлицев на валах C допускается до нижнего отклонения C_1 ; $C_{2а}$ — до нижнего отклонения $C_{2а}$ и X — до нижнего отклонения $X_а$.

Износ по толщине зубьев (или ширине впадины) улучшенных или термически не обработанных шлицевых соединений допускается до $(0,03 - 0,05) b$.

Пример. По техническим требованиям чертежа втулки 1К-52М-12-01-017 ширина шлицев $b=6_{+0,017}^{+0,06}$, тогда $b_c = \frac{6,06 + 6,017}{2} = 6,11$ мм.

Принимаем допустимый износ по ширине впадины равный $0,05 b$. Тогда допустимая ширина впадины шлицев

$$b_d = b_c + 0,05b = 6,11 + 0,05 \cdot 18 = 7,01 \approx 7,0 \text{ мм.}$$

Допустимый износ центрирующих диаметров такой же, как для цементированных шлицевых соединений.

5. Шпоночное соединение.

Износ шпоночного паза по ширине допускается на 6% больше номинального размера при условии исправления паза в пределах допустимого износа, с подгонкой переходной шпонки и соблюдением характера сопряжения, указанного в чертежах.

6. Сопряжения «вал—подшипник скольжения».

Максимально допустимый зазор в зависимости от характера работы не должен превышать $S = (2-5)S_{cp}$ [31], где S_{cp} — средний зазор при выбранной посадке

$$S_{cp} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2},$$

где S_{max} и S_{min} — максимально и минимально возможные зазоры в сопряжениях при данной посадке, мм.

Пример. На шейке вала ГПЧ1-0803А установлена втулка ГПЧ1-0810. Согласно техническим требованиям чертежа шейка вала имеет диаметр $110X_{(-0,040}^{-0,075})$ мм, внутренний диаметр втулки $-110A_{(+0,035)}$ мм; тогда $S_{max} = 0,075 + 0,035 = 0,11$ мм; $S_{min} = 0,04 + 0,00 = 0,04$ мм

$$S_c = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{0,11 + 0,04}{2} = 0,07 \text{ мм.}$$

Для выбранного нами примера принимаем

$$S = 4S_c = 4 \cdot 0,07 \approx 0,3 \text{ мм.}$$

Учитывая, что вал и втулка изнашиваются неравномерно (вал изготовлен из стали 20Х2Н4А, цементированный и закаленный HRC 58...62, а втулка, которая не подлежит восстановлению, изготовлена из бронзы АЖН), износ отверстия втулки можно допустить до $\varnothing 110A_4^{(+0,23)}$ мм, а шейки вала — до $\varnothing 110C_4^{(-0,23)}$ мм.

Ввиду того что общий диаметральный зазор не должен превышать 0,3 мм, в графу «примечания» табл. 7 необходимо внести следующее:

для втулки — « $\varnothing 110A_4$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора с шейкой вала ГПЧ1-0803А не более 0,3 мм»; для вала « $\varnothing 110C_4$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора с отверстием втулки ГПЧ1-0310 не более 0,3 мм».

7. Шейки валов и осей под подшипники качения и зубчатые колеса.

Износ шеек с посадкой Н под подшипники качения без восстановления допускается до посадки С.

Примечание: Если с целью удобства сборки шейки валов имеют посадку С, то допустимый износ не должен превышать нижнего отклонения $S_{2л}$. В отдельных случаях, если наблюдения за работой машины показывают, что допустимый износ $S_{2а}$ не обеспечивает работоспособность узла до следующего капитального ремонта, то в табл. 7 указывается: « \varnothing ...С не менее!» Износ шеек с напряженной посадкой под шестерни, барабаны, втулки определяется так же, как для шеек под подшипники качения.

8. Посадочные отверстия в зубчатых колесах под подшипники качения, шейки валов и осей.

Износ отверстий зубчатых колес под подшипники качения с посадкой А допускается до $A_{2а}$, под валы и оси до A_3 .

Примечание: Если отверстие под подшипники выполнено по системе вала с посадкой Н, износ допускается до верхнего отклонения А.

38

9. Посадочные поверхности стаканов и крышек.

Износ отверстий стаканов под подшипники с посадкой А допускается до верхнего отклонения $A_{2а}$.

Поверхности стаканов с посадкой С (установленные в корпусе) допускаются до нижнего отклонения $S_{2а}$ с посадкой S_3 — до нижнего отклонения $S_{2а}$.

10. Посадочные отверстия в корпусах.

Износ отверстий под подшипники качения с посадкой А допускается до верхнего отклонения A_3 , отверстий под стаканы, крышки и втулки с посадкой A_3 — до верхнего отклонения $A_{2а}$.

11. Лабиринтные уплотнения.

Износ поверхностей, образующих лабиринт, допускается до 1 мм от номинального диаметра.

Пример. Крышка 2К-52-3-008А имеет три поверхности лабиринтных канавок $\varnothing 219_{-0,3}$ мм, $\varnothing 200A_1^{+0,3}$ мм, $\varnothing 179_{-0,25}$ мм, тогда износ поверхности $\varnothing 219_{-0,3}$ мм допускается до $\varnothing 218$ мм, $\varnothing 200A_1^{+0,3}$ мм — до $\varnothing 201$ мм, $\varnothing 179_{-0,25}$ мм — до $\varnothing 178$ мм.

12. Поверхности колец втулок, шеек валов и шестерен под армированные манжеты.

На этих поверхностях с допуском S_4 и чистотой $R_a 0,32$ допускаются местные выработки глубиной до 0,2 мм с чистотой не менее $R_a 0,63$.

13. Штифтовые соединения.

Все прессовые соединения штифтов должны иметь натяг. Допустимый износ отверстий под скользящую часть штифта допускается до верхнего отклонения $A_{2а}$, а скользящая часть штифта — до нижнего отклонения $S_{2л}$.

14. Ложе звена звездочек и барабанов.

Допускаемый износ ложа звена определяется в зависимости от глубины закаленного слоя.

Износ не должен превышать 0,5—0,75 мм глубины закаленного слоя.

Пример. По техническим требованиям чертежа СПБ3-8-2-0001 барабан имеет глубину цементационного слоя $h = 1, 2, \dots, 1,5$ мм.

Средняя глубина цементационного слоя $h_c = \frac{1,2 + 1,5}{2} = 1,35$ мм. Допустимый износ глубины цементационного слоя $h_{д.п} = 1,35 \cdot 0,75 = 1$ мм.

Гидрооборудование

1. Цилиндры и поршни (плунжеры) гидростоек и гидродомкратов. В табл. 8 на основании стеновых испытаний и наблюдений при эксплуатации даны рекомендации по допустимым износам и диаметральным зазорам в гидростойках и гидродомкратах, в конструкциях которых применяются манжеты без защитных колец.

Таблица 8

Диаметр цилиндра, мм	Диаметр поршня (плунжера), мм	Допустимое отклонение диаметра цилиндра (раздутье), мм	Допустимый износ поршня (плунжера), мм	Допустимый диаметральный зазор, мм
160A ₃	160X ₃	160A ₄	159,75	0,35
140A ₃	140X ₃	140A ₄	139,75	0,35
125A ₃	125X ₃	125A ₄	124,75	0,35
110A ₃	110X ₃	110A ₄	109,8	0,3
100A ₃	100X ₃	100A ₄	99,8	0,3
90A ₃	90X ₃	90A ₄	89,8	0,3
80A ₃	80X ₃	80A ₄	79,8	0,3
70A ₃	70X ₃	70A ₄	69,8	0,3
60A ₃	60X ₃	60A ₄	59,8	0,3

Пример. Отклонение (раздутье) поверхности $\varnothing 160A_3$ мм цилиндра М-87-1-2-01 допускается до верхнего отклонения $\varnothing 160 A_4$ мм. Износ поверхности плунжера М-87-1-2-02 $\varnothing 160X_3$ мм до $\varnothing 159,75$ мм. В графу примечаний технических требований на дефектацию и ремонт необходимо занести следующее дополнение: для цилиндра $\varnothing 160 A_4$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора в сборе с плунжером не более 0,35 мм. Для плунжера $\varnothing 159,75$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора с цилиндром не более 0,35 мм.

В табл. 9 даны рекомендации по допустимым износам и диаметральным зазорам в гидростойках и гидродомкратах, в конструкциях которых применяются манжеты с защитными кольцами.

Таблица 9

Диаметр цилиндра, мм	Диаметр поршня (плунжера), мм	Допускаемое отклонение диаметра цилиндра (раздутье), мм	Допустимый износ поршня (плунжера), мм	Допустимый диаметральный зазор, мм
160A ₃	160X ₃	160,65	159,75	0,8
140A ₃	140X ₃	140,65	139,75	0,8
125A ₃	125X ₃	125,65	124,75	0,8
110A ₃	110X ₃	110,6	109,8	0,7
100A ₃	100X ₃	100,6	99,8	0,7
90A ₃	90X ₃	90,5	89,8	0,6
80A ₃	80X ₃	80,5	79,8	0,6
70A ₃	70X ₃	70,5	69,8	0,6
60A ₃	60X ₃	60,5	59,8	0,6

Пример. Отклонение (раздутье) поверхности $\varnothing 140A_3$ мм цилиндра КМ-101МУ.01.460 допускается до $\varnothing 140,65$ мм, износ поверхности $\varnothing 140X_3$ мм штока наружного КМ-101МУ.01.570 — до $\varnothing 139,75$ мм. В графу примечаний технических требований на дефектацию и ремонт необходимо занести следующее дополнение: для цилиндра $\varnothing 140,65$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора в сборе со штоком наружным не более 0,8 мм. Для штока наружного $\varnothing 139,75$ мм допускается при условии общего диаметрального зазора с цилиндром не более 0,8 мм.

2. Стаканы, грундбоксы гидростоек и гидродомкратов. Износ отверстий биметаллазированных или чугуновых стаканов и грундбоксов с манжетами без защитных колец с допуском A_4 допускается до верхнего отклонения A_4 . Износ грундбоксов или стаканов, в конструкции которых применяются манжеты с защитными кольцами, допускается с A_3 до верхнего отклонения A_4 .

3. Клапаны обратные и золотники плоские. Критерием оценки пригодности обратных клапанных пар и плоских золотников при дефектировке является их герметичность при заданных давлениях. Поэтому в табл. 7 графа «Размеры допустимые» заполняется следующим образом: для клапана — «сохранение герметичности с седлом»; для созда — «сохранение герметичности с клапаном (или шариком)».

4. Клапаны предохранительные. Критерием оценки пригодности предохранительных клапанов является их герметичность и допустимый процент перепада давления открытия и закрытия по особым техническим условиям рабочей конструкторской документации.

5. Золотники и гильзы. Критерием оценки пригодности золотниковых пар при дефектировке является допустимое количество утечек, которые не должны превышать полуторной величины, указанной техническими требованиями чертежа.

§ 3. Ремонтные чертежи

Восстановление ремонтом первоначальных параметров и характеристик машин, утраченных ими при эксплуатации, выполняется по рабочим конструкторским документам, предназначенным для подготовки производства, ремонта и испытания машин после ремонта. Одним из важнейших документов являются ремонтные чертежи, которые разрабатываются в случае, если ремонт заменой, на основе взаимозаменяемости, изношенных или вышедших из строя составных частей новыми (исправными) технически невозможен или экономически нецелесообразен.

Ремонтные чертежи разрабатываются на основе рабочей конструкторской, эксплуатационной и технологической документации, анализа ремонтнопригодности машин, материалов изучения неисправностей, возникающих при испытаниях и эксплуатации машин, продолжительности их эксплуатации, результатов работ по исследованию технологических процессов ремонта аналогичных машин.

В комплект ремонтных чертежей входят чертежи, предназначенные для ремонта, изготовления дополнительных деталей, а также деталей с ремонтными размерами, чертежи сборочных

единиц, сборки и контроля отремонтированных машин, габаритные, монтажные чертежи, а также различные схемы.

Ремонтными называются размеры, установленные для ремонтируемой детали или для изготовления новой детали взамен изношенной, отличающиеся от аналогичных размеров детали по рабочему чертежу.

Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные.

Категорийными называются окончательные ремонтные размеры детали, установленные для определенной категории ремонта.

Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные с учетом припуска на пригонку детали «по месту».

Ремонтные чертежи на вновь изготавливаемые детали выполняются по тем же правилам, что и рабочие чертежи, но с добавлением к обозначению детали буквы «Р» (ремонтный). На практике часто встречаются случаи, когда с целью сохранения одной из сопрягаемых деталей, вторую изготавливают с одним или несколькими категорийными размерами.

В этих случаях к обозначению ремонтного чертежа добавляют цифры 1, 2, 3, 4 и т. д., обозначающие соответствующие категории ремонтного размера детали, изображенной на чертеже.

В ремонтные чертежи с несколькими категорийными размерами детали добавляют к обозначению дробь, в числителе которой стоит буква «Р» и цифра, соответствующая первой категории ремонтного размера детали, а в знаменателе буква «Р» и цифра, обозначающая вторую, третью категории ремонтного размера.

Например, валик сопрягается с втулкой по посадкам

$$20 \frac{A_3(+0,045)}{Ш_3(-0,06 \over -0,13)}$$

В результате износа отверстие втулки для различных категорий ремонта будет иметь действительные диаметры, мм: $\varnothing 20^{+0,08}$, $\varnothing 20^{+0,09}$, $\varnothing 20^{+0,1}$.

При сохранении характера сопряжения $\frac{A_3}{Ш_3}$ новые валики необходимо изготовить по категорийным размерам соответственно: 1) $\varnothing 20_{-0,095}^{-0,025}$ мм; 2) $\varnothing 20_{-0,085}^{-0,015}$ мм; 3) $\varnothing 20_{-0,075}^{-0,005}$ мм.

В этом случае после обозначения детали должна быть сделана дополнительная надпись $\frac{P_1}{P_{2,3}}$.

В обозначение ремонтного чертежа детали с пригоночным размером добавляется буква «П».

В случаях, когда по условиям ремонта необходимо изготавливать новые детали, не предусмотренные рабочими чертежами,

к обозначению ремонтного чертежа детали, на которую будут установлены новые детали, добавляется буква «Н» с цифрой, указывающей порядковый номер этих деталей.

На ремонтных чертежах указывают только размеры, предельные отклонения, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены в процессе ремонта и сборки изделия.

Виды, разрезы, сечения изображаются только те, которые необходимы для выполнения ремонта. Места, подлежащие ремонту, в том числе и меняющие конфигурацию, на ремонтных

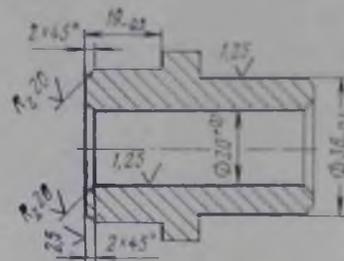


Рис. 8. Ремонтный чертеж втулки

чертежах выполняются сплошной основной линией, а остальные изображения — сплошной тонкой линией (рис. 8).

На чертежах деталей, ремонтируемых сваркой, наплавкой нанесением металлопокрытий и т. д., рекомендуется выполнять эскизы подготовки соответствующих участков деталей к ремонту с указанием наименования, марки, размера, номера стандарта, материала, используемого при ремонте.

Если в процессе ремонта детали изношенная часть заменяется новой, то на эскизе подготовки детали к ремонту удаляемую часть детали изображают штрих-пунктирной тонкой линией. Заготовку для новой части детали вычерчивают на отдельном ремонтном чертеже.

Если на ремонтном чертеже одновременно указывается несколько вариантов ремонта, то на каждый принципиально отличный вариант ремонта детали выполняется отдельный чертеж.

Ремонтные чертежи сборочных единиц обозначаются так же, как и рабочие чертежи, с добавлением буквы «Р» и через тире римских цифр I, II, обозначающих первый, второй варианты ремонта. При использовании деталей от других сборочных единиц, обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к сборочной единице букв «РА».

На ремонтных чертежах сборочных единиц, детали которых соединены сваркой, клепкой, пайкой, и т. п., при ремонте не могут быть разъединены, должны приводиться указания по ремонту таких деталей, с добавлением отдельных изображений, поясняющих сущность ремонта.

§ 4. Нормативы расхода запасных частей, дифференцированные по бассейнам (группам комбинатов) и средние по отрасли

Важнейшим фактором роста производительности труда является надежная и безотказная работа оборудования, что возможно только при проведении плановых ремонтов и обеспечении необходимыми запасными частями.

Дифференцированные по бассейнам (группам комбинатов) и средние по отрасли нормативы расхода запасных частей разрабатывают заводы-изготовители совместно с представителями проектно-конструкторских институтов Союзуглемаша, бассейновых НИИ, эксплуатационных и ремонтных предприятий.

Основанием для установления дифференцированных по бассейнам нормативов расхода запасных частей являются представляемые бассейновыми НИИ, эксплуатационными, ремонтными предприятиями и организациями, заводом-изготовителем обобщенные материалы по износу и фактическому расходу, а средние по отрасли нормативы разрабатываются на основании дифференцированных по бассейнам норм расхода.

Нормативы расхода запасных частей являются среднегодовыми по отрасли, которые определяются, исходя из средней наработки машины в год, а также общей наработки (полного ресурса) машины за амортизационный период ее срока службы до списания.

Отраслевые нормативы разрабатываются на основе обобщенной информации о средних ресурсе и сроке службы до замены деталей, в том числе об отказах в конкретных условиях эксплуатации, о количестве восстанавливаемых и повторно используемых деталей на ремонтном предприятии. Средний ресурс деталей по отрасли определяется на основании средних ресурсов по отдельным бассейнам с учетом парка машин, эксплуатируемых в данных условиях.

Нормативы расхода запасных частей разрабатываются на всю горную технику после получения статистических данных от потребителя о фактическом сроке службы и ресурсе, восстановлении, повторном использовании и замене деталей и сборочных единиц при эксплуатации и ремонте.

На опытные и опытно-промышленные партии машин заводом-изготовителем при участии ведущего проектно-конструкторского института разрабатываются временные нормативы товарных запасных частей и покупных изделий, которые уточняются в процессе эксплуатации по мере накопления информации о надежности машин.

Дифференцированные по бассейнам и средние по отрасли нормативы используются при:

определении потребности и составлении заявок на запасные части комбинатами и трестами по дифференцированным нормам расхода при их наличии, остальные запасные части по средним нормам, а заводами и министерством в целом по средним нормам расхода по отрасли;

распределении запасных частей и выделении фондов Углетехснабом по дифференцированным нормам при их наличии, а остальные запчасти по средним нормам расхода по отрасли;

планировании производства запасных частей; планировании развития мощностей заводов угольного машиностроения по производству запасных частей; планировании первоочередных работ по повышению сроков службы до плановой замены быстроизнашивающихся и массовых деталей;

планировании объемов восстановления изношенных деталей;

составлении нормативов продолжительности, трудоемкости и стоимости ремонта, а также расчета расхода материалов на производство запасных частей;

составлении графиков ремонта; составлении руководств по проведению ремонтов и инструкций по техническому обслуживанию оборудования.

Для поддержания оборудования угольных предприятий в работоспособном состоянии необходимо предусматривать плановые его остановки для смазки, подтягивания крепежных соединений, регулировки и настройки механизмов, замены деталей и сборочных единиц, достигших нормативных сроков службы до плановой замены.

Промежутки времени между отдельными видами ремонта планируются в зависимости от сроков службы до плановой замены (стойкости) деталей и сборочных единиц.

Сроком службы до плановой замены детали называют время ее работы, которое регламентируется величиной допустимого износа, устанавливаемого в «Технических требованиях на дефектацию и ремонт» (см. табл. 7).

Подготовительные работы по разработке нормативов расхода заключаются в сборе и обобщении данных заводами-изготовителями, эксплуатационными и ремонтными предприятиями, научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами.

Завод-изготовитель готовит ведомость деталей и сборочных единиц с перечнем товарных запасных частей и покупных изделий, а также отдельных оригинальных деталей, изготавливаемых на ремонтном предприятии. В ведомости завод отмечает позиции, по которым необходимо разработать дифференциро-

ванные нормы. При получении проекта координационного плана, но не менее чем за полгода до разработки нормативов, завод рассылает ведомость всем комбинатам, эксплуатирующим оборудование, НИИ и опорным пунктам проектно-конструкторских институтов.

Ремонтные предприятия (РРЗ, ЦЭММ) материалы о замене, восстановлении, повторном использовании и др. направляют комбинатам.

Эксплуатационные предприятия (шахты) собранные статистические данные о замене и расходе запасных частей направляют в комбинат. Комбинаты (объединения) используют данные эксплуатационных и ремонтных предприятий, обобщают их и в обработанном виде с пояснительной запиской направляют НИИ и копию заводу-изготовителю.

Бассейновые НИИ за два месяца до начала разработки нормативов направляют копию обобщенных материалов на завод-изготовитель.

Установление сроков службы и ресурса до плановой замены деталей и сборочных единиц. Для установления величины сроков службы до плановой замены деталей и сборочных единиц необходимо ознакомиться со всеми исходными данными и в первую очередь изучить:

расчеты проектных и конструкторских организаций;

данные заводов-поставщиков, а также нормативы на комплектующие изделия, разработанные на этих заводах;

данные натурно-эксплуатационных и лабораторных исследований об износостойкости деталей;

данные о частоте заменяемости деталей на эксплуатационных и ремонтных предприятиях и фактическом расходе запасных частей;

статистические данные о сроках службы деталей;

данные о деталях рассматриваемой машины, которые уже применялись в ранее созданных конструкциях и освоенных в серийном производстве;

данные обработки наблюдений научно-исследовательских институтов, наблюдательных постов, хронометражных карт, лабораторий надежности и другие данные.

При разработке нормативов расхода запасных частей на детали и сборочные единицы, на которые необходимо устанавливать дифференцированные бассейновые нормы расхода, на основании средних по бассейнам сроков службы до замены t_i устанавливаются средние сроки службы до плановой замены деталей и сборочных единиц по отдельным бассейнам (группам комбинатов), а на основании бассейновых рассчитывают средневзвешенные по отрасли сроки службы до плановой замены.

На остальные детали и сборочные единицы, не требующие разработки дифференцированных нормативов, устанавливают

средние по отрасли сроки службы до плановой замены в месяцах.

На основании имеющихся данных выбирается предварительная структура ремонтного цикла, его длительность, а также межремонтные периоды. Окончательная структура ремонтного цикла устанавливается после заполнения всей ведомости нормативов.

Средний по отдельным бассейнам (группам комбинатов) срок службы до замены t_i начальных элементов (деталей и сборочных единиц, установленных на машину заводом-изготовителем) устанавливается на основании полученных статистических данных о заменяемости составных частей изделия во время эксплуатации и при капитальном ремонте и определяется по формулам:

для ремонтируемого элемента:

$$t_i = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d t_{ij}, \text{ мес.}, \quad (1)$$

для ремонтируемого элемента:

$$t_i = t_1 + t_p \left(\sum_{m=1}^M m P_m - 1 \right), \text{ мес.}, \quad (2)$$

где t_{ij} — срок службы до замены j -ого начального элемента в i -ом бассейне;

t_1 — средний срок службы начального элемента до первого ремонта;

t_p — средний срок службы до замены начального элемента между ремонтами (с учетом последнего срока службы до выбраковки);

M — максимальное число ремонтных воздействий* (размеров) для одного и того же элемента (наибольший размер ремонта, при котором осуществляется выбраковка элемента);

P_m — вероятность замены элемента при m -ом ремонте, которая определяется из уравнения

$$P_m = \frac{d_m}{d}. \quad (3)$$

где d_m — число элементов, требующих замены при m -ом ремонте;

d — общее число элементов, по которым представлены статистические данные.

Под средним бассейновым сроком службы до замены запасной части (t_{i1}) подразумевается средний срок службы до за-

* Под ремонтным воздействием подразумевается восстановление работоспособности, предусмотренное конструкторской документацией (например, шлифовка вала на ремонтный размер) и ремонтной документацией (например, восстановление вала наплавкой и т. д.).

мены элемента, взятого из числа запасных (как новых, так и восстановленных).

Средние бассейновые сроки службы до замены запасных частей (неремонтируемых и ремонтируемых) определяются по вышеуказанным формулам, при этом ввиду неравнозначности условий использования запасных частей имеет место

$$t_{z_i} \leq t_i.$$

Средний срок службы до плановой замены начальных элементов и запасных частей по отрасли t_c и t_{cz} для ремонтируемых и неремонтируемых элементов рассчитывают на основании установленных сроков службы до плановой замены по отдельным бассейнам (t_{c_i} и t_{cz_i}) по формулам:

начальный элемент

$$t_c = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d t_{c_j}, \text{ мес.}, \quad (4)$$

запасная часть

$$t_{cz} = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^d t_{cz_j}, \text{ мес.} \quad (5)$$

На сборочные единицы устанавливается условный срок службы до плановой замены, который принимается по наименьшему сроку службы до плановой замены детали, входящей в сборочную единицу и требующей разборки при ее замене.

Срок службы до плановой замены неразъемной сборочной единицы устанавливается так же, как и на деталь.

Детали, срок службы до замены которых равен или больше срока службы до списания всего изделия, не подлежат замене. Норма расхода на эти детали не устанавливается, хотя они так же, как и остальные, подвергаются дефектации и при необходимости подлежат восстановлению.

По установленному сроку службы до плановой замены на деталь рассчитывается условный ресурс до плановой замены t_p

$$t_p = t_c t_o, \text{ машино-ч.} \quad (6)$$

Месячный нормативный ресурс рассчитывается по формуле

$$t_o = K_{см} \cdot \alpha_c \cdot D_c \cdot K_{и.м.в.}, \text{ машино-ч.}, \quad (7)$$

где $K_{см}$ — число рабочих смен по добыче угля в сутки;
 α_c — продолжительность рабочей смены (на подземных работах — 7 ч, на поверхности — 8 ч);
 D_c — среднее количество рабочих дней в месяц — 25,4;
 $K_{и.м.в.}$ — коэффициент использования оборудования по машинному времени (табл. 10).

Таблица 10

Наименование оборудования	α	Наименование оборудования	α
	K^2		K^2
Комбайны очистные	0,50	Электростанция дизельная комплексная	0,90
Крепи механизированные	1,00	Электровозы	0,90
Комбайны проходческие	0,35	Льбовозы, работавшие в очистном забое	0,60
Конвейеры скребковые	0,50	Льбовозы, работавшие на подготовительных выработках	0,80
Конвейеры ленточные	0,80	Буровые станки	0,50
Погрузочные машины	0,35	Подъемные машины	0,80
Стойки гидравлические и др. видов	1,00	Вагонетки	0,70
Насосные станции (комплексов)	0,90		

Пример. На деталь очистного комбайна установлен срок службы до плановой замены $t_c = 6$ мес. При режиме работы комбайна $K_{см} = 3$, $\alpha_c = 7$, $D_c = 25,4$ и $K_{и.м.в.} = 0,5$ месячный ресурс машины $t_o = K_{см} \cdot \alpha_c \cdot D_c \cdot K_{и.м.в.} = 270$, а условный ресурс до плановой замены детали $t_p = t_c t_o = 1620$ машино-ч.

Ресурс до плановой замены в объемных показателях рассчитывается, исходя из допущения, что ресурс всех деталей изделия имеет прямую зависимость от срока службы до плановой замены деталей.

Ресурс до плановой замены в объемных показателях рассчитывается по формуле

$$t_{p.o} = t_c t_{c.o}, \text{ т, м}^3 \text{ и др.} \quad (8)$$

$$t_{c.o} = \frac{\Gamma_o}{12} \text{ т, м}^3 \text{ и др.} \quad (9)$$

где $t_{c.o}$ — среднемесячная (по отрасли) наработка изделий в объемных показателях;

Γ_o — средняя годовая наработка изделий по отрасли.

Например, комбайны 2К-52 имеют среднеотраслевую наработку 120 000 т, а срок службы детали до плановой замены $t_c = 6$ мес., тогда

$$t_{c.o} = \frac{\Gamma_o}{12} = 10\,000 \text{ т,}$$

а

$$t_{p.o} = t_c t_{c.o} = 60\,000 \text{ т.}$$

Детали, которые не заменялись в период эксплуатации, и при капитальном ремонте установлено, что размеры их не достигли выбраковочных, срок службы до плановой замены t_o на них устанавливается предположительно на основании данных о среднем темпе изнашивания и фактическом ресурсе и регламентируется величиной допустимого износа, которая установлена в «Технических требованиях на дефектацию и ремонт»

(карты браковочных признаков и методов восстановления детали).

$$t_c = \frac{t_p}{t_o}, \text{ мес.}, \quad (10)$$

или

$$t_c = \frac{t_{p.o}}{t_{c.o}}, \text{ мес.}, \quad (11)$$

где t_p — ресурс детали с момента установки детали на машину до последующего замера, машино-ч;
 t_o — месячный нормативный ресурс, машино-ч;
 $t_{p.o}$ — ресурс детали в объемных показателях с момента установки детали на машину до последнего замера (тыс. т; пог. м и т. д.);
 $t_{c.o}$ — среднемесячная наработка изделий по отрасли в объемных показателях.

Ресурс детали (t_p) рассчитывается предположительно на основании замеров фактического и предельно допустимого износа:

$$t_p = \frac{W_{д.р.ф.}}{W_{ф.}}, \text{ машино-ч}, \quad (12)$$

$$t_p = \frac{W_{д.р.о.ф.}}{W_{ф.}}, \text{ объемные показатели (тыс. т, м и т. д.)}, \quad (13)$$

где $W_{ф.}$ — величина фактического износа в месте наибольшего износа (в рабочей зоне трения) от момента установки детали на машину до последнего замера ее, т. е. разность между фактическим размером замеряемой и размером новой детали, мм;

$W_{д.}$ — предельно допустимый износ детали, т. е. разность между предельно допустимым (выбраковочным) размером и средним по допуску на изготовление размером новой детали, мм;

$t_{p.ф.}$ — фактическая наработка машины, машино-ч;

$t_{p.o.ф.}$ — фактическая наработка машины от момента установки детали до момента последнего замера ее, тыс. т, м и т. д.

Детали и сборочные единицы по срокам службы до плановой замены подразделяются по группам: I, II, III и т. д. и соответствующим им видам ремонта PO, T₁, T₂, K и т. д.

К I группе относятся быстроизнашивающиеся детали и сборочные единицы с месячным сроком службы до плановой замены. Эти детали и сборочные единицы заменяются при каждом ремонтном осмотре. Если в машине нет ни одной детали с месячным сроком службы, то первой группе в ведомости нор-

мативов должен назначаться ежемесячный ремонтный осмотр без замены деталей.

Ко II группе по сроку службы до плановой замены относятся детали и сборочные единицы, заменяемые при первом и последующих видах ремонта.

Для совмещения сроков замены максимального количества деталей и сборочных единиц, уменьшения потерь времени на замену, сроки службы до плановой замены деталей и сборочных единиц, начиная от II группы, должны выражаться рядом кратных чисел (например, 3, 6, 12, 24, 48 или 4, 8, 16, 32, 64 и т. д.). Некратные сроки службы до плановой замены не допускаются.

II, III, IV, V и последующие группы, кроме последней, образуют детали и сборочные единицы, заменяемые при соответствующих текущих или капитальных ремонтах.

Следует избегать промежуточных сроков службы до плановой замены и переносить их к предыдущей группе.

Срок службы изделия до списания, исходя из величины амортизационных отчислений ($A_{п.п}$ в год) на полное восстановление рассчитывается по формулам:

$$T = \frac{100\%}{A_{п.п}}, \text{ год} \quad (14)$$

или

$$T = \frac{100 \cdot 12}{A_{п.п}}, \text{ мес.} \quad (15)$$

Величина амортизационных отчислений на полное восстановление ($A_{п.п}$) на каждый вид оборудования выбирается из норм амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР.

В тех случаях, когда на оборудование отсутствуют нормы амортизационных отчислений, срок службы изделия до списания может быть установлен по утвержденным ГОСТам или другим директивным указаниям.

Установление структуры ремонтного цикла. Структура ремонтного цикла — это количество, периодичность и последовательность выполнения всех видов ремонта и технического обслуживания за межремонтный срок службы между двумя последовательными капитальными ремонтами.

Система планового ремонта горношахтной техники предусматривает плановую замену деталей и сборочных единиц в установленные сроки службы до плановой замены.

При разработке средних по отрасли нормативов на каждую деталь устанавливается срок службы до плановой замены, который является одним из критериев, определяющих вид ремонта.

Структура ремонтного цикла строится и принимается в зависимости от сроков службы до плановой замены деталей; сложности деталей; количества деталей в каждой группе; от видов ремонта.

Система планового ремонта предусматривает выполнение в плановом порядке технического обслуживания или ремонта машин после отработки каждой машиной определенного срока службы или ресурса в машино-ч.

Техническое обслуживание горношахтного оборудования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предупреждение преждевременного износа деталей путем своевременного проведения регулировочных работ, смазки машин, выявления возникающих дефектов и устранения их.

Техническое обслуживание машин подразделяется на: ежедневное техническое обслуживание; ежесуточный осмотр и проверку работоспособности и технического состояния оборудования;

периодическое техническое обслуживание — ежемесячные ремонтные осмотры (РО) — выполняется по специальным инструкциям силами ремонтных бригад производственного предприятия или его участков. При ремонтном осмотре изделия заменяются детали I группы, срок службы до плановой замены которых составляет один календарный месяц. При ремонтном осмотре также устраняются выявленные неисправности.

Ремонт горношахтного оборудования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на устранение неисправностей и восстановление работоспособности машин.

Ремонты горношахтного оборудования подразделяются на текущие (Т) и капитальные (К).

Капитальный ремонт изделия назначается по той группе, которая имеет наибольшее количество сложных заменяемых деталей и сборочных единиц.

Если срок службы до плановой замены соответствующей группы деталей не истек, а ресурс до плановой замены в объемных показателях выработан, может быть произведен внеочередной (досрочный) капитальный ремонт.

Капитальный ремонт стационарного оборудования может осуществляться на месте установки силами шахты или ремонтных предприятий.

Текущий ремонт выполняют силами эксплуатационного персонала и ремонтными службами на месте эксплуатации изделия.

При разработке нормативов все ремонтные циклы и межремонтные периоды от начала эксплуатации до списания оборудования условно принимаются одинаковыми. Поэтому в нормативах приводится средняя величина ремонтного цикла.

В бассейнах (группах комбинатов) с разными горно-геологическими условиями может устанавливаться иная структура

ремонтного цикла в зависимости от сроков службы деталей и сборочных единиц по бассейну.

Для установления среднего значения длительности ремонтного цикла и межремонтного периода необходимо учитывать время нахождения оборудования в эксплуатации, ремонты, а также демонтаж и монтаж до и после ремонта.

Структура ремонтного цикла должна быть кратной.

Кратной называется такая структура ремонтного цикла, в которой при каждом последующем виде ремонта производится замена деталей и сборочных единиц всех предыдущих групп.

Примеры кратных структур

Срок службы в мес.	1	3	6	12	24	48	72
Вид ремонта или Срок службы в мес.	РО	T ₁	T ₂	T ₃	К	—	спписание
Вид ремонта	РО	T ₁	T ₂	К	—	—	спписание

По изделиям, на которые не предусмотрены амортизационные отчисления для проведения капитальных ремонтов, составляется структура ремонтов, заканчивающаяся списанием изделия.

Например, бурильные молотки со сроком службы 24 мес. могут иметь следующую схему ремонтов:

К—РО—РО—T₁—РО—РО—T₂—РО—РО—T₃—РО—РО—
—T₄—РО—РО—T₁—РО—РО—T₃—РО—РО—T₁—РО—РО—
спписание.

При определении нормы расхода запасных частей необходимо учесть, что часть потребности в них может быть удовлетворена повторным использованием и восстановлением уже имеющихся деталей. Поэтому одним из основных условий разработки нормативов является установление средних по бассейнам коэффициентов восстановления и повторного использования соответствующих сложившемуся на ремонтных предприятиях бассейна уровню восстановления деталей. На основании бассейновых коэффициентов рассчитываются *средние по отрасли коэффициенты, корректирующие норму расхода запасных частей.*

Все одинаковые детали, поступающие на ремонтные предприятия, в процессе осмотра и дефектации на основании технических требований на дефектацию и ремонт (ГОСТ 2.602—68) делятся на три группы:

годные к повторному использованию без восстановления, если степень износа допускает использование деталей в течение периода, равного сроку службы до плановой замены;

годные к повторному использованию после восстановления, если технические характеристики восстановленной детали до-

пускают ее дальнейшее использование в течение периода, равного сроку службы до плановой замены; полностью негодные, если по техническим требованиям на дефектацию и ремонт в результате полного износа они в дальнейшем не могут быть использованы.

Таким образом,

$$n_{\text{деф}} = n_{\text{п.и}} + n_{\text{в}} + n_{\text{б}}, \quad (16)$$

где $n_{\text{деф}} = n_{\text{о.д}} H$ — общее число деталей, подвергнутых дефектации;

$n_{\text{п.и}}$ — число повторно использованных деталей;

$n_{\text{п}}$ — число восстановленных деталей;

$n_{\text{б}}$ — число полностью негодных деталей;

$n_{\text{о.д}}$ — число одинаковых деталей в изделии;

H — число отремонтированных машин за отчетный период.

Коэффициент повторного использования ($K_{\text{п.и}}$) — отношение количества деталей, повторно использованных за определенный период, к общему количеству деталей, поступивших на ремонтное предприятие за тот же период,

$$K_{\text{п.и}} = \frac{n_{\text{п.и}}}{n_{\text{деф}}}. \quad (17)$$

Коэффициент восстановления ($K_{\text{в}}$) — отношение количества деталей, восстановленных за определенный период на ремонтном предприятии, к общему количеству деталей, поступивших на ремонтное предприятие за тот же период,

$$K_{\text{в}} = \frac{n_{\text{п}}}{n_{\text{деф}}}. \quad (18)$$

В отличие от $K_{\text{п.и}}$, который при определенных условиях можно рассматривать как величину, характеризующую отклонение (в положительном направлении) фактического срока службы от запланированного, $K_{\text{в}}$ характеризует способность детали быть восстановленной и техническую оснащенность данного ремонтного предприятия, позволяющую в той или иной степени выполнять задачи по восстановлению деталей.

Коэффициент замены изношенных деталей новыми ($K_{\text{з}}$) — отношение полностью негодных деталей, поступивших на ремонтное предприятие за определенный период, к общему количеству деталей, поступивших за тот же период.

$$K_{\text{з}} = \frac{n_{\text{б}}}{n_{\text{деф}}}. \quad (19)$$

Сумма коэффициентов восстановления, повторного использования и замены равна единице.

$$K_{\text{п.и}} + K_{\text{в}} + K_{\text{з}} = 1. \quad (20)$$

Просуммировав все восстановленные и повторно использованные детали и взяв отношение их общего количества ко всем деталям, поступившим на ремонтное предприятие, получим коэффициент восстановления и повторного использования ($K_{\text{в.п.и}}$), равный сумме коэффициентов $K_{\text{в}}$ и $K_{\text{п.и}}$, т. е.

$$K_{\text{в.п.и}} = K_{\text{в}} + K_{\text{п.и}}. \quad (21)$$

Основным учетным периодом при определении коэффициента восстановления и повторного использования является год.

Для получения более точных коэффициентов следует использовать данные за более длительный период (2—3 года).

Учет общего количества деталей, поступивших на ремонтное предприятие, а также число восстановленных и повторно использованных из них, ведется по специальной ведомости.

При отсутствии точных данных о количестве деталей, поступивших на ремонтное предприятие в течение года для проведения всех видов ремонта в период эксплуатации, допустимо определять приближенное значение $K_{\text{в.п.и}}$, используя данные о восстановлении и повторном использовании деталей, находящихся в машинах, поступающих только на капитальный ремонт.

$$K_{\text{в.п.и}} = \frac{n_{\text{в.п.и}}}{n_{\text{о.д}} H}, \quad (22)$$

где H — число машин, отремонтированных за год.

$K_{\text{п.п.и}}$ и $K_{\text{з}}$ — неразъемных сборочных единиц и комплектующих изделий, заменяемых целиком, определяются так же, как и на детали.

Средние коэффициенты восстановления, повторного использования и замены по бассейнам определяют бассейновые НИИ на основании данных комбинатов и ремонтных предприятий об уровне восстановления деталей на ремонтных предприятиях.

Средние по бассейнам коэффициенты восстановления и повторного использования — $K_{\text{в.п.и}}$ рассчитывают по формуле

$$K_{\text{в.п.и}} = \frac{1}{n_{\text{о.д}}} \sum_{i=1}^m \frac{n_{\text{в.п.и}}}{H_i}, \quad (23)$$

где H_i — количество машин, отремонтированных за год на i -ом ремонтном предприятии.

На основании бассейновых коэффициентов на заводе-изготовителе при разработке нормативов рассчитывают средние по отрасли коэффициенты восстановления и повторного использования — $K_{\text{в.п.и}}$ по формуле

$$K_{\text{в.п.и}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m H_i} \sum_{i=1}^m K_{\text{в.п.и}} H_i. \quad (24)$$

Если детали с $K_{в.п.и} = 1$, при $K_{в.} = 0$, проработали срок службы до плановой замены и годны к повторному использованию без их восстановления, то величину срока службы до плановой замены следует скорректировать.

На детали, срок службы до плановой замены которых равен сроку службы машины до списания, $K_{в.п.и}$ не устанавливается.

Определение нормы расхода запасных частей. Среднегодовые нормы расхода запасных частей по отдельным бассейнам (группам комбинатов) определяются при разработке нормативов расхода запасных частей на основании данных бассейновых НИИ, представленных на завод-изготовитель за два месяца до начала разработки нормативов.

Для изделий со сроком службы до списания более 3 лет, за исключением массовых деталей, среднегодовая норма расхода запасных частей в i -ом бассейне (N_i) в случае, если срок службы до плановой замены выражен в месяцах, определяется по формуле

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \frac{12}{t_{с.i}}, \text{ шт.}, \quad (25)$$

где $t_{с.i}$ — средний срок службы деталей до плановой замены в i -ом бассейне, мес;

$K_{в.п.и_i}$ — средний коэффициент восстановления и повторного использования детали в i -ом бассейне.

Норма расхода может определяться через ресурс до плановой замены (t_p), выраженный в машино-ч. В этом случае формула нормы расхода примет вид

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \frac{12 K_{с.м.ч.с} D_i K_{и.м.в}}{t_{p.i}}, \text{ шт.}, \quad (26)$$

где $t_{p.i}$ — средний ресурс до плановой замены в i -ом бассейне, машино-ч.

В случае, если ресурс до плановой замены выражен в объемных показателях, формула нормы расхода примет вид

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \frac{12 t_{с.о.i}}{t_{р.о.i}}, \text{ шт.}, \quad (27)$$

где $t_{с.о.i}$ — среднемесячный ресурс (по бассейну) в объемных показателях, т, м, м³ и т. п.; $t_{с.о.} = \frac{\Gamma_i}{12}$ (28)

$t_{р.о.i}$ — средний ресурс до плановой замены в объемных показателях в i -ом бассейне;

Γ_i — средняя годовая наработка изделия в i -ом бассейне.

Для изделий со сроком службы до списания до трех лет, а также для массовых деталей и сборочных единиц изделий

независимо от их срока службы до списания, среднегодовая норма расхода запасных частей в i -ом бассейне (N_i) определяется по формулам:

если срок службы до плановой замены выражен в месяцах

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \left(\frac{12}{t_{с.i}} - \frac{A_{в.п.и}}{100} \right), \text{ шт.}, \quad (29)$$

где $A_{в.п.и}$ — количество процентов по норме амортизационных отчислений на полное восстановление изделий, если ресурс до плановой замены выражен в машино-ч.

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \left(\frac{12 K_{с.м.ч.с} D_i K_{и.м.в}}{t_{p.i}} - \frac{A_{в.п.и}}{100} \right), \text{ шт.}; \quad (30)$$

если ресурс до плановой замены выражен в объемных показателях

$$N_i = n_{о.д} (1 - K_{в.п.и_i}) \left(\frac{12 t_{с.о.i}}{t_{р.о.i}} - \frac{A_{в.п.и}}{100} \right), \text{ шт.}, \quad (31)$$

Норму расхода запасных частей N_i , полученную по какой-либо из формул (25, 26, 27, 29, 30, 31), записывают в ведомость дифференцированных нормативов расхода запасных частей.

Средние по отрасли нормы расхода запасных частей рассчитывают на заводе-изготовителе на основании установленных средних по отрасли $K_{в.п.и}$ и $t_{с}$ или по формуле

$$N = \frac{1}{\sum_{i=1}^m H_i} \sum_{i=1}^m N_i H_i, \text{ шт.}, \quad (32)$$

где H_i — количество машин в i -ом бассейне, шт.

При отсутствии среднегодовых норм расхода запасных частей по отдельным бассейнам дифференцированные нормы расхода запасных частей для этих бассейнов (N_i) рассчитываются по формуле

$$N_i = N \cdot K_{с.ф.}, \text{ шт.}, \quad (33)$$

где N_i — среднегодовая норма расхода для i -ого бассейна;

N — среднегодовая норма расхода по отрасли;

$K_{с.ф.}$ — суммарный коэффициент, влияющий на расход активных деталей изделия при определении дифференцированной нормы.

Суммарные коэффициенты, влияющие на расход активных деталей, определены только для следующего забойного оборудования: очистные комбайны, скребковые забойные конвейеры и механизированные крепи. Дифференцированные нормы расхода активных деталей остального горношахтного оборудования должны определяться на основании статистических данных в соответствии с формулами (25, 26, 27, 29, 30, 31).

Среднюю по отрасли норму расхода запасных частей, рассчитанную по формуле (32), записывают в ведомость дифференцированных нормативов расхода запасных частей, а затем переносят ее в ведомость нормативов расхода запасных частей.

На детали и сборочные единицы, не требующие разработки дифференцированных норм расхода, среднегодовые нормы расхода запасных частей рассчитывают по нижеприведенным формулам.

Для изделий со сроком службы до списания более трех лет, за исключением массовых деталей:

если срок службы до плановой замены выражен в месяцах

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \frac{12}{t_c}, \text{ шт.}, \quad (34)$$

где t_c — средний по отрасли срок службы до плановой замены детали, мес.;

$K_{в.п.и}$ — средний по отрасли коэффициент восстановления и повторного использования детали;

если ресурс до плановой замены выражен в машино-ч

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \left(\frac{12K_{от}t_c D_c K_{и.м.в}}{t_p} \right), \text{ шт.}, \quad (35)$$

где t_p — условный ресурс до плановой замены, машино-ч; если ресурс до плановой замены выражен в объемных показателях

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \frac{12t_{с.о}}{t_{р.о}}, \text{ шт.}, \quad (36)$$

где $t_{с.о}$ — среднемесячный по отрасли ресурс в объемных показателях (рассчитывается по формуле (9)), т, м, м³ и т. п.;

$t_{р.о}$ — ресурс до плановой замены в объемных показателях (рассчитывается по формуле (8)), т, м, м³ и т. п.

Для изделий со сроком службы до списания до трех лет, а также для массовых деталей и сборочных единиц изделий независимо от их срока службы до списания по формулам:

если срок службы до плановой замены выражен в месяцах

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \left(\frac{12}{t_c} - \frac{A_{п.в}}{100} \right), \text{ шт.}; \quad (37)$$

если ресурс до плановой замены выражен в машино-ч

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \left(\frac{12K_{от}t_c D_c K_{и.м.в}}{t_p} - \frac{A_{п.в}}{100} \right), \text{ шт.}, \quad (38)$$

если ресурс до плановой замены выражен в объемных показателях

$$N = n_{o,d}(1 - K_{в.п.и}) \left(\frac{12t_{с.о}}{t_{р.о}} - \frac{A_{п.в}}{100} \right), \text{ шт.}, \quad (39)$$

Среднегодовая по отрасли норма расхода запасных частей, рассчитанная по формулам (34, 35, 36, 37, 38, 39), записывается в ведомость нормативов расхода запасных частей.

На сборочные единицы норма расхода определяется в зависимости от их конструктивных и технологических особенностей.

Условно все сборочные единицы машины можно разделить на неразъемные; разъемные, замена деталей в которых допустима на эксплуатационных предприятиях; разъемные, замена деталей в которых на эксплуатационных предприятиях невозможна.

Неразъемные, а также разъемные сборочные единицы, замена деталей в которых на эксплуатационных и ремонтных предприятиях невозможна, заменяются целиком.

Срок службы до плановой замены сборочных единиц, перечисленных выше, принимается по наименьшему сроку службы до плановой замены деталей, в них входящих.

Норма расхода запасных частей на такие неразъемные и разъемные сборочные единицы определяется так же, как и на детали. Такие сборочные единицы подетально не распределяются.

В порядке исключения при необходимости поставок отдельных элементов такая неразъемная сборочная единица может быть частично или полностью распланирована на составляющие детали. Если неразъемная сборочная единица распланируется частично, норма рассчитывается как на всю неразъемную сборочную единицу, так и на детали, а если распланируется полностью, норма расхода рассчитывается только на детали.

На разъемные сборочные единицы, замена деталей в которых допустима на ремонтных предприятиях, в целом норма не устанавливается, так как эти сборочные единицы заменяются отдельными деталями, на каждую из которых уже установлена норма расхода.

На детали и сборочные единицы, срок службы до плановой замены которых равен сроку службы машины до списания, норма расхода запасных частей не устанавливается.

На изделия и сборочные единицы, комплектующие основное изделие, срок службы которых меньше срока службы основного изделия до списания в целом, норма расхода рассчитывается,

исходя из срока службы основного изделия. В ведомости нормативов, если комплектующее изделие не встроено в основное, записывается одной строкой, в которой записывают условный срок службы до плановой замены, равный сроку, установленному в технических условиях или ГОСТе на комплектующее изделие, а коэффициент восстановления и повторного использования принимается равным нулю. В этом случае ведомость нормативов расхода запасных частей на комплектующее изделие прикладывают к ведомости нормативов на основное изделие.

В случае, если комплектующее изделие встроено в основное, то оно расписывается согласно спецификации в той сборочной единице основного изделия (или в самом изделии как самостоятельная сборочная единица), где оно находится.

Работоспособность комплектующего изделия в течение его срока службы обеспечивается заменой входящих в него деталей, на которые устанавливаются соответствующие сроки службы до плановой замены. Норма расхода на эти детали рассчитывается исходя из срока службы комплектующего изделия.

Для ускорения определения нормы расхода запасных частей следует пользоваться таблицами.

В табл. 11 норма расхода запасных частей указана в зависимости от t_c и $K_{в.п.д}$ без учета ресурса начального элемента для изделий с любыми сроками службы до списания.

Таблица 11

t_c	Средний коэффициент восстановления и повторного использования детали ($K_{в.п.д}$)										
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
1	11,40	10,80	10,20	9,60	9,00	8,40	7,80	7,20	6,60	6,00	5,40
3	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80
6	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90
9	1,27	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,87	0,80	0,73	0,67	0,60
12	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
16	0,72	0,68	0,64	0,60	0,57	0,53	0,49	0,45	0,42	0,38	0,34
18	0,64	0,60	0,57	0,54	0,50	0,47	0,44	0,40	0,37	0,34	0,30
24	0,48	0,45	0,43	0,40	0,38	0,35	0,33	0,30	0,28	0,25	0,23
30	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18
36	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15
48	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12

Пример. Требуется определить норму расхода запасных частей при условии: $t_c = 3$ мес., $K_{в.п.д} = 0,4$.

По табл. 11 находим норму расхода запасных частей по заданным условиям, величина которой равна 2,4.

При отсутствии таблиц норма расхода запасных частей рассчитывается по вышеприведенным формулам.

Определение доли нормы расхода запасных частей, предназначенной для проведения капитального ремонта ($D_{к.р}^N$), производится по формуле

$$D_{к.р}^N = \frac{(T - T_{к.р}^{\min}) t_c}{(T - t_c) T_{к.р}^{\min}} \quad (47)$$

где $T_{к.р}^{\min}$ — минимальный период от начала эксплуатации изделия до того капитального ремонта, при котором производится замена рассматриваемой детали.

$T_{к.р}^{\min}$ является кратным сроку службы до плановой замены (t_c) рассматриваемой детали и сроку службы до капитального ремонта ($T_{к.р}$), при котором заменяется данная деталь.

$T_{к.р}^{\min}$ определяется путем разложения значений t_c и $T_{к.р}$ на простейшие множители и умножения величин одного из показателей ($T_{к.р}$, либо t_c) на те простейшие множители при другом, которые не являются одинаковыми для обоих показателей.

Для определения доли нормы расхода запасных частей, предназначенные для проведения всех (в целом) видов ремонта за время эксплуатации ($D_{э.р}^N$), следует пользоваться формулой

$$D_{э.р}^N = 1 - D_{к.р}^N \quad (48)$$

Если при определении нормы расхода запасных частей, приходящейся на капитальный ремонт, получится нулевой или отрицательный результат, то всю норму необходимо отнести на нужды эксплуатации, т. е. доля нормы расхода запасных частей, приходящаяся на капитальный ремонт, равна нулю.

Для упрощения расчета доли нормы расхода, приходящейся на капитальный ремонт, следует пользоваться табл. 12, 13.

Таблица 12

t_c	Срок службы изделия до списания T, мес.								
	24	36	48	55	60	63	72	75	80
4	0,200	0,125	0,091	0,078	0,071	0,068	0,059	0,056	0,047
5	0,263	0,161	0,116	0,100	0,091	0,086	0,075	0,071	0,059
6	0,333	0,200	0,143	0,102	0,111	0,105	0,091	0,087	0,073
8	0,500	0,286	0,200	0,170	0,154	0,145	0,125	0,119	0,100
12	1,000	0,500	0,333	0,279	0,250	0,235	0,200	0,190	0,157
15	1,667	0,714	0,454	0,375	0,333	0,313	0,263	0,250	0,205
18	3,000	1,000	0,600	0,486	0,428	0,402	0,333	0,316	0,257

По табл. 13 при определении доли нормы расхода, приходящейся на капитальный ремонт, необходимо по заданным значениям t_c и T найти величину из табл. 12;

Таблица 13

$T_{к.р}^{min}$	Срок службы изделия до списания T , мес.								
	24	36	48	55	60	63	72	75	84
12	1,000	2,000	3,000	3,583	4,000	4,250	5,000	5,250	6,333
24	—	0,500	1,000	1,292	1,500	1,625	2,000	2,125	2,667
48	—	—	—	0,146	0,250	0,312	0,500	0,563	0,833
72	—	—	—	—	—	—	—	0,042	0,222

по заданному значению T и найденному значению $T_{к.р}^{min}$ определить величину из табл. 13; перемножить найденные значения.

Пример 1. Требуется определить долю нормы расхода запасных частей, приходящуюся на капитальный ремонт, проводимый через 12 мес., для детали со сроком службы до плановой замены, равным 6 мес. Срок службы машины до списания равен 48 мес.

По $t_c=6$ мес. и $T=48$ мес. определяем величину из табл. 12; она равна 0,14.

Определяем $T_{к.р}^{min}$ ($T_{к.р}^{min}=12$ мес.) и по $T_{к.р}^{min}=12$ и $T=48$ мес. находим величину из табл. 13; она равна 3,00.

Перемножив найденные значения, получим

$$D_{к.р}^N = 0,14 \cdot 3,0 = 0,42.$$

При этом доля нормы расхода запасных частей, необходимая для проведения всех видов ремонта при эксплуатации, будет $D_{з.р}^N = 0,58$.

Пример 2. Требуется определить долю нормы расхода запасных частей, приходящуюся на эксплуатацию, для детали со сроком службы до плановой замены равным 12 мес. Срок службы машины до списания, в которой находится данная деталь, равен 63 мес.

По $t_c=12$ мес. и $T=63$ мес. определяем величину из табл. 12; она равна 0,235.

Определяем $T_{к.р}^{min}$ ($T_{к.р}^{min}=12$ мес.), затем по $T_{к.р}^{min}=12$ мес. и $T=63$ мес. находим величину табл. 13; она равна 4,25.

Перемножив найденные значения, получим

$$D_{к.р}^N = 0,235 \cdot 4,25 = 1, \text{ т. е. получим } D_{к.р}^N = 1.$$

Следовательно, $D_{з.р}^N = 0$.

Разделение дифференцированных по бассейнам норм расхода запасных частей производят аналогично методу, изложенному выше.

Порядок установления номенклатуры деталей (сборочных единиц), по которым следует в первую очередь повышать срок службы до плановой замены. В целях увеличения срока службы изделия в целом, срока службы до первого капитального ремонта и межремонтных периодов завод-изготовитель систематически должен за счет конструктивных и технологических мероприятий повышать сроки службы до плановой замены деталей и сборочных единиц.

При разработке нормативов устанавливается номенклатура деталей, по которым осуществляют мероприятия по повышению сроков службы до плановой замены.

В указанную номенклатуру следует включить:

быстроизнашивающиеся детали, относящиеся к I и II группам и соответственно заменяемые при ремонтных осмотрах и при первом текущем ремонте, а также детали других групп, замена которых требует частичной или полной разборки машины в условиях забоя;

детали, снижающие срок службы до плановой замены сборочной единицы и требующие замены при текущих ремонтах; массовые детали и сборочные единицы (режущие и тяговые цепи, решетки, ролики, траки и т. п.);

детали, заменяемые досрочно, до достижения ими срока службы до плановой замены, т. е. детали, близкие к установленному нормативу следующей группы срока службы до плановой замены. Например, срок службы до плановой замены детали установлен 5 мес., для замены она отнесена ко II группе со сроком службы 3 мес., а в III группу входят детали со сроком службы до плановой замены 6 мес. При повышении срока службы до плановой замены этой детали за счет конструктивных и технологических мероприятий до 6 мес., ее можно заменить при втором текущем ремонте.

При разработке нормативов составители устанавливают изготовителя запасных частей (завод-изготовитель, РРЗ, ЦЭММ, шахта, карьер).

Порядок обеспечения запасными частями потребителей основан на том, что все детали, требующие для изготовления высоколегированных материалов, сложной технологии обработки, специального оборудования, и оснастки, должны изготавливаться на заводе-изготовителе оборудования. Детали и сборочные единицы, поставляемые заводом-изготовителем, являются товарными запасными частями.

Детали, не входящие в номенклатуру завода-изготовителя и заменяемые при капитальном ремонте, записываются за ремонтными предприятиями (РРЗ, ЦЭММ).

По таким же деталям, но заменяемым при текущем ремонте, предприятием-изготовителем указывается РРЗ или ЦЭММ, а по простейшим деталям — шахта, карьер.

Когда деталь или сборочную единицу завод-изготовитель комплектует за счет приобретения изделий заводов других отраслей промышленности (электродвигатели, контроллеры, переключатели, штепсельные муфты, фары, пусковые кнопки, подшипники, уплотнения, насосы и другие покупные изделия) в ведомости проставляется наименование завода-поставщика или слово «покупная».

Через каждые 2—3 года нормативы пересматриваются на заводах-изготовителях оборудования при участии представите-

лей эксплуатационных, ремонтных предприятий и проектно-конструкторских институтов.

Необходимость периодического пересмотра нормативов вызывается: изменением конструкции машин; отсутствием к моменту разработки нормативов достаточно полных статистических данных по износу, заменяемости, восстановлению, повторному использованию деталей и сборочных единиц и фактическому расходу запасных частей; систематической работой по повышению сроков службы до плановой замены деталей и сборочных единиц и др.

При пересмотре должны быть уточнены:

срок службы и ресурс до плановой замены деталей и сборочных единиц;

коэффициент восстановления и повторного использования ($K_{в.п.и.}$, $K_{в.}$ и $K_{п.п.}$);

нормы расхода запасных частей;

структура ремонтного цикла;

номенклатура товарных запасных частей;

цены (в соответствии с новыми прейскурантами);

принятые ранее коэффициенты использования оборудования по машинному времени;

другие показатели, установление или изменение которых будет признано целесообразным.

Срок службы и ресурс до плановой замены деталей и сборочных единиц, коэффициенты восстановления и повторного использования пересматриваются на основе статистических данных, получаемых в результате сбора информации с мест эксплуатации и ремонта рассматриваемого оборудования, а также работ, проведенных заводом-изготовителем, по повышению долговечности деталей и сборочных единиц.

Порядок разработки временных нормативов на первые серийные партии оборудования. На оборудование, выпускаемое первой серийной партией, по которому отсутствуют статистические данные по износу, восстановлению, повторному использованию и др. завод-изготовитель и ведущий институт разрабатывают совместно временные нормативы на товарные запасные части и покупные изделия со сроком действия на один год.

Временные нормативы необходимы для проведения технического обслуживания и ремонта нового оборудования, а также для обеспечения этих ремонтов потребным количеством запасных частей. Кроме того, временные нормативы, проверенные в условиях эксплуатации, являются основой для разработки нормативов с участием представителей эксплуатационных и ремонтных предприятий в последующий период.

Нормативный срок службы до плановой замены деталей и сборочных единиц устанавливается на основании расчетных конструкторских данных по аналогии с подобными деталями

и сборочными единицами одноименного оборудования, на которое ранее разработаны нормативы. Одновременно рекомендуются сроки проведения всех видов ремонта, в том числе до капитального.

В связи с отсутствием статистических данных о восстановлении и повторном использовании рекомендуется для восстанавливаемых деталей величину $K_{в.п.и.}$ принимать не более 0,4, а для сборочных единиц — не более 0,65.

Наряду с нормативами сроков службы до плановой замены и нормами расхода запасных частей тематические сборники *товарных запасных частей и покупных изделий* являются руководящим документом для расчета потребности и на ее основе планирования производства товарных запасных частей и покупных изделий.

Величина норм расхода обеспечивает полную потребность в запасных частях при условии, что оборудование работает в заданных режимах, детали и сборочные единицы заменяют в соответствии с установленными сроками службы до плановой замены, а также при условии, что установленные величины $K_{в.п.и.}$ соответствует фактическому объему восстановления и повторного использования деталей.

При подсчете фактического расхода запасных частей годовое количество изделий принимается с учетом среднемесячного количества оборудования, находящегося в работе.

Фактический расход по комбинату должен включать в себя сумму запасных частей, использованных для замены при всех ремонтах изделия.

Каждый комбинат должен ежегодно вести учет фактического расхода товарных запасных частей и покупных изделий, указанных в сборнике, и представлять эти данные заинтересованным предприятиям (организациям).

В конце сборника помещается сводная таблица показателей отдельных ремонтных нормативов и стоимости комплекта товарных запасных частей и покупных изделий по нормам расхода в год на одну машину.

Расчет стоимости комплекта товарных запасных частей и покупных изделий по норме расхода на одно изделие в год. Расчет стоимости комплекта товарных запасных частей и покупных изделий необходим для:

определения стоимости товарных запасных частей и покупных изделий при проведении капитального ремонта;

определения стоимости товарных запасных частей и покупных изделий, требующихся для проведения всех видов ремонта при эксплуатации;

планирования объема производства товарных запасных частей на заводе-изготовителе в денежном выражении;

анализ затрат на запасные части при капитальном ремонте

по нормативам и сопоставления их утвержденным амортизационным отчислениям.

Стоимость товарных запасных частей и покупных изделий определяется путем суммирования произведений стоимости деталей (сборочных единиц) на их среднегодовую норму расхода на одну машину по всем группам сроков службы.

Стоимость товарных запасных частей по группам сроков службы от 1 до M , необходимых для проведения капитального ремонта ($S_{т.к}^I, S_{т.к}^{II}, \dots, S_{т.к}^M$), рассчитывается по формуле

$$S_{т.к}^I = \sum_{i=1}^n C_i^I N_{к_i}^I, \text{ руб.}, \quad (42)$$

$$S_{т.к}^{II} = \sum_{i=1}^n C_i^{II} N_{к_i}^{II}, \text{ руб.}, \quad (43)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$S_{т.к}^M = \sum_{i=1}^n C_i^M N_{к_i}^M, \text{ руб.}, \quad (44)$$

где $C_i^I, C_i^{II}, \dots, C_i^M$ — оптовая цена товарных запасных частей (покупных изделий) по всем группам сроков службы, руб.;

$N_{к_i}^I, N_{к_i}^{II}, \dots, N_{к_i}^M$ — среднегодовая норма расхода товарных запасных частей (покупных изделий), необходимых для проведения капитального ремонта по всем группам сроков службы, шт.

Общая стоимость товарных запасных частей ($S_{т.к}$), необходимых для проведения капитального ремонта, определяется по формуле

$$S_{т.к} = S_{т.к}^I + S_{т.к}^{II} + \dots + S_{т.к}^M, \text{ руб.} \quad (45)$$

Стоимость товарных запасных частей, необходимых для проведения всех видов ремонта при эксплуатации по всем группам сроков службы от 1 до M ($S_{т.э}^I, S_{т.э}^{II}, \dots, S_{т.э}^M$), рассчитывается по следующей формуле:

$$S_{т.э}^I = \sum_{i=1}^n C_i^I N_{э_i}^I, \text{ руб.}, \quad (46)$$

$$S_{т.э}^{II} = \sum_{i=1}^n C_i^{II} N_{э_i}^{II}, \text{ руб.}, \quad (47)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$S_{т.э}^M = \sum_{i=1}^n C_i^M N_{э_i}^M, \text{ руб.}, \quad (48)$$

где $N_{к_i}^I, N_{к_i}^{II}, \dots, N_{к_i}^M$ — среднегодовая норма расхода товарных запасных частей (покупных изделий), необходимых для проведения всех видов ремонта при эксплуатации по всем группам сроков службы, шт.

Общая стоимость товарных запасных частей ($S_{т.э}$), необходимых для проведения всех видов ремонта при эксплуатации, определяется по формуле

$$S_{т.э} = S_{т.э}^I + S_{т.э}^{II} + \dots + S_{т.э}^M, \text{ руб.} \quad (49)$$

Стоимость полного комплекта товарных запасных частей определяется суммированием стоимости товарных запасных частей, необходимых для проведения всех видов ремонта

$$S_{т} = S_{т.к} + S_{т.э}, \text{ руб.} \quad (50)$$

Расчет стоимости комплекта покупных изделий, потребных для проведения всех видов ремонта, аналогичен расчету стоимости комплекта товарных запасных частей

$$S_{п} = S_{п.к} + S_{п.э}, \text{ руб.} \quad (51)$$

При расчете стоимости комплекта товарных запасных частей необходимо учитывать следующее:

если норма расхода сборочной единицы равна норме расхода каждой из входящих в нее деталей, в этом случае в расчет стоимости комплекта следует принимать большую величину, либо стоимость сборочной единицы $S_{сб.ед}$, либо суммарную стоимость деталей $S_{дет}$, входящих в эту сборочную единицу.

$$S_{сб.ед} = N_{сб.ед} C_{сб.ед}, \quad (52)$$

где $N_{сб.ед}$ — норма расхода сборочной единицы;
 $C_{сб.ед}$ — оптовая цена сборочной единицы

$$S_{дет} = \sum_{i=1}^n N_i C_i. \quad (53)$$

Если $S_{сб.ед} > S_{дет}$, то в расчет принимается $S_{сб.ед}$, и наоборот, если $S_{сб.ед} < S_{дет}$, то принимается стоимость деталей;

норма расхода сборочной единицы больше нормы расхода каждой из входящих в нее деталей, в этом случае в расчет стоимости комплекта принимается стоимость сборочной единицы $S_{сб.ед}$;

норма расхода сборочной единицы меньше нормы расхода, входящих в нее деталей, в этом случае в расчет стоимости комплекта принимается стоимость сборочной единицы по норме расхода $S_{сб.ед} = N_{сб.ед} C_{сб.ед}$ плюс сумма произведений оптовой

цены деталей, входящих в сборочную единицу, на разность норм расхода детали и сборочной единицы.

$$S_{\text{дет}} = \sum_{i=1}^n C_i (N_i - N_{\text{сб.ед}}), \text{ руб.}, \quad (54)$$

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{сб.ед}} + S_{\text{дет}}, \text{ руб.}, \quad (55)$$

или

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{сб.ед}} + \sum_{i=1}^n C_i (N_i - N_{\text{сб.ед}}), \text{ руб.}, \quad (56)$$

Глава 4

ПОДГОТОВКА МАШИН К РЕМОНТУ

§ 1. Разборка машин

Все принятые в ремонт машины и отдельные узлы подлежат полной разборке, промывке узлов и деталей в моечных установках и дефектации всех деталей.

В зимнее время машины, хранящиеся на открытом воздухе, перед разборкой на 1—2 суток заводятся в цех для подогрева.

Разборка машин производится по принятой на ремонтном предприятии технологии с применением специальной оснастки и инструмента, однако начальным этапом является разборка машин на узлы. При вскрытии редукторов машин смазка из их полостей должна быть слита. Целесообразно вскрытие редукторов производить на решетчатом настиле, под которым в углублении пола помещается металлический ящик. По мере его наполнения решетчатый настил снимается, смазка сливается в специальные емкости.

Применяемые методы, инструмент и приспособления должны обеспечивать разборку машин без повреждения деталей. В тех случаях, когда нормальная разборка невозможна (коррозионное или температурное сращивание сопряженных деталей, сорваны резьбы, сбиты грани гаек и головок болтов, двальцованы торцы сопряженных деталей и т. д.), одна из деталей может быть повреждена.

Разборка узлов, имеющих сопряжения с натягом, обычно производится винтовыми или гидравлическими съемниками, ручными и гидравлическими прессами.

При снятии подшипников качения, посаженных на вал с натягом, усилие стягивания должно передаваться на внутреннее кольцо и при посадке подшипников с натягом в корпус, усилие должно передаваться на наружное кольцо.

Сопряженные с натягом детали, обеспечивающие взрывозащитные зазоры, не должны сниматься, если не нарушена их форма, размеры и чистота взрывозащитной поверхности.

Крышки разъемных подшипников, опор в корпусных деталях, отверстия в которых расточены совместно с корпусом, при разборке маркируют, устанавливают на свои места и закрепляют собственным крепежом во избежание обезличивания и потери.

Детали узлов и механизмов, имеющих взаимную приработку или индивидуальную подгонку, при разборке должны маркироваться. Если это выполнить невозможно, то такие детали

во избежание обезличивания укладываются в отдельную тару. Такой порядок разборки используется главным образом при ремонте гидрооборудования.

§ 2. Мойка узлов и деталей

Для предварительной промывки узлов обычно используются металлические ванны с подогретым до 70—80°С раствором каустической соды 3—5%-ной концентрации. Широкое применение имеет электрический подогрев раствора, однако наиболее эффективным и безопасным для обслуживающего персонала является паровой подогрев.

Для окончательной промывки деталей получили распространение конвейерные двухкамерные установки, обеспечивающие непрерывный процесс мойки. Решетчатый ящик с деталями устанавливается на пластинчатый конвейер и перемещается со скоростью 0,1—0,2 м/мин. В первой камере детали промываются горячим раствором каустической соды 5%-ной концентрации, а во второй — горячей водой. При выходе из второй камеры детали быстро высыхают.

Промывку деталей можно производить в одном из следующих растворов: 5—8% каустической соды; раствор 0,7%, состоящий (по весу) из каустической соды, 0,9% фосфорнокислого натрия, 0,9% жидкого мыла, 5% кальцинированной соды; раствор, состоящий из 5% каустической соды, 0,7% кальцинированной соды, 0,5 жидкого мыла; 0,2—0,25% кальцинированной соды, 0,15—0,25% жидкого стекла, 0,1—0,15 нитрита натрия.

Мелкие детали гидрооборудования (гидронасосов, гидроблоков, различных клапанов) обычно промываются вручную керосином в открытых ваннах. На некоторых заводах для этой цели используются ультразвуковые ванны типа УЗВ-15М. Моющий раствор для этих ванн выбирается в зависимости от рабочей жидкости, на которой работает гидрооборудование. При работе на маслах индустриальное «20», «30», «45» или на водомасляной эмульсии следует пользоваться раствором, состоящим из 30 г/л тринатрийфосфата и 3 г/л препарата ОП-7. Раствор подогревают до 60°С. Вымытые детали промываются последовательно в горячей и холодной воде, после чего детали подвергаются консервации для предохранения от коррозии. Для этой цели рекомендуется применять масло индустриальное «20» с добавлением в него 10% присадки КП-2 или использовать консервационную смазку К-17 по ГОСТ 10877—64.

§ 3. Дефектация деталей

Контроль технического состояния деталей и узлов машин является одним из наиболее ответственных этапов технологического процесса ремонта.

Таблица 14

Дефекты деталей и узлов	Условный код дефектов, нанесенный краской	Способы устранения дефектов
Размеры деталей соответствуют чертежам или техническим требованиям на дефектацию и ремонт, но требуется доводка чистоты поверхности вследствие наличия коррозии, забоины и других дефектов	1	Довести поверхность деталей до требуемой чистоты путем зачистки щеткой, шлифования, полировки
Износ поверхностей деталей больше допустимого техническими требованиями на дефектацию и ремонт	2	Восстановить поверхности до требуемых размеров согласно чертежам основного производства или ремонтным чертежам способами: электродуговой наплавки, виброконтактная наплавка, осадивание, хромирование, наливка или наплавка цветными металлами и др. с последующей механической обработкой
Детали, имеющие наибольшие изгибы, вмятины, наплывы металла	3	Восстановить поверхности механической обработкой
Детали узла (сборочной единицы) восстановлению не подлежат	4	Удалить непригодные детали, заменив их новыми
Трещины или разрывы	5	Засверлить конец трещины, произвести ее разделку и заварить. При необходимости произвести усиление (заваркой) трещины привариванием ребер жесткости
Деталь или ее элемент изогнуты	6	Устранить изгиб рихтовкой или правкой
Резьба загрязнена, имеются забоины, вмятины или не проходит резьбовой калибр	Мазок	Почистить резьбу, удалить забоины, вмятины, прорезать метчиком, плашкой или резцом
Изношены или деформированы резьбовые отверстия или отверстия под контрольные штифты	Закрепить (X)	Заварить, сверлить отверстия в размер или под зенкерование, в резьбовых отверстиях нарезать резьбу
Наличие на зубьях шестерен ступеней в результате износа, коррозия и забоины на зубьях	7	Исправление профиля зубьев фрезерованием или зубошлифованием, зачистка от коррозии
Прочие дефекты, не оговоренные техническими требованиями на дефектацию и ремонт	0	Детали разложить на стеллаже для осмотра и принятия решения ведущими специалистами

Завод — ЦЭММ Отдел, цех		Ведомость дефектировки детали ГШО								
№ пп.	№ деталей	Наименование деталей	Количество на машину	Результаты дефектации						
				Предъявлено за отчетный период	В том числе					
					годные к ис- пользованию без ремонта	% к общему количеству	подлежат ремонту	% к общему количеству	брак	% к общему количеству
1	2К-52-1-0034	Шестерня	1	120	11	9,1	62	51,7	47	39,3
2	2К-52-1-0033	Вал	1	120	3	2,5	78	65,0	39	32,5
3	2К-52-2-3-003К	Ось	2	240	12	5,0	138	57,5	90	37,5
4	2К-52-1-1-0402	Крышка	1	120	89	74,1	31	25,8	—	—
5	2К-52-1-0046	Болт М24×155	4	480	38	7,9	123	25,6	319	66,4

Правильная организация и тщательное проведение дефектации обеспечивают высокое качество ремонта, снижение расхода запасных частей и стоимости ремонта.

Дефектировка должна производиться на специально организованном участке с хорошим освещением, оснащенным необходимым измерительным инструментом, калибрами, шаблонами и приспособлениями.

При дефектации деталей персонал должен руководствоваться общими техническими условиями на ремонт машин, техническими требованиями на дефектацию и ремонт, рабочими и ремонтными чертежами узлов и деталей ответственного назначения.

В зависимости от видов и степени повреждений в процессе дефектации детали подразделяются на три группы:

первая — годные детали, величина износа которых не превышает допусков или имеющих отклонения в пределах, допустимых техническими требованиями на дефектацию и ремонт;

вторая — детали, изношенные или имеющие другие повреждения, отклонения размеров которых превышают допустимые значения, но они могут быть повторно использованы после восстановления;

третья — детали со значительным износом и повреждениями, восстановление которых технически невозможно или экономически целесообразно.

Машин 2К-52			Средний период (месяц или год)	Количество восстанавливаемых деталей	Методы восстановления						
Норма выпуска частей на одну машину. шт.					февраль 1973 г.	128	Дефектировка				
плановая	фактическая	% к плану	Восстановлено, шт.	Способы восстановления в том числе							
				Вибро- наплавка	Ручная доголовка	Автомати- зованная доголовка	Ультразвуком	Песчаным аппаратом	Шлифовкой	Сваркой металлом	Прочие
0,41	0,39	95,1	62	—	—	—	—	—	—	62	—
0,32	0,33	103,1	78	—	—	—	78	—	—	78	—
0,41	0,38	92,6	138	—	—	—	—	100	—	100	—
0,00	0,00	0,00	31	—	8	—	—	—	—	25	13
3,24	2,68	82,7	123	—	—	—	—	—	—	123	—

Детали первой и второй групп маркируются условными цифрами в зависимости от видов дефектов, а детали, отнесенные к третьей группе, отгружаются в металллом, сортируемые предварительно по маркам металла.

В табл. 14 приведены основные дефекты, их условные шифры и рекомендуемые способы восстановления, принятые на Рутченковском рудоремонтном заводе.

Сведения о результатах дефектировки должны заноситься в ведомость (табл. 15), позволяющую определять потребность в запасных частях, количество восстанавливаемых деталей различными способами.

При освоении капитального ремонта новых типов машин необходимо сведения о замерах деталей заносить в дефектную карту (табл. 16).

Эти сведения дают ясное представление о характере дефектов деталей, величинах их износов, необходимых для дальнейшего улучшения конструкции машин, повышения их надежности и долговечности.

Целесообразно дефектную карту заполнять периодически и для всех ремонтируемых машин на ремонтных предприятиях для установления величин износов деталей в течение межремонтного срока эксплуатации в различных горно-геологических условиях.

Завод: Цех:		Проверяемые раз	
Номер детали и наименование	Материал и термообработка	Чертежный	Фактический при дефекта- ции
K-101.01.151A Полумуфта $m=6$ $z=25$	Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543—71 Цементировать на глубину $h=1,4 \dots 1,8$ мм Закалить HRC 56 . . . 62	1. $\varnothing 100 H^{(+0,026)}$ $^{(+0,003)}$	1. $\varnothing 99,93$
		2. $\varnothing 60 A_3^{(+0,06)}$	2. $\varnothing 60,2$
		3. $W=46,9_{-0,115}$	3. $W=46,1$
		4. $13A_4^{(+0,12)}$	4. 13,5
1K-101.20.305	Сталь 18ХГТ	1. $\varnothing 170 C_4$ $^{(-0,26)}$	1. $\varnothing 169,1$
Стакан	ГОСТ 4543—61 Поверхность «В» цементировать на глубину $h=1,0 \dots 1,9$ Закалить HRC 55 . . . 60	С местными выработками глубиной до 0,5 мм и чистотой поверхности $R_a 63$ не менее	
		2. $\varnothing 190 X_3^{(-0,075)}$ $^{(-0,195)}$	2. $\varnothing 189,4$
		3. $\varnothing 6A_4^{(+0,08)}$	3. $\varnothing 6,1$
		4. $\varnothing 100 A_3^{(+0,07)}$	—
		Технолог:	

§ 4. Общие технические условия на дефектировку деталей и узлов

При оценке возможности повторного использования деталей следует руководствоваться тем, что некоторые виды деталей в процессе эксплуатации машин неоднократно заменяются, из-за малого срока их службы, поэтому при капитальном ремонте машин они должны заменяться новыми, независимо от их технического состояния. К таким деталям относятся: прокладки из неметаллических материалов, шплинты, манжеты, уплотнительные кольца из резины, кожи, войлока, фетра, пластмасс и других материалов, проволока контрящая, шайбы предохранительные для установочных гаек, планки стопорные, шарики клапанов гидрооборудования. Подлежат замене провода и

Таблица 16

меры, мм	Характер дефектов	Машин 18-101			Порядковый номер детали
		Уровень износа 07			
		Число	Материал	Год	
Максимально допустимый без ремонта	Износ и коррозия	Без металлообработки	Восстановить способом	Без и другими	2
		—	Токарная, хромирование, осталивание	—	
		—	—	—	
		—	Слесарная, дубофрезерная	—	
1. $\varnothing 100 C^{(-0,023)}$	Износ абразивный механический	—	—	Разрушение детали	3
		—	Ремонтная шпонка	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
2. $\varnothing 60,1$	Трещина	—	—	Разрушение детали	
		—	—	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
3. $W=45,5$	Излом	—	—	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
4. $13A_4^{(+0,26)}$	Излом	—	—	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
		—	—	—	
Дефектовщик:					

кабели электрической коммутации, все виды смазочных материалов.

Корпусные детали, ответственные металлоконструкции с серьезными повреждениями (сквозными трещинами, разрывами, значительными изгибами в разных плоскостях и т.д.) в процессе дефектации должны тщательно осматриваться ведущими специалистами ремонтного предприятия и в необходимых случаях должна разрабатываться специальная технология восстановления и усиления деталей.

К дефектам общего характера относятся различные по характеру износы, остаточные деформации от изгиба, кручения, смятия, разрушения деталей или их отдельных элементов в виде трещин, изломов, выкрашиваний, коррозии.

Детали трансмиссий редукторов машин, с остаточной дефор-

машин кручения, с изломами, трещинами, значительным выкрашиванием цементационного слоя, сколом торцов и вершин зубьев шестерен восстановлению не подлежат. Детали менее ответственного назначения при наличии различных по характеру дефектов должны восстанавливаться в соответствии с рекомендациями, изложенными в технических требованиях на дефектацию и ремонт.

Пригодность деталей к повторному использованию без восстановления определяется тщательным внешним осмотром. В деталях ответственного назначения галтели, отверстия, пазы, являющиеся концентраторами напряжений, должны проверяться методами дефектоскопии.

Рабочие поверхности деталей, используемых повторно без восстановления, не должны иметь задиры, забоины, глубоких царапин, неравномерного износа, раковин, коррозии, которые могут оказать существенное влияние на срок службы детали, сопряжения, узла.

При использовании изношенных деталей с предельными значениями размеров производится подбор деталей сопряженной пары, причем в этих случаях должен быть сохранен характер сопряжения, предусмотренный техническими требованиями на сборку узла.

§ 5. Оценка непригодности деталей

При оценке непригодности деталей к повторному использованию цеховой персонал должен руководствоваться рекомендациями, изложенными для основных деталей в технических требованиях на дефектацию и ремонт. Однако для многих типовых деталей и их элементов многолетний опыт ремонта установил определенные разновидности дефектов, при наличии которых детали не могут быть повторно использованы.

Ниже приведены основные из этих дефектов.

Корпусные детали являются базой для сборки узлов, механизмов и машин, поэтому при разработке браковочных признаков всесторонне учитываются возможные варианты их восстановления при наличии самых разнообразных дефектов и повреждений.

Корпусные детали бракуются при явной экономической нецелесообразности их восстановления или отсутствии технических средств для восстановления.

Если по какому-либо дефекту корпусная деталь подлежит выбраковке, то дефектацию других мест этой детали производить не следует.

Валы и оси, имеющие трещины, изломы, остаточные деформации от кручения, восстановлению не подлежат. Остаточные деформации от изгиба могут быть устранены рихтовкой, если величина прогиба не превышает значений, регламентиро-

ванных для конкретных деталей техническими требованиями на дефектацию и ремонт.

Шлицы со сколами и изломами восстановлению не подлежат.

Цементированные и закаленные шпоночные пазы на валу и во втулке со сколами пазов, а также при одностороннем износе пазов более 6% от номинального размера бракуются.

Шестерни и зубчатые колеса сантаются непригодными к дальнейшему использованию при наличии следующих дефектов: изломы зубьев, сколы торцов и вершин на большинстве зубьев, разрушение цементационного слоя более 5% общей площади поверхности зуба, значительное выкрашивание по длине зуба независимо от места его расположения в околополюсной зоне, на хребте, у торца или на ножке зуба, износ и поднутрение зубьев, в результате которых изношено свыше 80% толщины цементационного слоя.

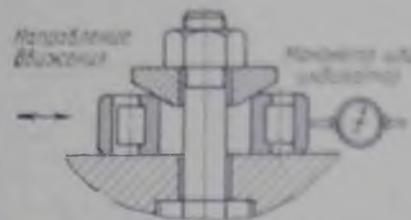


Рис. 9. Приспособление для проверки радиального зазора в подшипниках качения

Подшипники качения перед оценкой пригодности должны быть хорошо промыты и очищены от следов коррозии. Патина коррозии должна удаляться окисью хрома. С целью выявления дефектов на наружных и внутренних кольцах, телах качения и сепараторах, подшипники тщательно осматриваются. Подшипники бракуются при следующих дефектах: трещинах, выкрашивании колец и тел качения, отсутствии отдельных деталей (шариков, роликов, заклепок сепараторов), цветах побежалости, глубокой коррозии, шелушении металла, раковинах, забоинах на беговых дорожках и сепараторах, неравномерных износах беговых дорожек, ступенчатых износах рабочих поверхностей колец.

Перед проверкой подшипников на легкость вращения их следует окунуть в бензин с добавлением 10% машинного масла.

Проверку необходимо производить при вертикальном положении оси подшипника, вращая наружное кольцо и удерживая внутреннее. Годный подшипник при этом должен вращаться легко, без заметных притормаживаний, а останавливаться наружное кольцо должно плавно, без стука. При вращении должен быть слышен шипящий звук, не превышающий шума эталонного подшипника.

Радиальный зазор в подшипниках проверяется специальным прибором, однако радиальные шариковые и роликовые подшипники проверяют и с помощью специального приспособления (рис. 9). Внутреннее кольцо подшипника закрепляется в

Таблица 17

№ подшипника по ГОСТу	Наименование подшипника	ГОСТ подшипника	Размеры, мм			Радиальные зазоры, мм	
			d	D	b	Наибольший зазор для конусных подшипников	Максимально допустимый зазор в подшипниках, бывших в употреблении
107	Шариковые подшипники радиальные однорядные	8338—57	35	62	14	0,026	0,07
108	То же	8338—57	40	68	15	0,026	0,077
112	»	8338—57	60	95	18	0,033	0,1
120	»	8338—57	100	150	24	0,046	0,13
121	»	8338—57	105	160	26	0,046	0,13
124	»	8338—57	120	180	28	0,046	0,13
130	»	8338—57	150	225	25	0,058	0,18
202	»	8338—57	15	35	11	0,022	0,044
203	»	8338—57	17	40	12	0,022	0,044
204	»	8338—57	20	47	14	0,024	0,06
205	»	8338—57	25	52	15	0,024	0,06
206	»	8338—57	30	62	16	0,024	0,06
207	»	8338—57	35	72	17	0,026	0,07
208	»	8338—57	40	80	18	0,026	0,07
209	»	8338—57	45	85	19	0,029	0,07
210	»	8338—57	50	90	20	0,029	0,09
212	»	8338—57	60	110	22	0,033	0,1
213	»	8338—57	65	120	23	0,33	0,1
214	»	8338—57	70	125	24	0,034	0,1
215	»	8338—57	75	130	25	0,034	0,1
216	»	8338—57	80	140	26	0,034	0,1
218	»	8338—57	90	160	30	0,04	0,15
219	»	8338—57	95	170	32	0,04	0,15
220	»	8338—57	100	180	34	0,04	0,15
224	»	8338—57	120	215	40	0,046	0,15
226	»	8338—57	130	230	40	0,053	0,18
230	»	8338—57	150	270	45	0,058	0,18
304	»	8338—57	20	52	15	0,024	0,06
305	»	8338—57	25	62	17	0,024	0,06
306	»	8338—57	30	72	19	0,024	0,06
307	»	8338—57	35	80	21	0,026	0,07
308	»	8338—57	40	90	23	0,026	0,07
309	»	8338—57	45	100	25	0,029	0,07
310	»	8338—57	50	110	27	0,029	0,09
311	»	8338—57	55	120	29	0,033	0,1
312	»	8338—57	60	130	31	0,033	0,1
313	»	8338—57	65	140	33	0,033	0,1
314	»	8338—57	70	150	35	0,034	0,1
315	»	8338—57	75	160	37	0,034	0,1
316	»	8338—57	80	170	39	0,034	0,1
317	»	8338—57	85	180	41	0,04	0,15

Продолжение табл. 17

№ подшипника по ГОСТу	Наименование подшипника	ГОСТ подшипника	Размеры, мм			Радиальные зазоры, мм	
			d	D	b	Наибольший зазор для конусных подшипников	Максимально допустимый зазор в подшипниках, бывших в употреблении
319	Шариковые подшипники радиальные однорядные	8338—57	95	200	45	0,04	0,15
320	То же	8338—57	100	215	47	0,04	0,15
322	»	8338—57	110	240	50	0,046	0,15
406	»	8338—57	30	90	23	0,024	0,06
408	»	8338—57	40	110	27	0,026	0,07
222	»	8338—57	110	200	38	0,046	0,15
409	»	8338—57	45	120	29	0,029	0,07
410	»	8338—57	50	130	31	0,029	0,09
411	»	8338—57	55	140	33	0,033	0,1
412	»	8338—57	60	150	35	0,033	0,1
413	»	8338—57	65	160	37	0,033	0,1
7000101	»	8338—57	12	28	7	0,022	0,044
7000106	»	8338—57	30	55	9	0,024	0,06
7000114	»	8338—57	70	110	13	0,034	0,1

приспособлении, а к наружному подводится ножка индикатора, закрепленная в штативе. Перемещая наружное кольцо подшипника в направлении ножки индикатора, определяют величину радиального зазора. Измерения производят в четырех местах, поворачивая наружное кольцо подшипника при каждом измерении на угол 90°. За величину радиального зазора принимается среднее значение четырех измерений.

Радиальный зазор в сферических радиальных роликоподшипниках с цилиндрическими роликами без бортов, на наружном кольце с диаметром отверстия свыше 60 мм можно проверять щупом.

Установив подшипник вертикально на ровной плите, пластинку щупа вводят между верхним роликом и рабочей поверхностью наружного кольца. При этом нельзя накатывать ролики на пластинку щупа. При измерении зазора ролики должны плотно прилегать своими торцами к борту внутреннего кольца подшипника.

Многолетним опытом ремонта забойных машин установлены допустимые значения радиальных зазоров шариковых и роликовых подшипников, приведенных в табл. 17 и 18.

Таблица 18

№ подшипника по ГОСТу	Наименование подшипника	ГОСТ подшипника	Размеры, мм			Радиальный зазор, мм	
			d	D	b	Наибольший зазор для новых подшипников	Максимальный допустимый зазор для подшипников, бывших в употреблении
2132	Роликовый подшипник радиальный с короткими цилиндрическими роликами	8328—57	160	240	38	0,115	0,3
2208	То же	8328—57	40	80	18	0,055	0,12
2214	»	8328—57	70	125	24	0,07	0,15
2220	»	8328—57	100	180	34	0,08	0,2
2224	»	8328—57	120	215	40	0,09	0,2
2309	»	8328—57	45	100	25	0,055	0,12
2314	»	8328—57	70	150	35	0,07	0,15
2315	»	8328—57	75	160	37	0,07	0,15
2317	»	8328—57	85	180	41	0,08	0,2
2320	»	8328—57	100	215	47	0,08	0,2
2322	»	8328—57	110	240	50	0,09	0,2
2324	»	8328—57	120	260	55	0,09	0,2
3516	Роликовый подшипник радиальный сферический двухрядный	5721—57	80	140	33	0,06	0,15
3518	То же	5721—57	90	160	40	0,07	0,2
3520	»	5721—57	100	180	46	0,07	0,2
3522	»	5721—57	110	200	53	0,08	0,2
3524	»	5721—57	120	215	58	0,08	0,2
3526	»	5721—57	130	230	64	0,09	0,25
3528	»	5721—57	140	250	68	0,09	0,25
3530	»	5721—57	150	270	73	0,1	0,25
3532	»	5721—57	160	290	80	0,1	0,3
3608	»	5721—57	40	90	33	0,04	0,12
3609	»	5721—57	45	100	36	0,043	0,12
3610	»	5721—57	50	110	40	0,045	0,12
3611	»	5721—57	55	120	43	0,05	0,15
3612	»	5721—57	60	130	46	0,05	0,15
3614	»	5721—57	70	150	51	0,06	0,15
3615	»	5721—57	75	160	55	0,06	0,15
3616	»	5721—57	80	170	58	0,06	0,15
3617	»	5721—57	85	180	60	0,07	0,2
3618	»	5721—57	90	190	64	0,07	0,2
3620	»	5721—57	100	215	73	0,07	0,2
3622	»	5721—57	110	240	80	0,08	0,2
3624	»	5721—57	120	260	86	0,08	0,2
3626	»	5721—57	130	280	93	0,09	0,25

Продолжение табл. 18

№ подшипника по ГОСТу	Наименование подшипника	ГОСТ подшипника	Размеры, мм			Радиальный зазор, мм	
			d	D	b	Наибольший зазор для новых подшипников	Максимальный допустимый зазор для подшипников, бывших в употреблении
3630	Роликовый подшипник радиальный сферический двухрядный	5721—57	150	320	108	0,1	0,25
3003148	То же	5721—57	240	360	92	0,15	0,45
32209	Роликовый подшипник с коротким роликом	8328—57	45	85	19	0,065	0,12
32311	То же	8328—57	55	120	29	0,065	0,15
32318	»	8328—57	90	190	43	0,08	0,2
32410	»	8328—57	50	130	31	0,055	0,12
32612	»	8328—57	60	130	46	0,065	0,15
32613	»	8328—57	65	140	48	0,065	0,15
42617	»	8328—57	85	180	60	0,08	0,2
42205	»	8328—57	25	52	15	0,045	0,08
42207	»	8328—57	35	72	17	0,055	0,12
42215	»	8328—57	75	130	25	0,07	0,15
42216	»	8328—57	80	140	26	0,07	0,15
42226	»	8328—57	130	230	40	0,1	0,25
42230	»	8328—57	150	270	45	0,115	0,25
42234	»	8328—57	170	310	52	0,125	0,35
42307	»	8328—57	35	80	21	0,055	0,12
42310	»	8328—57	50	110	27	0,055	0,12
42317	»	8328—57	85	180	41	0,08	0,2
42320	»	8328—57	100	215	47	0,08	0,2
42612	»	8328—57	60	130	46	0,065	0,15
42620	»	8328—57	100	215	73	0,08	0,20
42622	»	8328—57	110	240	80	0,09	0,2
42312	»	8328—57	60	130	31	0,065	0,15
92412	»	8328—57	60	150	35	0,065	0,15

Измерение осевого люфта радиальных подшипников можно производить с помощью приспособлений (рис. 10).

Допустимый общий (в обе стороны) осевой люфт для подшипников с наружным диаметром до 100 мм не должен превышать 0,3 мм, а для подшипников с наружным диаметром 100 мм и выше — не более 0,4 мм [1].

Диаметры колец следует измерять только в тех случаях, когда на них имеются следы перемещения относительно вала или корпуса в виде светлых, блестящих пятен и рисок, а также при наличии следов коррозии и потемнения.

Допустимые отклонения размеров диаметров колец подшипников для повторного использования приведены в табл. 19.

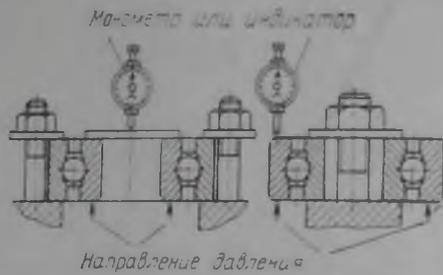


Рис. 10. Приспособление для осевого люфта радиальных подшипников

Таблица 19

Номинальные диаметры внутренних и наружных колец, мм		Допустимые отклонения размеров диаметра колец, мм			
свыше	до	внутреннего		наружного	
		верхний	нижний	верхний	нижний
—	30	+0,005	−0,010	0	−0,010
30	50	+0,006	−0,012	0	−0,012
50	80	+0,007	−0,015	0	−0,015
80	120	+0,008	−0,020	0	−0,018
120	180	+0,010	−0,025	0	−0,028
180	250	+0,011	−0,030	0	−0,035
250	315	+0,012	−0,035	0	−0,040
315	400	+0,013	−0,040	0	−0,045
400	500	+0,015	−0,045	0	−0,050

Наибольшие и наименьшие значения внутреннего и наружного колец определяются следующим образом:

для внутреннего кольца

$$d_{\text{наиб}} = d_{\text{ном}} + \delta_{\text{верх.вн.}}$$

$$d_{\text{наим}} = d_{\text{ном}} - \delta_{\text{нижн.вн.}}$$

для наружного кольца

$$D_{\text{наиб}} = D_{\text{ном}} + \delta_{\text{верх.нар.}}$$

$$D_{\text{наим}} = D_{\text{ном}} - \delta_{\text{нижн.нар.}}$$

Для ясности методики определения пригодности подшипников рассмотрим два примера.

Пример 1. При измерении диаметра внутреннего кольца с номинальным диаметром 100 мм, в двух диаметрально противоположных направлениях, получены размеры:

$$d_{\text{наиб.изм}} = 100,006 \text{ мм};$$

$$d_{\text{наим.изм}} = 99,998 \text{ мм}.$$

Средний измеренный диаметр кольца будет

$$d_{\text{ср.изм}} = \frac{d_{\text{наиб.изм}} + d_{\text{наим.изм}}}{2} = 100,002 \text{ мм}.$$

Допустимые наибольшее и наименьшее значения диаметра внутреннего кольца подшипника

$$d_{\text{наиб}} = 100 + 0,008 = 100,008 \text{ мм}.$$

$$d_{\text{наим}} = 100 - 0,02 = 99,98 \text{ мм}.$$

Такой подшипник считается годным, так как

$$d_{\text{наиб}} > d_{\text{ср.изм}} > d_{\text{наим}}.$$

Пример 2. В результате измерения диаметра наружного кольца подшипника с номинальным диаметром 180 мм получены размеры:

$$D_{\text{наиб.изм}} = 179,974 \text{ мм};$$

$$D_{\text{наим.изм}} = 179,958 \text{ мм}.$$

Средний измеренный диаметр будет

$$D_{\text{ср.изм}} = \frac{D_{\text{наиб.изм}} + D_{\text{наим.изм}}}{2} = 179,966 \text{ мм}.$$

Допустимое наименьшее значение диаметра кольца

$$D_{\text{наим}} = 180 - 0,028 = 179,972 \text{ мм}.$$

Подшипник непригоден к повторному использованию, так как

$$D_{\text{ср.изм}} < D_{\text{наим}}.$$

Пружины винтовые цилиндрические в забойных машинах и гидромеханизированных креплениях применяются 2-го и 3-го классов.

Пружины 2-го класса используются в ответственных узлах (предохранительных, редуционных, перепускных клапанах) и обеспечивают передачу заданных усилий при определенной деформации.

Пружины 3-го класса имеют менее ответственное назначение (распределительные и блокировочные устройства, клапаны насосов и др.).

Пружины являются непригодными к дальнейшему использованию при наличии изломов, трещин, коррозии, отклонения от перпендикулярности, неравномерности шага.

Отклонения от перпендикулярности в пружинах δl не должны превышать

$$\delta l = (0,02 - 0,03) l,$$

причем меньшие значения относятся к пружинам 2-го класса, где l — длина пружины.

Допустимая неравномерность шага $\Delta_{\text{доп}}$ пружин

$$\Delta_{\text{доп}} = 0,15(t - d),$$

где t — шаг пружины, мм;

d — диаметр пружинной проволоки, мм.

Рассмотрим оценку пригодности пружины на примере.

Пример. По чертежу шаг пружины $t = 12,5$ мм, диаметр пружинной проволоки $d = 8$ мм, число витков $n = 4$.

Измеренные межвитковые зазоры в пружине составили 3,3; 3,2; 3,15; 2,8 мм.

Наибольшая измеренная неравномерность шага

$$\Delta_{\text{изм}} = 3,3 - 2,8 = 0,5 \text{ мм.}$$

Допустимая неравномерность шага

$$\Delta_{\text{доп}} = 0,15(t - d) = 0,15(12,5 - 8) = 0,675 \text{ мм.}$$

Пружина пригодна для дальнейшего использования.

В пружинах 2-го класса, кроме того, необходимо проверять допустимую длину в свободном состоянии и усилие пружины P_2 при рабочей деформации. Значения приводятся в рабочих чертежах.

Наименьшая допустимая длина пружины определяется по формуле

$$l_{\text{наим}} = l - (l + 0,1F_2),$$

где $l_{\text{наим}}$ — наименьшая допустимая длина пружины, мм;

l — номинальная длина пружины по чертежу, мм;

$F_2 = \frac{P_2}{Z}$ — рабочая деформация, мм;

Z — жесткость пружины, кг/мм.

При усилнии нагружения P_2 зазор между витками должен просматриваться не менее чем в 40% витков.

Болты, винты, шпильки, гайки, пробки бракуются по следующим признакам: интенсивной коррозии, износа или срыва резьбы на двух и более нитках, смятия грани; превышение величины износа по высоте головок болтов 20%.

Прочие детали: пружинные шайбы, металлические прокладки, стопорные пружинные кольца, кольца упорные, дистанционные, регулировочные, шайбы различного назначения, бракуются при наличии изломов, трещин, коррозии, несправимых изгибов и других дефектов.

Узлы и детали электрооборудования отбраковывают при наличии дефектов, недопустимых при эксплуатации взрывобезопасного электрооборудования [20, 24]. Этими инструктивными материалами определены также методы ремонта деталей и узлов электрооборудования, в соответствии с которыми ремонтными предприятиями разрабатываются ремонтные чертежи,

технологии восстановления деталей и согласовываются с МакНИИ или ВостНИИ.

Узлы и детали гидрооборудования в виду их специфичности, должны тщательно дефектироваться, причем после промывки и сушки.

Осмотр рабочих поверхностей клапанов и седел, золотников и гильз должен производиться при 7—10-кратном увеличении, с целью выявления мелких трещин, отслоений цементационного слоя, сколов усталостного характера.

Браковочными признаками таких деталей, как золотники, гильзы, клапаны, седла, плунжеры насосов, являются задиры, забоины, глубокие риски, деформация, коррозия, которые не могут быть устранены шлифовкой и притиркой без нарушения герметичности или требуемого зазора в сопряжении.

Сетчатые фильтры подлежат замене при наличии порывов или изломов проволочек сеток.

Высоконапорные шланги с поврежденной металлической оплеткой и защитным резиновым слоем непригодны к повторному использованию.

Качество ремонта гидрооборудования оценивается результатами стендовых гидротестов.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

В процессе эксплуатации рабочие поверхности деталей изнашиваются и деформируются, вследствие чего изменяются их первоначальные размеры и формы. Износу и деформации подвергаются поверхности как подвижных, так и неподвижных соединений. Повреждения, возникающие при этом, нарушают нормальную работу машин и механизмов, а в ряде случаев дальнейшая эксплуатация их без ремонта невозможна.

При ремонте машин многие детали восстанавливают различными способами в зависимости от характера повреждений.

Повторное использование деталей позволяет значительно сократить производство запасных частей, снизить стоимость ремонта машин.

Качество восстановления деталей должно отвечать такому техническому уровню, чтобы машины после капитального ремонта безаварийно эксплуатировались в течение всего межремонтного срока.

Основными техническими требованиями при восстановлении деталей являются: воспроизводимость первоначальной твердости, износостойкости, чистоты обработки, коррозионной стойкости поверхностей, отсутствие деформаций и значительного снижения усталостной прочности деталей после восстановления.

Выполнение этих требований может быть достигнуто за счет освоения ремонтными предприятиями наиболее совершенных способов и тщательной разработки технологии восстановления, оснащения производства необходимым оборудованием, режущим и мерительным инструментом, приспособлениями и контрольно-измерительными приборами.

Наибольшее применение при восстановлении деталей забойных машин нашли ручная электродуговая и газовая сварка и наплавка, включая наплавку твердыми сплавами; полуавтоматическая электродуговая сварка и наплавка стальными электродами и порошковой проволокой; автоматическая электродуговая сварка и наплавка под слоем флюса; вибродуговая наплавка; электролитическое хромирование; электролитическое оставливание; нанесение электролитических сплавов; цинкование; обжатие и дорнирование; установка дополнительных деталей; механическая обработка и упрочнение поверхностей.

Возможность и целесообразность применения способов восстановления определяются видами и характером поврежденных деталей.

§ 1. Ручная электродуговая и газовая сварка и наплавка

Применение ручной электродуговой сварки и наплавки при ремонте забойных машин занимает значительный объем и используются в основном для ремонта узлов и деталей сложной формы, имеющих трещины, изломы, разрывы, износ.

Использование при сварке и наплавке различных типов электродов и технологических приемов позволяет выполнять качественный ремонт деталей, восстановить форму и размеры изношенных поверхностей, а также получить необходимую твердость и износостойкость наплавленного металла без дополнительной термической обработки.

Важное значение для качественного восстановления узлов и деталей имеет правильное выполнение подготовительных операций, а также технологии сварки и наплавки.

При восстановлении базовых деталей и ответственных сварных металлоконструкций должно быть обращено серьезное внимание на обнаружение скрытых дефектов. Для этого используются различные методы дефектоскопии: ультразвуковой, магнитоакустической, рентгеновский, люминесцентный и другие.

При обнаружении трещин прежде всего необходимо установить их направление и границы. Поверхностные трещины тщательно осматриваются. Перед осмотром поверхности деталей в зоне трещин очищаются от масла, грязи, коррозии стальной щеткой и протираются ветошью, смоченной в керосине. На высушенную поверхность затем наносится меловой раствор, после высыхания которого производится простукивание в зоне трещины. Керосин, выступающий из трещин, определяет на поверхности, покрытой мелом, очертания и границы трещины.

Мелкие трещины, расположенные на поверхности деталей, обнаруживают травлением реактивами тщательно зачищенной поверхности. Для этой цели может быть использован реактив следующего состава: 4 мл концентрированной соляной кислоты, 25 мл этилового спирта, 30 мл воды и 5 г кристаллической хлорной меди.

Для предотвращения дальнейшего распространения трещин по концам их сверлятся сквозные отверстия, диаметром не менее толщины стенки детали.

Перед заваркой трещины разделяются односторонним снятием фасок при толщине стенки от 3 до 12 мм и двусторонним — при толщине стенки свыше 12 мм.

При обнаружении трещин в сварных швах дефектные места должны вырубаться до основного металла.

Перед наплавкой изношенные поверхности очищаются от смазки, грязи, коррозии, во избежание загрязнения наплавленного металла, образования раковин и пор.

По свариваемости стали делятся на четыре группы: хорошо свариваемые (ХС), удовлетворительно свариваемые (УС), ограниченно свариваемые (ОС) и плохо свариваемые (ПС). В табл. 20 приведена классификация сталей по свариваемости, в зависимости от суммарного содержания в них легирующих элементов (углерода, кремния, марганца, хрома, никеля).

Таблица 20

Суммарное содержание легирующих элементов, %	Группа стали по свариваемости			
	ХС	УС	ОС	ПС
	Содержание углерода, %			
Менее 1	0,25	0,25—0,35	0,35—0,45	Свыше 0,45
От 1 до 3	0,20	0,20—0,30	0,30—0,40	» 0,40
Более 3	0,18	0,18—0,28	0,28—0,38	» 0,38

Для получения качественной сварки низколегированных и углеродистых сталей в зависимости от содержания в них углерода необходимо производить подогрев деталей.

Предварительный подогрев перед сваркой и наплавкой применяется для массивных деталей с небольшим объемом сварочных работ. Для деталей со значительным объемом сварочных работ, имеющих сложную конфигурацию, тонкостенные участки применяются как предварительный, так и сопутствующий подогрев в течение всего процесса сварки. Если невозможно выполнить сопутствующий подогрев, то после окончания сварочных работ производят выравнивающий прогрев зоны сварки.

Рекомендуемые температуры нагрева деталей в зависимости от содержания углерода приведены в табл. 21.

Таблица 21

Содержание углерода, %	0,20—0,30	0,30—0,45	0,45—0,80
Температура подогрева, °С	100—150	150—250	250—400

При подогреве деталей сложной формы, имеющих переменные сечения, необходимо контролировать равномерность подогрева во всей зоне сварки. Неравномерный прогрев может вызвать местные термические напряжения, приводящие к деформации детали и образованию трещин.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого изделия (табл. 22), а от выбранного диаметра электрода устанавливается величина сварочного тока (табл. 23).

Таблица 22

Толщина стенки изделия, мм	0,5—1,0	1—2	2—3	3—10	Свыше 11
Диаметр электрода, мм	1—1,5	1,5—2,5	2,5—4,0	4—6	5—8

Таблица 23

Диаметр электрода, мм	2	2,5	3	4	5	6	7	8
Ток, А	50—65	60—100	80—130	140—200	190—280	240—350	320—450	400—450

Между толщиной слоя наплавленного металла, диаметром электрода, числом слоев наплавки и силой тока рекомендуется выдерживать следующие соотношения:

Толщина наплавленного слоя, мм	До 1,5	До 5	Свыше 5
Диаметр электрода, мм	3	4—5	5—6
Число слоев наплавки, шт.	1	1—2	2 и более
Сила сварочного тока, А	80—100	130—180	180—240

Типы электродов, применяемые для наплавки и сварки различных марок сталей, приведены в табл. 24.

Газовая (кислородно-ацетиленовая) сварка применяется для сваривания трубопроводов, восстановления тонкостенных стальных деталей, а также деталей из цветных металлов, сплавов и чугуна.

Рекомендуемые марки сварочной проволоки для газовой сварки сталей приведены в табл. 25.

Для придания высокой твердости и износостойкости поверхностям быстрознашиваемых деталей (звезд цепных исполнительных органов комбайнов, утюгов, опорных лыж и других), при восстановлении применяется наплавка твердыми сплавами. Наплавка производится кислородно-ацетиленовым пламенем или электродуговым способом.

Газовая наплавка позволяет получить хорошую сцепляемость наплавленного слоя с основным металлом. Однако из-за низкой производительности она имеет ограниченное применение. Используется газовая наплавка главным образом при наплавке деталей сложной формы и тонкостенных деталей.

Твердые сплавы подразделяются на несколько групп.

Порошковые твердые сплавы (вокар и сталинит) представляют собой механическую смесь нескольких металлов, при на-

Таблица 24

Марка сваряемых сталей	Тип электрода (ГОСТ 9467-60)	Марка электрода (покрытия)	Стержень электрода (ГОСТ 2246-70)
Ст3	Э42 Э42А Э46	ЦМ-7 УОНИ-13/45 МР-3	Св-08; Св-08А
10; 20	Э42 Э46 Э46	УОНИ-13/45 ОЗС-4 АНО-3	То же
Ст5; 35	Э42А Э50А	УОНИ-13/45 УОНИ-13/55 ДСК-50	»
10Г2С1	Э42А Э50А	УОНИ-13/45 СМ-11 УОНИ-13/45 ДСК-50	»
45, 30Г	Э60А Э50А	УОНИ-13/65 УОНИ-13/45	»
30ХГСА; 35ХГСА	Э85	УОНИ-13/45 ЦЛ-18 НИАТ-3М	Св-08; Св-08А То же Св-18ХГСА
30ХГСА; 35ХГСА	Э100	ВИ-10-6 ЦЛ-19-63	Св-18ХМА
55С2; 65Г	Э50А Э42А ЭА-3М6 ГОСТ 10052-62	УОНИ-13/55 УОНИ-18/45 НИАТ-5	Св-08; Св-08А То же Св-10Х16Н25М6
12ХН3А; 12Х2Н4А; 20Х2Н4А; 18ХНВА (18Х2Н4ВА)	Э60А Э85 Э100 Э100	УОНИ-13/65 УОНИ-13/85 ВИ-10-6 ЦЛ-19-63	Св-08; Св-08А То же Св-18ХМА То же
18ХГТ	Э60А	УОНИ-13/65	Св-08; Св-08А
40ХГТ; 30ХГТ	Э85 Э100	УОНИ-13/85 НИАТ-3М ЦЛ-18 ЦЛ-19-63	Св-08; Св-08А То же Св-18ХГСА Св-18ХМА

Продолжение табл. 24

Марка сваряемых сталей	Тип электрода (ГОСТ 9467-60)	Марка электрода (покрытия)	Стержень электрода (ГОСТ 2246-70)
1Х13; 2Х13	ЭА-2 ЭФ-Х13	ЭНО-8 ЭМЗ-1	Св-07Х25Н13 Св-10Х13
35ХМ	ЭХМ ЭХМ	ЦЛ-30-63 ЦЛ-14	Св-10ХМ Св-08А
40Х; 40ХН	Э100 Э85	ЦЛ-19-63 ВИ-10-6 УОНИ-13/85	Св-18ХМА Св-08; Св-08А
20Х	Э85 Э60А	УОНИ-13/85 УОНИ-13/65	Св-08; Св-08А То же

Таблица 25

Марка сваряемых сталей	Марка проволоки (ГОСТ 2246-70)	Флюс
Ст3 10 20 Ст5 35; 45; 10Г2С1 20Х 40Х	Св-12ГС; Св-08 Св-12ГС; Св-08А Св-08; Св-08ГА Св-10ГА Св-08А; Св-08ГА Св-08ГА; Св-10ХМ Св-08ГА; Св-18ХМА	Без флюса То же » » » » Углекислый натрий 50% и двууглекислый натрий 50% То же »
40ХН 35ХМ 18ХГ1; 30ХГ1 12ХН3А 18ХНВА, 12Х2Н4А, 20Х2Н4А 30ХГСА 35ХГСА	Св-08А; Св-10ХМ Св-08ГА; Св-18ХМА Св-08А; Св-10Г2 Св-08ХНМ; Св-08А Св-08А; Св-10ХМ	Без флюса То же Углекислый натрий 50% и двууглекислый натрий 50%
65Г 10Х13, 20Х13	Св-08А, 18ХМА, 18ХГСА Св-08А, 18ХМА; 18ХГСА Св-08ГА, Св-10ГА Св-06Х14; Св-06Х19Н9Т	Без флюса Углекислый натрий 50% и двууглекислый натрий 50% То же Флюс № 4 или № 5

плавке которыми образуются твердые растворы их карбидов, обладающих высокой твердостью. Химический состав порошковых сплавов приведен в табл. 26.

Из-за высокой твердости наплавленный слой обрабатывается абразивным инструментом.

При ударных нагрузках толщина наплавленного слоя не должна превышать 2,5—3 мм, при более 3 мм наплавленный слой приобретает хрупкость. Толщина слоя наплавки за один

проход не должна превышать 1,5—2 мм. При многослойной наплавке поверхность предыдущего слоя должна тщательно зачищаться стальной щеткой до металлического блеска.

Таблица 26

Сплавы	Содержание элементов, %					
	Mn	Cr	C	W	Si	Fe
Вокар	—	—	9—10	85—87	Не более 3,0	До 2,0
Сталинит	13—17	16—20	7—10	—	До 3,0	Остальное

На поверхности наплавленного слоя образуются поры и трещины, не оказывающие существенного влияния на снижение его износостойкости.

Литые твердые сплавы (сормайт) представляют собой многокомпонентные сплавы, изготавливаемые в виде пластин или прутков диаметром 3—8 мм. Химический состав литых твердых сплавов приведен в табл. 27.

Таблица 27

Сплавы	Содержание элементов, %						
	Cr	Mn	Ni	Co	Si	C	Fe
Сормайт № 1	25—31	1,5	3—5	8	2,8—4,2	2,5—3,3	Остальное
Сормайт № 2	13—17,5	1,0	1,3—2,2	—	1,5—2,2	1,5—2,0	Остальное

Твердость наплавленного слоя при применении сплава сормайт № 1 достигает *HRC* 48...54, а при использовании сплава сормайт № 2 — *HRC* 39...45. Толщина слоя рекомендуется 2—4 мм, а для деталей, работающих при ударных нагрузках, не более 2 мм.

Зерновой твердый сплав (рэлит) представляет собой измельченный литой карбид вольфрама. В соответствии с техническими условиями ВТУ № 596—65 сплав рэлит изготавливается в виде зерен (рэлит «З») и в виде трубчатых электродов (трубчатозерновой рэлит «ТЗ»). Твердость сплава рэлит достигает *HRC* 90...92. Сплав используется главным образом для наплавки резцов, шарошек и другого горного инструмента.

Электроды со специальной обмазкой применяются для различных наплавочных работ. В табл. 28 приведены некоторые типы электродов и их назначение по ГОСТ 9466—60 и ГОСТ 10051—62.

Таблица 28

Типы электродов	Марка электродов	Назначение электродов	Твердость в рабочей зоне, <i>HRC</i>
ЭН-15ГЗ-25	ОЗН-300	Наплавка осей, валов и других деталей	27 . . . 36
ЭН-18Г4-35	ОЗН-330	То же	30 . . . 40
ЭН-20Г4-40	ОЗН-400	Наплавка быстровращающихся деталей	29 . . . 47
ЭН-80Х4СГ-55	13КН/ЛИВТ	Наплавка рабочих поверхностей деталей, подверженных действию преимущественно абразивного износа в паре с металлами	30 . . . 42 Наплавленный металл не отслаивается
ЭН-У30Х25РС2Г-60	T-590	Наплавка поверхностей деталей, подверженных абразивному износу	37 . . . 45 Наплавленный металл не отслаивается
ЭН-У30Х23Р2С2Г-55	T-620	Наплавка быстровращающихся стальных и чугунных деталей	55 . . . 62 Наплавленный металл не отслаивается

Стержни электродов обычно изготавливаются из проволоки Св-08 или Св-08А. Наплавленный металл при применении электродов ОЗН-300 не склонен к образованию трещин. При применении электродов ОЗН-400 в целях снижения пористости наплавленного металла наплавку необходимо вести короткой дугой по предварительно зачищенной поверхности.

При использовании электродов T-590 и T-620 по стали наплавленный металл склонен к образованию трещин, поэтому не рекомендуется производить наплавку больше, чем в два слоя.

§ 2. Полуавтоматическая и автоматическая сварка и наплавка

Широкое применение в ремонтной практике получает полуавтоматическая сварка и наплавка с использованием шланговых полуавтоматов типа А-670 и порошковой проволоки ПП-АН-3. Этим способом восстанавливаются резьбовые и посадочные отверстия и другие элементы различных деталей.

При наплавке порошковой проволокой наплаваемый металл легируется различными элементами, находящимися внутри трубчатого электрода в виде шихты. Применение порошковой проволоки позволяет более эффективно использовать легирующие элементы и доводить их содержание в наплавленном металле до 40%.

По сравнению с ручной полуавтоматической сварка и наплавка более производительна. Однако наиболее производительным способом является автоматическая электродуговая наплавка под флюсом.

Для восстановления наплавкой корпусных деталей забойных машин может быть использована сварочная головка А-580, смонтированная на специальном поворотном-телескопическом приспособлении с применением для вращения деталей универсального сварочного манипулятора УСМ-1200.

Легирование наплавленного металла при автоматической наплавке под флюсом может осуществляться за счет применения легированной проволоки или использования различных марок флюсов и порошковой проволоки.

При использовании легированной проволоки обогащение наплавленного металла легирующими элементами достигается в большей степени за счет изменения силы тока и в меньшей степени зависит от напряжения дуги. При использовании флюсов на химический состав наплавленного металла напряжение дуги оказывает большее влияние, чем ток наплавки. Это объясняется тем, что при длинной дуге повышается напряжение и интенсивность плавления флюса. Ниже приведено влияние тока наплавки при применении легированной проволоки (табл. 29) и влияние напряжения дуги и тока наплавки при применении флюса, состоящего из 65% АН-348А и 25% феррохрома (табл. 30), на химический состав наплавленного металла.

Таблица 29

Сила тока, А	Химический состав наплавленного металла, %			
	С	W	Cr	V
1000	0,43	9,8	1,50	0,71
900	0,47	11,3	1,88	0,83
800	0,50	12,4	2,4	0,98

Таблица 30

Диаметр проволоки, мм	Сила тока наплавки, А	Напряжение дуги, В	Химический состав наплавленного металла, %		
			Cr	Si	Mn
2	300	22	5,22	1,28	1,21
		30	8,01	1,78	1,43
		40	12,48	2,08	1,82
5	625	30	4,45	0,78	0,50
		40	9,12	1,35	0,95
		50	16,20	3,20	2,30

Таблица 31

Содержание элементов, %

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Ti	Не более	
								S	P
Углеродистая									
Св-08	Не более 0,10	0,35—0,60	Не более 0,03	Не более 0,15	Не более 0,30	—	—	0,04	0,04
Св-08А	Не более 0,10	0,35—0,60	Не более 0,03	Не более 0,10	Не более 0,25	—	—	0,03	0,03
Св-08ГА	Не более 0,10	0,8—0,10	Не более 0,03	Не более 0,10	Не более 0,25	—	—	0,03	0,03
Св-10ГА	Не более 0,12	0,10—1,40	Не более 0,03	Не более 0,20	Не более 0,30	—	—	0,03	0,03
Св-10Г2	Не более 0,12	1,50—1,90	Не более 0,03	Не более 0,20	Не более 0,30	—	—	0,04	0,04
Легированная									
Св-08ГС	Не более 0,10	1,40—1,70	0,60—0,85	Не более 0,20	Не более 0,25	—	—	0,03	0,03
Св-12ГС	Не более 0,14	0,80—1,10	0,60—0,90	Не более 0,20	Не более 0,30	—	—	0,03	0,03
Св-10ХГ2С	0,06—0,12	1,70—2,10	0,70—0,95	0,70—1,00	Не более 0,25	—	—	0,03	0,03
Св-10ГОМТ	0,08—0,14	1,00—1,30	0,40—0,70	Не более 0,30	Не более 0,30	0,20—0,40	0,05—0,12	0,03	0,03
СВ-12Г2Х	0,10—0,15	1,60—1,90	Не более 0,30	1,20—1,50	Не более 0,25	—	—	0,03	0,03
Св-18ХГСА	0,15—0,22	0,80—1,10	0,90—1,20	0,80—1,10	Не более 0,30	—	—	0,025	0,03
Св-10МХ	Не более 0,12	0,40—0,70	0,12—0,35	0,45—0,65	Не более 0,30	0,40—0,60	—	0,03	0,03

При выборе марки проволоки необходимо учитывать химический состав восстанавливаемой детали, характер нагружения деталей, интенсивность износа.

Для наплавки изношенных поверхностей деталей применяют стальную сварочную проволоку углеродистую или легированную по ГОСТ 2246—70 (табл. 31).

Плавненные флюсы при наплавке деталей защищают расплавленный металл от вредного действия кислорода и азота воздуха, обеспечивают хорошее формирование и плотность наплавленного валика, устойчивость дуги, хорошую отделяемость шлаковой корки, предотвращают разбрызгивание жидкого металла и выгорание легирующих элементов. В табл. 32 приведены флюсы для автоматической сварки и наплавки.

Таблица 32

Марка флюса	Назначение флюса
ОСЦ-45	Обладает пониженной склонностью к образованию пор в наплавленном металле. Во время наплавки выделяется значительное количество вредных фтористых газов. Применяется для наплавки углеродистой проволокой, содержащей до 0,6% углерода, а также некоторыми марками легированной проволоки
АН-348А	Дает удовлетворительную стабильность дуги при любом роде тока: формирование валиков наплавленного металла очень хорошее. Флюс обладает пониженной склонностью к образованию пор и дает удовлетворительно отделимую шлаковую корку. Часть дробленой шлаковой корки в количестве до 25% может быть использована в виде добавки к флюсу этой же марки
АН-20	Используется в тех же случаях, что и ОСЦ-45. Относятся они к высококремнистым марганцевым флюсам
АН-30	Относится к низкокремнистым и безмарганцевым флюсам. Бывает он двух видов: стекловидный и пемзовидный. Лучшее формирование наплавленного металла обеспечивает пемзовидный флюс, а наибольшей стойкостью против образования пор в наплавленном металле обладает стекловидный
АН-10	Изготавливается стекловидным и является низкокремнистым, безмарганцевым. Применяется флюс для наплавки легированной проволокой с содержанием кремния не менее 0,5% или порошковой проволокой соответствующего химического состава. В значительной степени легируют наплавленный металл марганцем при умеренном количестве кремния

Керамические флюсы в зависимости от степени легирования наплавленного металла делятся на слабо и сильно легирующие. Последние дают возможность получать высоколегированный наплавленный металл при применении обычной углеродистой электродной проволоки. В табл. 33 приведены некоторые марки керамических флюсов, рекомендуемых для автоматической наплавки.

Таблица 33

Марка флюса	Твердость наплавленного металла, НВ	Назначение флюса
ЖС-200	180 . . . 200	Восстановление деталей потрескавшихся или изношенных из углеродистых сталей
ЖС-240	200 . . . 240	Восстановление валов, осей, корпусных деталей
ЖС-320	260 . . . 320	Восстановление валов, осей, ступиц
ЖС-400	340 . . . 400	Восстановление поверхностей деталей, подверженных механическому износу
ЖС-450	400 . . . 450	Наплавка поверхностей деталей, подверженных абразивному износу
ЖС-500	500	

При автоматической наплавке под флюсом объем жидкой ванны во много раз больше, чем при ручной наплавке, что влияет на форму наплавленного валика, которая зависит от глубины проплавления основного металла и характеризуется шириной и высотой валика.

Для получения валиков необходимой ширины и высоты с наименьшей глубиной проплавления основного металла должны быть установлены правильные режимы наплавки.

На форму и размеры наплавливаемых валиков главным образом влияют величина, род и полярность тока наплавки, напряжение дуги, скорость наплавки и скорость подачи наплавочной проволоки, ее диаметр, вылет и расположение по отношению к направляемой поверхности, состав и грануляция флюса.

Повышение плотности тока наплавки приводит к увеличению глубины проплавления основного металла и объема ванны.

Устойчивость дуги зависит от напряжения, силы и рода тока, длины дуги, состава флюса.

Наплавку лучше выполнять на постоянном токе от сварочного преобразователя.

Переменный ток целесообразно применять для наплавки крупных деталей, когда сила тока превышает 600 А, а напряжение холостого хода трансформатора не ниже 70 В.

Наплавка различных деталей производится при напряжении дуги от 25 до 40 В.

При диаметре проволоки 2÷3 мм величина вылета электрода составляет 30—35 мм. Скорость наплавки 10÷60 м/ч.

Остальные параметры режимов наплавки устанавливаются применительно к каждой детали в отдельности в зависимости от ее размеров и конфигурации.

Металл, наплавленный под флюсом, получается более плотным, однородным, с низким содержанием кислорода, с ровной и гладкой поверхностью. Такой металл имеет более высокие механические свойства, и его антикоррозионные свойства на

15—20% выше по сравнению с металлом ручной наплавки. Производительность труда при автоматической наплавке и сварке резко повышается.

§ 3. Вибродуговая наплавка

Для восстановления изношенных деталей главным образом цилиндрической формы широкое применение при ремонте забойных машин получила вибродуговая наплавка в струе охлаждающей жидкости.

Этот способ состоит в том, что на восстанавливаемой поверхности детали, благодаря вибрации с большой частотой электрода, привариваются частицы металла, образуя сплошной, плотный валик наплавленного металла, непрерывно охлаждаемый жидкостью. Такой способ наплавки обеспечивает небольшой прогрев основного металла детали до 40—80° С на глубину до 2 мм, что почти не вызывает изменений механических свойств металла термически обработанных деталей и их коробление. Это особенно важно при восстановлении тонкостенных деталей сложной конфигурации.

Вибродуговая наплавка позволяет получать относительно твердые слои наплавленного металла без их последующей термической обработки, применяя электродную проволоку различных марок.

Для восстановления наружных и внутренних поверхностей, торцов и шлицев применяется сварочная проволока, углеродистая или легированная, по ГОСТ 2246—70, диаметром 1—3 мм. Марка проволоки выбирается в зависимости от требуемой твердости наплавленного металла и принятого способа последующей механической обработки. С увеличением в проволоке углерода, марганца, хрома и других легирующих элементов твердость наплавленного металла возрастает, но одновременно повышается его склонность к растрескиванию.

Вибродуговая наплавка снижает усталостную прочность металла деталей. По данным исследований В. А. Шадричева [31], снижение усталостной прочности образцов из стали 45, наплавленных вибродуговым способом, достигает 38%.

От диаметра проволоки зависит режим наплавки, величина зоны термического влияния и остаточные внутренние напряжения, существенно влияющие на снижение усталостной прочности деталей.

Для охлаждения наплавленного слоя и ионизации зоны наплавки могут быть использованы растворы, содержащие (по массе):

- а) 4—5% кальцинированной соды и 1% машинного масла;
- б) 5% кальцинированной соды, 1% хозяйственного мыла и 0.5% глицерина;
- в) 3% кальцинированной соды, 4—5% глицерина.

Для подачи охлаждающей жидкости используется насос производительностью 6—12 л/мин.

Наплавка производится с использованием автоматических головок УАНЖ-4 или УАНЖ-5, монтируемых на суппорте токарно-винторезных станков. На рис. 11 показана вибродуговая установка с применением наплавочной головки УАНЖ-4.

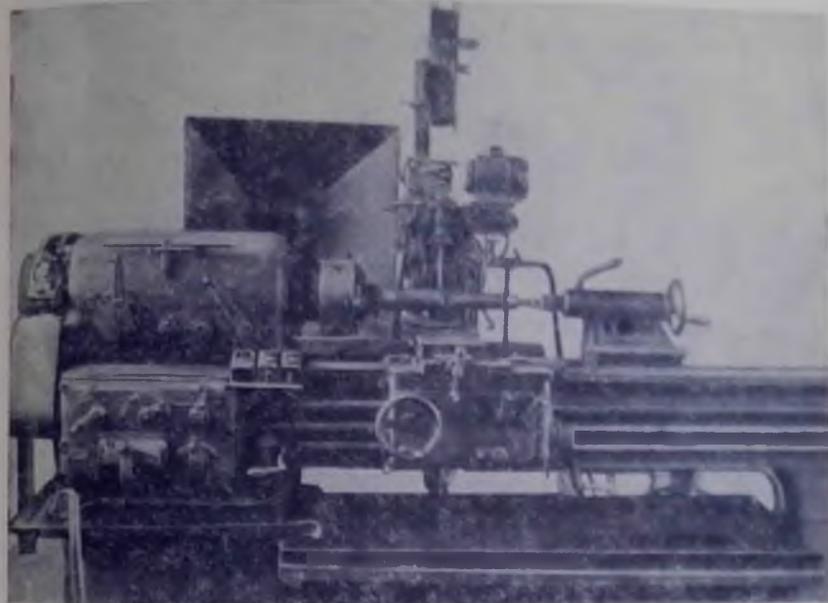


Рис. 11. Виброконтактная установка УАНЖ-4, смонтированная на токарном станке

Техническая характеристика виброконтактной установки с применением головки УАНЖ-4

Скорость наплавки, м/мин	0,3—6
Толщина наплавленного слоя, мм	0,1—3
Диаметр наплавливаемых поверхностей, мм	15—210
Скорость продольного перемещения головки, мм/об	0,5—3
Частота вибрации электродной проволоки в минуту	2860
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,42—1,47

Питание установки осуществляется постоянным током. Конструкция головки довольно проста и ее можно изготовить в условиях рудоремонтного завода и ЦЭММ. Перед наплавкой поверхности деталей должны быть очищены от смазки, грязи и коррозии. Поверхности, не подлежащие

наплавке, предохраняются от металлических брызг составом, состоящим из 60—70% по массе мела и 30—40% жидкого стекла. Отверстия, шпоночные пазы на наплавляемых поверхностях для предотвращения прерывания дуги заделываются вставками из чугуна или малоуглеродистой стали толщиной 2—3 мм.

Толщину наплавляемого слоя определяют из выражения:

$$\delta = \frac{D - D_0}{2} + C,$$

где D — номинальный диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

D_0 — диаметр поверхности, подготовленной к наплавке, мм;

C — 0,6—1,2 мм — припуск на механическую обработку (на сторону), мм.

В табл. 34 приведены режимы наплавки, применяемые при восстановлении деталей забойных машин.

Таблица 34

Наплавляемый диаметр, мм	Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Количество обработок детали, мм/об	Скорость подачи проволоки, м/мин	Величина вибрации конца проволоки, мм	Продольная подача головки, мм/об	Количество охлаждающей жидкости, л/мин	Напряжение на дуге, В	Сила сварочного тока, А
3,5	1,2	1,8	7,5	0,94	2,5	2,5	0,09	14—15	160—180
50	1,2	1,0	6,0	1,04	2,5	2,5	0,09	14—15	160—180
65	1,0	1,5	4,5	1,13	2,0	2,0	0,07	13—14	150—170
80	1,5	2,0	4,5	1,13	2,0	2,0	0,1	15—16	190—200
95	1,0	1,5	3,6	1,22	2,0	2,0	0,07	13—14	150—170
95	1,5	2,0	3,6	1,22	2,8	2,8	0,1	15—16	190—200
110	1,2	1,8	3,6	1,37	2,5	2,5	0,09	14—15	170—180
110	1,5	2,0	3,6	1,37	2,8	2,0	0,1	15—16	190—200
125	1,2	1,8	2,4	1,37	2,5	2,4	0,09	14—15	170—180
140	1,0	1,5	2,0	1,51	2,0	2,0	0,07	13—14	150—170
140	1,5	2,0	2,0	1,51	2,8	2,8	0,1	15—16	190—200

Опытным путем установлено, что при стабильном режиме наплавки коэффициент использования электродной проволоки при наплавке составляет 0,8—0,85, а переход в наплавленный металл углерода и марганца колеблется в пределах 45—60%.

§ 4. Хромирование

Хромирование, как способ восстановления изношенных деталей при ремонте забойных машин, получил широкое применение благодаря тому, что хромовые покрытия обладают хорошей сцепляемостью (адгезией) с основным металлом, имеют высокую твердость и износостойкость и защищают в некоторых средах стальные детали от коррозии.

Хромирование и сульфатным электролитом. Разработаны различные электролиты хромирования, однако наиболее применение получали электролиты, содержащие хромовый ангидрид и серную кислоту. Для получения качественных покрытий их отношение должно находиться в пределах $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 100 \pm 10$.

Применение находят концентрированные электролиты, содержащие 350 г/л CrO_3 и 3,5 г/л H_2SO_4 , разбавленные электролиты, содержащие 150 г/л CrO_3 и 1,5 г/л H_2SO_4 в электролиты средней концентрации, содержащие 250 г/л CrO_3 и 2,5 г/л H_2SO_4 .

Концентрированные электролиты имеют плохую рассеивающую способность и низкий выход по току (10—12%), но обладают хорошей кроющей способностью, что позволяет использовать их при декоративном хромировании деталей сложной формы.

Разбавленные электролиты обладают наилучшей рассеивающей способностью, более высоким выходом по току (до 16%), а осадки имеют высокую твердость.

Недостатком разбавленных электролитов является быстрое нарушение в процессе электролиза отношения $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4$.

Электролиты средней концентрации имеют выход по току 13—15%, обеспечивают широкий интервал плотностей тока, при котором получают качественные блестящие осадки. Эти электролиты нашли широкое применение для получения твердых, износостойких и защитно-декоративных покрытий и получили название универсальных.

Концентрацию CrO_3 приближенно можно определить по удельному весу электролита, измеряемого ареометром. В табл. 35 приведено соотношение между содержанием CrO_3 в электролите хромирования и его удельным весом при 20°С.

Таблица 35

Удельный вес электролита, г/см ³	Концентрация, г/л	Удельный вес электролита, г/см ³	Концентрация, г/л	Удельный вес электролита, г/см ³	Концентрация, г/л
1,01	15	1,13	185	1,25	360
1,02	29	1,14	200	1,26	375
1,03	43	1,15	215	1,27	390
1,04	57	1,16	229	1,28	405
1,05	71	1,17	243	1,29	422
1,06	85	1,18	257	1,30	438
1,07	100	1,19	272	1,31	455
1,08	114	1,20	286	1,32	468
1,09	124	1,21	300	1,33	475
1,10	143	1,22	316	1,34	500
1,10	157	1,23	330	1,35	515
1,12	171	1,24	345	—	—

На выход по току и качество хромовых покрытий существенное влияние оказывают температура электролита и плотность тока. В табл. 36 приведены толщины осадков хрома, полученных из среднеконцентрированного электролита при различных температурах и плотностях тока при продолжительности электролиза 1 ч.

Таблица 36

Плотность тока, А/дм ²	Температура электролита, °С						
	25	35	40	45	50	55	65
10	9	4,5	4,5	4,4	3,0	—	—
15	21	11,5	11	10	9	7	—
25	38	23,5	22	18	17	16	4,5
30	54	36	31	25,5	24	23,5	—
40	—	53	42	34	33	31	17,5
50	93	76	59	46	44	42	—
60	—	105	75	59	57	53	34
80	—	—	107	88	79	75	46
100	—	—	—	—	103	98	62
125	—	—	—	—	138	127	83
150	—	—	—	—	—	—	110
200	—	—	—	—	—	—	130
							185

Продолжительность осаждения при известном значении выхода по току и требуемой толщине покрытия можно ориентировочно определять по формуле

$$\tau = 1314 \frac{\delta}{D_k \eta} \text{ мин.}$$

где δ — толщина покрытия, мкм;

D_k — катодная плотность тока, А/дм²;

η — выход по току, %.

Внешний вид осадков хрома, структура и физико-механические свойства также зависят от плотности тока и особенно от стабильности температуры электролита.

Интервал температур, при которых получают качественные осадки хрома, находится в пределах 45—70°С. Колебания температур в процессе электролиза не должны превышать $\pm 2^\circ\text{C}$.

Процесс хромирования ведется при плотностях тока от 10 до 100 А/дм².

Изменяя режим электролиза, можно получать различные по внешнему виду осадки хрома: серые, блестящие и молочные. На рис. 12 приведены примерные границы режимов электролиза, при которых получают различные по внешнему виду осадки хрома.

Осадки молочного хрома откладываются при высоких температурах электролита (выше 65°С) и широком диапазоне плотностей тока.

Молочные осадки обладают хорошей пластичностью, но невысокой микротвердостью; из-за малой пористости они имеют высокую защитную способность.

Блестящие осадки хрома получают при средних температурах электролита (45—55°С) и широком диапазоне плотностей тока. Они имеют высокую микротвердость, пониженную пластичность и сплошную сетку трещин, значительно снижающую защитную способность покрытия.

Серые (матовые) осадки хрома осаждаются при низких температурах электролита (35—40°С) и любой плотности тока. Покрытия отличаются высокой хрупкостью.

Микротвердость хромовых покрытий колеблется от 500 до 1000 кгс/мм².

Высокая твердость хромовых покрытий предопределяет их износостойкость до некоторых пределов. Увеличение твердости до 1000 кгс/мм² повышает стойкость хромовых покрытий против абразивного износа, а дальнейшее повышение твердости снижает их износостойкость (рис. 13). Это происходит вследствие возрастания хрупкости осадков при повышении их твердости [21].

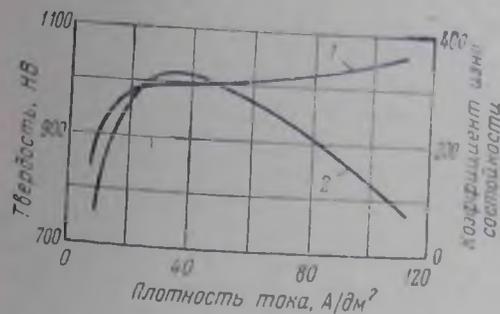


Рис. 13. Графики влияния твердости хрома на его стойкость против абразивного износа (электролит — стандартной концентрации, температура — 55°С):

1 — твердость; 2 — износ



Рис. 12. Границы режимов электролиза хромовых покрытий. Состав электролита: 250 г/л CrO₃, 25 г/л H₂SO₄

Хромированные поверхности плохо смачиваются жидкостями, поэтому возникает опасность появления сухого или полусухого трения в деталях, работающих при значительных удельных нагрузках, а также при высоких скоростях скольжения.

Для повышения износостойкости деталей необходимо применять пористое хромирование. Получение пористых осадков хрома состоит в том, что ранее осажденный слой хрома, имеющий сет-

ку микротрещин, подвергают анодному травлению, в результате которого трещины увеличиваются в размерах, приобретая капиллярные свойства, благодаря чему масло хорошо удерживается на хромированной поверхности.

Пористость можно получить канальчатого и точечного вида. Для получения канальчатой пористости хромирование следует вести при температуре 60—65°С и плотности тока 60 А/дм². Точечная пористость образуется при температуре хромирования 50—52°С и плотности тока 50 А/дм².

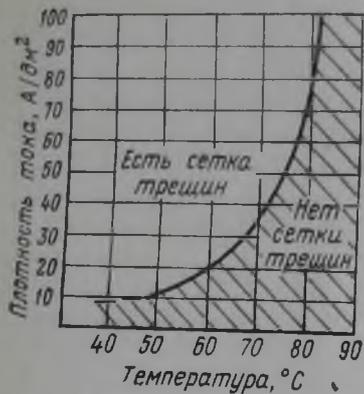


Рис. 14. Граница осадков хрома, имеющих и не имеющих сетки трещины (диаграмма Ю. Б. Федорова)

Для получения коррозионностойких хромовых покрытий в сочетании с их износостойкими свойствами используется комбинированное хромирование. Этот способ [11] состоит в том, что вначале на поверхность стальной детали наносится осадок молочного хрома толщиной 20 мкм, почти не имеющий пор и сетки трещин, а затем наносится осадок блестящего хрома толщиной 20—50 мкм, обладающий высокой износостойкостью.

Для получения беспористых хромовых покрытий пользуются диаграммой Ю. Б. Федорова (рис. 14), определяющей границу хромовых осадков, имеющих и не имеющих сетку трещин [12].

Осадки молочного хрома обычно наносятся при температуре 70°С и плотности тока 30 А/дм². Блестящий хром наносится при температуре 50—55°С и плотности тока 45—55 А/дм².

Для обеспечения хорошей сцепляемости блестящего хрома с молочным в ванне хромирования производится катодная обработка молочного хрома при температуре 50—55°С, катодной плотности тока 5 А/дм² в течение 5 мин.

Для комбинированного хромирования используются среднеконцентрированные электролиты.

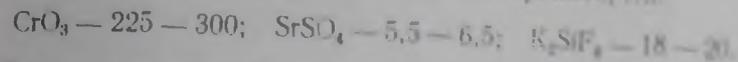
Интенсификация процесса хромирования. Несмотря на многолетнее применение хромирования в промышленности, процесс

хромирования имеет ряд существенных недостатков: низкий выход по току, трудность корректирования электролита и т. д.

В настоящее время предложены различные пути усовершенствования процесса хромирования с целью повышения производительности процесса, повышения стабильности работы ванн, увеличения толщин покрытий без ухудшения их механических свойств.

Применение получивших саморегулирующиеся сульфатно-кремнефтористые электролиты [11, 14, 2], в которых автоматически поддерживается соотношение между хромовым игольником и ионами SiO_4^{2-} и SiF_6^{2-} , благодаря избыточному количеству на дне ванны труднорастворимых солей кремнефтористого калия и сернокислого стронция.

Рекомендуется следующий состав электролита, г/л:



Режим электролиза: плотность тока 50—100 А/дм², температура 50—70°С.

Саморегулирующиеся электролиты в отличие от сульфатных, более стабильны, менее чувствительны к колебаниям температуры и к загрязнению раствора железом, медью и другими элементами, отличаются более высоким выходом по току (до 24%), возможностью наносить более толстые осадки, что особенно важно при восстановлении изношенных деталей.

Структура покрытий из саморегулирующихся электролитов более тонкая, чем из сульфатных, сетка трещин выражена слабее.

Снижение усталостной прочности стали с хромовым покрытием из саморегулирующегося электролита толщиной 25 мкм в 3,5 раза меньше по сравнению с покрытием, полученным из сульфатного электролита.

Саморегулирующиеся электролиты очень агрессивны, поэтому ванны должны футероваться винилпластом, керамикой или другими химически стойкими материалами, а также должны применяться свинцово-оловянные аноды с содержанием в них 6—10% олова.

Поверхности деталей, не подвергающиеся хромированию, должны надежно изолироваться от растрескивающего действия электролита составом, состоящем из 65—75% цапон-лака и 25—35% грунта 138.

Для интенсификации процесса хромирования и снижения агрессивности электролита широкое применение получил тетрагидрохроматный электролит, в котором часть хромовой кислоты нейтрализуется щелочью и находится в растворе в виде тетрагидрохромата натрия.

Агрессивность тетрагидрохроматного электролита значительно меньше сульфатного, а выход по току достигает 30% [21].

Используется электролит следующего состава, г/л:

CrO_3 — 350 — 400; NaOH — 40 — 60; H_2SO_4 — 2,5 — 2,7.

Режим электролиза: плотность тока 20—80 А/дм², температура 16—24° С. Для предотвращения разложения тетрахромата натрия электролит необходимо охлаждать.

Используются аноды из свинца или из сплава свинца с сурьмой. Тетрахроматный электролит обладает хорошей кроющей способностью и менее чувствителен к перерывам тока; его рассеивающая способность такая же, как и обычного малокоцентрированного электролита хромирования.

Микротвердость покрытий из тетрахроматных электролитов в 2—2,5 раза ниже по сравнению с покрытиями из обычных электролитов, но они имеют меньшую пористость и редкую сетку трещин, что способствует повышению коррозионной стойкости осадков в тонких слоях.

Осадки из тетрахроматного электролита имеют серо-матовый цвет, и их доведение до блеска представляет значительную трудность.

Значительная интенсификация процесса хромирования достигается при хромировании в проточном электролите и при струйном хромировании. Процесс электролиза протекает при постоянной подаче электролита на хромируемую поверхность (внутреннюю или наружную), в результате чего достигается постоянное обновление электролита, быстрый отвод газов и, следовательно, меньшее насыщение деталей водородом, более равномерное распределение покрытия по хромируемой поверхности; выход по току при этом возрастает за счет применения более высоких плотностей тока, качество покрытий повышается.

В табл. 37 приведены рекомендуемые [14] режимы электролиза для проточного малокоцентрированного электролита (CrO_3 —150 г/л; H_2SO_4 —1,5 г/л).

Таблица 37

Скорость протекания электролита, см/с	Плотность тока, А/дм ²	Температура, °С	Скорость осаждения, мкм/ч	Выход по току, %
8—10	60	50	57—63	20—22
	80	55	75—80	20—21,5
	100	60	87—92	19,5—20
80—100	80	55	74—78	21—23
	120	60	110—120	20—21
	160	65	140—160	19,5—20

Расстояние между анодом и катодом принимается от 2 до 15 мм.

Плотность тока может быть повышена до 150—200 А/дм² при увеличении межэлектродного пространства до 10—15 мм и до 300—400 А/дм² при повышении концентрации хромового антагрида в электролите до 200—250 г/л.

Микротвердость покрытий при анодноструйном хромировании почти не отличается от микротвердости осадков, полученных в ваннах.

Усталостная прочность стали с покрытиями, полученными при анодноструйном хромировании, снижается всего лишь на 10—15%.

Технологический процесс восстановления изношенных деталей хромированием. Процесс восстановления деталей хромированием состоит из подготовительных операций, собственно хромирования, контроля качества покрытия и окончательной механической обработки хромированной поверхности.

Изношенные поверхности проходят предварительно механическую обработку шлифованием для придания им правильной геометрической формы и выведения задиrow и рисок. На предварительно обработанных поверхностях не должно быть следов прижогов. Поверхности, не подлежащие хромированию, должны быть тщательно изолированы. Дальнейшая подготовка поверхностей деталей и процесс хромирования производится на приспособлениях в последовательности, указанной в технологической карте хромирования (табл. 38).

Качество хромового покрытия характеризуется внешним видом осадка, прочностью его сцепления с основным металлом, равномерностью отложения по толщине и твердостью.

Осажденный слой хрома должен быть сплошным, равномерным по толщине и одного цвета, на всей поверхности не должно быть следов шелушения, отслаивания хрома, видимых пор, пузырей, вздутий, раковин, видимой сетки трещин, темных пятен.

Микротвердость хромового покрытия обычно определяется с помощью микротвердомера ПМТ-3 на образцах, завешиваемых одновременно с деталями в ванну хромирования.

Прочность сцепления хрома со сталью довольно высокая, достигает 30 кгс/мм² при испытании на сдвиг [29] и в значительной степени зависит от качества подготовки поверхности к хромированию.

Поверхности деталей, восстановленные хромированием, подвергаются окончательной механической обработке шлифованием до заданных размеров. Шлифование должно производиться при обильном охлаждении шлифовальными кругами твердостью СМ1-СМ2 с размером зерна 40—16, при скорости круга 20—30 м/с и скорости вращения детали 12—20 м/мин.

Операции	Наименование операции	Материал	
		Наименование	Содержание, г/д
1	Изоляция поверхностей и заделка отверстий и канавок, не подлежащих хромированию	Пленка полихлорвиниловая, эбонит и свинец	—
2	Монтаж на приспособления-подвески	—	—
3	Обезжиривание химическое венской известью или электролитическое в зависимости от состояния детали	Венская известь: едкий натрий (NaOH); углекислая сода (Na ₂ CO ₃), жидкое стекло (Na ₂ SiO ₃)	Разведение в воде до густоты кашицы 30—50 50—75 2—3
4	Промывка в проточной воде	—	—
5	Декапирование электролитическое	Хромовый ангидрид (CrO ₃), серная кислота (H ₂ SO ₄)	250 2,5
6	Промывка в проточной воде	—	—
7	Хромирование (толщина осаждаемого слоя хрома ≈ 0,03 мм/ч при выходе по току 13%)	Хромовый ангидрид (CrO ₃); серная кислота (H ₂ SO ₄)	250 2,5
8	Улавливание электролита	Дистиллированная вода	—
9	Промывка в проточной воде	Водопроводная вода	—
10	Снятие изоляции после покрытия	—	—
11	Демонтаж приспособлений-подвесок	—	—
12	Промывка в проточной воде	—	—
13	Сушка деталей	—	—
14	Контроль качества и слоя хромового покрытия	—	—

Таблица 28

Температура, °С	Режим работы		Оборудование и приспособления	Способ работы
	Плотность тока, А/дм ²	Время, мин		
Комнатная	—	В зависимости от сложности детали	Рабочий стол, плоскогубцы, ключ	Оборудование универсальное с закрепом детали в зажимы проточной и лобовой трубок и струбцины и ключ
Комнатная	—	В зависимости от сложности детали	Рабочий стол, приспособления, подвески или медный провод	Крепление приспособлений-подвески для хромирования к детали
Комнатная	—	В зависимости от сложности детали	Ванна из листовой стали	Проточка листовой и медной ванночек из листов
70—75	3—10	5—8	Ванна из листовой стали с подогревом и бортовым отсеком	С переключением направления тока
Водопроводная 55 ± 2	—	0,5—1	Ванна из листовой стали	Погружение в ванну
—	20—25	0,5—3	Ванна из листовой стали, освинцованная с подогревом и бортовым отсеком	На аноде и катодной ванне для хромирования
Комнатная	—	0,5—0,1	Ванна деревянная	Погружение в ванну
Молочный хром 68	—	В зависимости от требуемой толщины слоя хрома, обусловленной износом	Ванна из листовой стали, освинцованная с подогревом и бортовым отсеком, штанги, подвески, аноды	На катодной ванне для хромирования
Дымчатый хром 65	—	35	—	—
Блестящий хром 45—55	30—75	—	—	—
Комнатная	—	0,5	Ванна из листовой стали освинцованная	Погружение в ванну
Комнатная	—	0,5—1	Ванна из листовой стали	Погружение в ванну
—	—	В зависимости от сложности детали	Рабочий стол, плоскогубцы, шило	Снятие пленки и удаление пробок
Комнатная	—	В зависимости от сложности детали	Рабочий стол, плоскогубцы, ключ гаечный	Снятие приспособлений-подвесок с деталей
Водопроводная	—	0,5—1,0	Ванна из листовой стали	Погружение в ванну
Комнатная	—	До полного высыхания	Стеллаж	Укладывание
Комнатная	—	—	Стол приемки хромированных деталей	Осмотр и замер универсальными измерительными средствами

Толщина хромового покрытия на восстанавливаемых поверхностях деталей должна наноситься с учетом припусков на шлифование. В табл. 39 и 40 приведены величины припусков для валов и отверстий.

Таблица 39

Длина детали, мм	Припуск на диаметр при диаметре хромируемого участка, мм			
	От 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120
До 150	0,075	0,08	0,1	0,12
Св. 150 до 500	—	0,12	0,15	0,17
Допуск под хромирование	-0,045	-0,05	-0,06	-0,07

Продолжение табл. 39

Длина детали, мм	Припуск на диаметр при диаметре хромируемого участка, мм		
	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 360
До 150	0,15	0,17	0,2
Св. 150 до 500	0,2	0,22	0,25
Допуск под хромирование	-0,08	-0,09	-0,1

Таблица 40

Длина шлифуемого отверстия, мм	Припуск на диаметр при диаметре хромируемого отверстия, мм			
	От 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120
До 50	+0,075	+0,08	+0,1	+0,12
Св. 50 до 200	—	0,12	+0,15	+0,17
Допуск под хромирование	+0,045	+0,05	+0,06	+0,07

Продолжение табл. 40

Длина шлифуемого отверстия, мм	Припуск на диаметр при диаметре хромируемого отверстия, мм		
	Св. 120 до 180	Св. 180 до 260	Св. 260 до 360
До 50	+0,15	+0,17	+0,2
Св. 50 до 200	+0,2	+0,22	+0,25
Допуск под хромирование	+0,08	+0,09	+0,1

При восстановлении деталей хромированными могут появляться дефекты покрытий по различным причинам. В табл. 41 приведены основные виды дефектов, причины их появления и способы устранения.

Таблица 41

Виды дефектов	Причины появления	Способ устранения
Отслаивание хрома во время хромирования или шлифования	Плохая подготовка деталей перед хромированием Длительный перерыв тока во время хромирования Недостаточный прогрев детали перед хромированием Добавка холодной воды во время хромирования Резкое увеличение плотности тока или снижение температуры	Тщательно вымыть все подготовленные изделия по очереди в щелочности. Не допускать перерыва тока. Повысить продолжительность прогрева. Добавлять горячую воду по стаканам ванны. Температуру электролита и плотность тока поддерживать на постоянном уровне.
Образование "подгорелого осадка" (или местного подгара) по краям детали	Слишком высокая твердость шлифовального круга или чрезмерная скорость при шлифовке Чрезмерно высокая плотность тока на кромках детали	Шлифование производить с постоянным охлаждением при средней скорости и средней твердости абразива Применять защитные катоды
Неполное покрытие поверхности детали	Плохой электрический контакт детали с приспособлением и с катодной штангой. Деталь экранируется со средней деталью или приспособлением	Проверить и зачистить контакты Увеличить промежуток между деталями в ванне, изолировать приспособление
Наличие осадке вздутий на	Плохая подготовка поверхности детали. Загрязнение электролита твердыми частицами	Улучшить подготовку поверхности перед хромированием

Виды дефектов	Причины появления	Способ устранения
Неравномерное отложение хрома по толщине (овальность, конусность, бочкообразность)	Неодинаковое расстояние между хромируемой поверхностью и анодом; неравномерное расположение защитных катодов	Правильно отцентрировать аноды. Правильно расположить защитные катоды
Наличие на хромовом осадке темных полос или пятен коричневого оттенка	Недостаточное содержание серной кислоты	Откорректировать ванну
Образование чешуйчатого осадка	Высокое содержание трехвалентного хрома	Проработать ванну со случайными катодами при большой поверхности анодов
Наличие большого количества дендритов на кромках детали	Высокая катодная плотность тока	Уменьшить плотность тока. Защитить края детали экранами
Осадок хрома серый и покрыт кристаллами	Недостаточное содержание серной кислоты. Высокое содержание железа или трехвалентного хрома. Наличие взвешенных частиц в электролите. Низкая концентрация хромового ангидрида	Увеличить содержание кислоты. Окислить трехвалентный хром, накопившийся в ванне. Зачистить аноды, осветлить (электролит; профильтровать раствор перед и во время хромирования, не перемешивать электролит. Добавить хромовый ангидрид. Установить точно температуру электролита и плотность тока
Серый слой хрома на нижних поверхностях вертикально подвешенных деталей	Недостаточное расстояние от дна ванны до деталей	Следить за тем, чтобы нижний край деталей отстоял от дна на 50—100 мм

§ 5. Осталивание

Процесс электролитического осаждения железа принято называть осталиванием, при котором получают сравнительно твердые и износостойкие покрытия.

Микротвердость осадков железа в зависимости от условий электролиза находится в пределах от 125 до 725 кгс/мм² по физико-механическим свойствам они близки к среднеуглеродистой стали, а по химическому составу — к чистому железу [14].

Осталивание — высокопроизводительный процесс, позволяющий наносить осадки толщиной до 1,5 мм. Выход по току при этом составляет 75—95%, скорость осаждения достигает 0,5 мм/ч на сторону, что в 8—10 раз больше, чем при хромировании.

Производительность осталивания, а также свойства покрытий в значительной степени зависят от применяемого типа электролита, его концентрации, температуры, кислотности и плотности тока.

В ремонтном производстве распространение получили сернистые, хлористые и сульфатно-хлористые электролиты. Предложены также борфтористоводородные и хлористоммониевые электролиты на основе органических солей железа.

Сернистые электролиты, несмотря на их малую агрессивность, имеют ограниченное применение из-за низкой производительности.

Наибольшее применение находят хлористые электролиты, подразделяющиеся в зависимости от концентрации хлористого железа на три типа: высококонцентрированные (600—680 г/л), среднеконцентрированные (400—450 г/л), малоконцентрированные (200—220 г/л). Широкое распространение получили малоконцентрированные электролиты следующего состава: железо хлористое $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ — 200—220 г/л, соляная кислота HCl 0,8—1,0 г/л.

Режим электролиза: катодная плотность тока D_k равна 20—40 А/дм², температура 60—80°С, используются растворимые аноды из малоуглеродистой стали.

Микротвердость покрытий достигает 700 кгс/мм², прочность сцепления осадка с основным металлом при испытании методом отрыва составляет 4500 кгс/см². Микротвердость покрытий повышается при повышении плотности тока и снижении температуры электролита. Однако вследствие высокой температуры хлористые электролиты агрессивны, склоны к окислению и интенсивно испаряются. Это сокращает сроки эксплуатации ванн из-за разрушения футеровки. Наиболее стойким материалом для ванн с хлористыми электролитами является поливинилхлоридный пластикат по СТУ30-12467-62, однако температура электролита при использовании пластиката не должна превышать 70°С.

Для приготовления хлористых электролитов и их корректировки используется как химически чистая, так и техническая неингибированная соляная кислота.

При отсутствии в готовом виде хлористого железа, в цеховых условиях электролит можно приготовить травлением стружки из малоуглеродистой стали в соляной кислоте. Для приготовления электролита используется чистая стружка, без окислы и следов коррозии, предварительно обезжиренная в 10%-ном растворе каустической соды и промытая горячей водой. Приготовленная стружка загружается в ванну с соляной кислотой, подогретой до 40°С, и производится травление до полного прекращения реакции. После окончания травления электролит сливается в свободную емкость, отстаивается, фильтруется и корректируется по содержанию железа и кислотности.

М. П. Мелковым [13] предложены зависимости для определения потребного количества стальной стружки и соляной кислоты при приготовлении хлористых электролитов.

Необходимое количество стружки

$$Q_c = 0,281C,$$

где C — концентрация хлористого железа в электролите, г/л. Потребное количество кислоты

$$Q_k = \frac{35,7C}{a},$$

где a — процентное содержание (по массе) HCl в кислоте, используемой для травления.

В табл. 42 приведены соотношения между удельным весом соляной кислоты и количеством HCl в кислоте.

Таблица 42

Удельный вес соляной кислоты, гс/см ³	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20
Количество HCl в кислоте, %	27,66	29,57	31,52	33,46	35,39	37,23	39,11

Свежеприготовленный или окислившийся электролит необходимо прорабатывать малым током (3—5 А/дм²), при повышенной кислотности (8—10 г/л HCl) и отношении поверхности анода к поверхности катода 8 : 1.

В процессе проработки электролита осталивания применяемые растворимые аноды, в целях предохранения электролита от загрязнения анодным шламом, должны помещаться в чехлы из стеклоткани.

При использовании растворимых анодов в процессе электролиза скорость растворения анодов превышает скорость осаждения металла на детали, в результате чего нарушается перво-

начальная концентрация железа. Благодаря постепенному накапливанию его в электролите. При двухсменной работе ванны в течение месяца концентрации железа повышаются примерно на 8—10 г/л [13].

Находят применение также смешанные (сульфатно-хлористые) электролиты, почти не отличающиеся по агрессивности от сернокислых электролитов и имеющие высокую проводимость хлористых электролитов. Состав электролита: сернокис-

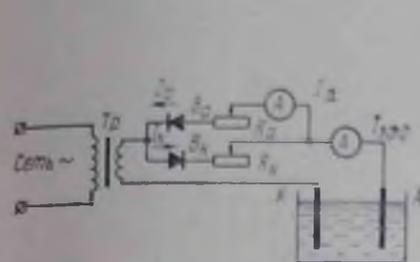


Рис. 15. Принципиальная электрическая схема установки осталивания на переменном асимметричном токе

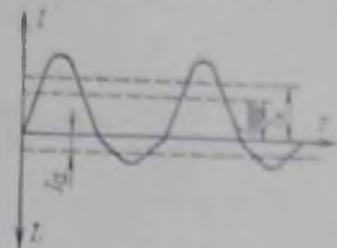


Рис. 16. График асимметричного тока

лое железо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ — 200 г/л, хлористое железо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ — 200 г/л, рН 1,0—1,1. Режим электролиза: температура 40—60°С, плотность тока 10—30 А/дм².

Процесс осталивания можно осуществлять как на постоянном, так и на переменном токе. Применение переменного тока позволяет вести осталивание при низкой температуре (18—25°С), что значительно упрощает оборудование, повышает устойчивость работы ванны.

На рис. 15 изображена принципиальная электрическая схема установки для электролиза на переменном асимметричном токе [22]. Переменный ток промышленной частоты от понижающего трансформатора Tr через два, встречно включенных, вентиля B_a и B_k , подается к электродам ванны. Изменяя сопротивление реостатов R_a и R_k , можно получать определенные значения амплитуд анодного и катодного токов (рис. 16). Средними значениями катодного и анодного асимметричного тока соответственно являются I_k и I_a . Катодным является ток такого направления, при котором на изделии происходит осаждение металла, анодным является ток обратного направления, при котором происходит частичное растворение осажженного на изделии металла. Эффективным значением тока является разность между средними значениями катодной и анодной составляющих, т. е.

$$I_{эфф} = I_k - I_a, \text{ А.}$$

Интенсивность процесса осаждения зависит от соотношения катодной и анодной составляющих асимметричного тока.

Это соотношение может быть выражено коэффициентом асимметрии

$$\beta = \frac{I_k}{I_a}$$

В зависимости от коэффициента асимметрии анодной и катодной составляющих эффективное значение тока может быть вычислено из выражений

$$I_{эфф} = I_a (\beta - 1) \quad \text{А}$$

$$I_{эфф} = \frac{I_k (\beta - 1)}{\beta}, \quad \text{А}$$

Процесс электролиза на переменном асимметричном токе ведется вначале при $\beta = 1,3-1,5$ и эффективной плотности тока

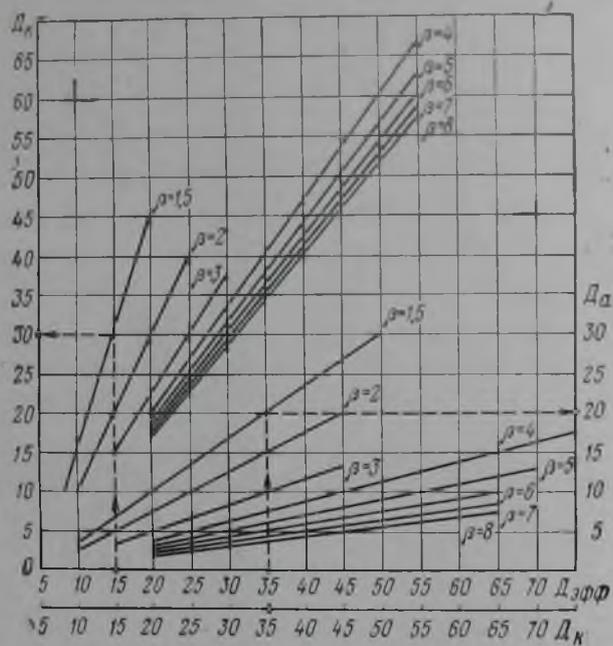


Рис. 17. Зависимость между плотностями анодной и катодной составляющих асимметричного тока и эффективной плотностью тока для различных коэффициентов асимметрии

$D_{эфф} = 5-15 \text{ А/дм}^2$ в течение 0,5—1,0 мин, затем плавно или тремя-четырьмя ступенями плотность тока увеличивается до заданных значений ($D_{эфф} = 30-50 \text{ А/дм}^2$), а коэффициент асимметрии до 6—8.

Для осуществления рекомендуемого режима электролиза целесообразно пользоваться графиком (рис. 17), по которому вначале по заданному значению $D_{эфф}$ определяется плотность ка-

тодной составляющей D_a (пунктир в левой части графика), затем по найденному значению D_a определяется плотность анодной составляющей асимметричного тока D_k (пунктир в правой части графика). Например, при $\beta = 1,5$ для $D_{эфф} = 10 \text{ А/дм}^2$ плотность катодной составляющей будет равна $D_k = 30 \text{ А/дм}^2$. Этой плотности тока соответствует $D_a = 20 \text{ А/дм}^2$. Анодные и катодные составляющие I_a и I_k , а также эффективный ток $I_{эфф}$ контролируются амперметрами (см. рис. 15), определяются умножением соответствующих значений D_k , D_a , $D_{эфф}$ на величину поверхности покрытия восстанавливаемых деталей, расположенных в ванну.

Качественные покрытия могут быть получены при правильном обслуживании ванны, т. е. при постоянном контроле состава электролита, соблюдении режима электролиза, а также при правильном выполнении всех подготовительных работ.

В процессе длительной работы ванны в электролите накапливаются нерастворимые примеси в виде шлама от растворения анодов, а также происходит образование гидроокиси железа, наплавление трехвалентного железа при снижении содержания в электролите соляной кислоты. Они отрицательно влияют на качество покрытий и часто являются причиной брака.

Взвешенные частицы удаляют из электролита фильтрованием его через стеклоткань. При двухсменной работе ванн фильтрация электролита должна производиться не реже одного раза в неделю. Если ванны оборудованы установками для непрерывной фильтрации, то кратность обмена электролита должна быть не менее 3—4 объемов ванны в смену. После фильтрации обычно производится проработка электролита малым током для восстановления трехвалентного железа до двухвалентного.

Прочность сцепления покрытия с основным металлом достигается за счет тщательного выполнения всех подготовительных операций.

Последовательность технологических операций

1. Очистка деталей от грязи, масла, следов коррозии. Особенно тщательно должны очищаться внутренние поверхности, отверстия, каналы, которые не подвергаются предварительной механической обработке. Очистка должна производиться в горячем 10%-ном растворе каустической соды с последующей промывкой в проточной воде.

2. Предварительная механическая обработка поверхностей деталей под покрытия. Обработка производится для устранения дефектов на восстанавливаемых поверхностях вследствие износа и придания им правильной геометрической формы. При обработке должна сниматься как можно меньшая толщина металла, а чистота обработанной поверхности должна быть 7—8 класса.

3. Монтаж деталей в приспособлениях. Перед монтажом места контактов подвесных приспособлений с деталями и ка-

тодными штангами, а также места контактов деталей с приспособлениями должны быть тщательно зачищены. Следует принимать во внимание, что если в детали восстанавливается внутренняя поверхность, то ее обезжиривание целесообразно производить до монтажа детали в приспособлении.

4. Изоляция поверхностей, не подлежащих восстановлению. В качестве изоляционного материала может быть использован перхлорвиниловый лак ОПИЛХ-3, перхлорвиниловая эмаль ПХВ-715, резина и другие химически стойкие материалы. Перед изоляцией поверхности должны быть тщательно обезжирены, промыты и высушены.

5. Обезжиривание. Подготовленные к осталиванию поверхности должны быть тщательно обезжирены. При наличии масляных пятен поверхности необходимо промыть бензином, а затем тщательно протереть венской известью. Может быть использован способ электролитического обезжиривания в щелочном растворе, однако это приводит к значительному наводораживанию поверхности.

6. Промывка холодной проточной водой. В процессе промывки обезжиренные поверхности должны быть предохранены от случайных загрязнений, контакта с другими деталями. Промывка горячей водой не допускается, так как при последующей операции — травлении, не будет получена хорошая подготовка поверхности.

7. Анодное травление. Анодная обработка деталей производится с целью получения хорошей сцепляемости с основным металлом. Травление производится в 30%-ном растворе серной кислоты с добавлением 10—25 г/л сернокислого железа. При отсутствии в готовом виде сернокислого железа, раствор серной кислоты прорабатывается током с применением растворимых анодов из малоуглеродистой стали. По мере растворения анодов в растворе накапливается железо. Проработка ведется из расчета пропускания через раствор 30 А/ч электричества на 1 л электролита.

Во время анодной обработки деталей вначале происходит травление поверхностных окисляемых слоев металла, затем отделение продуктов травления в виде темного шлама с поверхности детали пузырьками кислорода, бурно выделяющихся на аноде. При этом на поверхности анода образуется тонкая пассивная пленка, предохраняющая травленную поверхность от окисления при последующей промывке поверхности водой и в процессе ее контакта с электролитом осталивания.

Качественно обработанная поверхность имеет тускло-серебристый, матовый цвет, без следов травильного шлама и участков с явно выраженным металлическим блеском.

Травление производится в течение 2—5 мин в зависимости от марки стали и вида термической обработки, при плотности тока 50—70 А/дм² и температуре электролита не выше 23°С.

В качестве катодов обычно применяются свинцовые пластины, поверхность которых должна быть в 3—4 раза больше поверхности деталей, закаливаемых в ванну травления.

Некоторую трудность представляет анодное травление закаленных деталей. В зависимости от марок стали режим анодного травления для закаленных деталей необходимо устанавливать опытным путем, учитывая то, что при этом необходимо повышать плотность тока и продолжительность травления.

Основные неполадки при анодном травлении приведены в табл. 43.

Таблица 43

Неполадки	Причины	Способы устранения
Бурное выделение водорода на аноде На поверхности детали частично или полностью сохраняется металлический блеск Наличие черного несмывающегося налета на поверхности травления	Неправильная плотность Поверхность недотравлена Поверхность недотравлена Поверхность перетравлена	Изменить плотность тока Увеличить время травления или плотность тока Проверить надежность контактов Увеличить время травления или плотность тока Проверить надежность контактов Смыть шлам, пропустить деталь, тщательно зачистить поверхность, обезжирить, промыть и снова травить, сократив время травления или снизив плотность тока
Наличие черного налета, полос	Неоднородность материала детали Неравномерность распределения силовых линий на поверхности травления	Зачистить и промыть свинцовые аноды, проверить правильность их размещения относительно детали. Поверхность детали заново подготовить к травлению
Поверхность недотравливается при соблюдении режима анодной обработки	Накопление железа или наличие других металлов в электролите	Увеличить плотность тока и время травления По результатам химанализа откорректировать или обновить электролит

8. Промывка водой. Промывку деталей необходимо производить проточной водой, тщательно промывая отверстия, канавки и различные углубления, в которых может задерживаться остаток кислоты. Мелкие детали обычно промывают горячей водой, а массивные детали необходимо промывать горячей водой для одновременного предварительного подогрева детали перед загрузкой в ванну осталивания.

Промытые детали должны быстро переноситься в ванну осталивания пока не испарилась с поверхности водяная пленка. Несоблюдение этого приводит к неудовлетворительной сцепляемости покрытия с основой.

9. Осталивание. Перед загрузкой деталей в ванну осталивания должен быть проверен состав электролита, его уровень и кислотность. Чистые аноды из малоуглеродистой стали должны быть завешены в чехлах из стеклоткани в целях предохранения электролита от загрязнения травильным шламом. При использовании новых чехлов они должны быть предварительно прокипячены в течение 1,5—2 ч для удаления замасливателя, наносимого на стеклоткань, и тщательно промыты горячей водой.

Детали, завешенные в ванну, вначале выдерживаются без тока в течение 3—5 мин, а затем включается ток, плотностью 2—3 А/дм² и в течение 5—10 мин повышается до заданного значения. Во время выдержки без тока происходит активирование поверхности детали, т. е. разрушение пассивной пленки ионами водорода, выделяющегося на поверхности катода. При этом образуется чистая металлическая поверхность, на которой начинается осаждение железа.

Длительная выдержка без тока может привести к развитию процесса коррозии на поверхности деталей и отслаиванию покрытия.

Осаждение железа при малой плотности тока в начальный момент электролиза позволяет получать мягкие и эластичные слои покрытия, практически не имеющие трещин, что способствует повышению механической прочности покрытия, а дальнейшее постепенное увеличение плотности тока приводит к повышению твердости и хрупкости осадка. Продолжительность осталивания зависит от необходимой толщины покрытия и может быть определена с достаточной точностью по формулам

$$\tau = 100 \frac{h}{D_n}, \text{ ч}$$

$$h = \frac{D_n + \delta - D_d}{2}$$

где h — необходимая толщина покрытия, мм;
 D_n — номинальный диаметр восстанавливаемой поверхности;

δ — припуск на шлифование после осталивания (ориентировочно можно принимать 0,2—0,3 мм на 1 мм покрытия);

D_d — действительный диаметр поверхности, подготовленной для восстановления;

D_n — катодная плотность тока, А/дм².

10. Промывка и нейтрализация. После осталивания детали промываются горячей водой, затем помещаются на 30 мин в

10%-ный раствор тринатрийфосфата для нейтрализации. После нейтрализации детали промываются горячей водой. Промытые детали должны быть просушены в сушильном шкафу. Ответственные детали рекомендуется выдерживать в шкафу в течение 1,5—2 ч при температуре 250—300°С для снятия водородной хрупкости покрытия.

Исследованиями М. П. Мелкова [13] установлено, что при нагреве покрытий до 450°С значительно повышается предел выносливости деталей, восстановленных осталиванием. Это важное свойство целесообразно использовать при восстановлении деталей, работающих при знакопеременных нагрузках.

В табл. 44 приведены основные дефекты осталивания.

Физико-механические свойства покрытий. Основными физико-механическими свойствами электролитического железа являются: прочность сцепления осадка с основным металлом (адгезия), микротвердость и износостойкость покрытия, снижение усталостной прочности деталей, восстановленных осталиванием.

Прочность сцепления обеспечивается точным соблюдением всех технологических операций и режимов подготовки поверхностей под осталивание. Получение покрытий с необходимой микротвердостью и износостойкостью, а также снижение усталостной прочности восстанавливаемых деталей зависит от выбранных параметров электролиза — температуры электролита и плотности тока. На рис. 18 показано влияние плотности тока и температуры электролита на микротвердость железных покрытий, полученных из малоконцентрированного хлористого электролита, полученных из малоконцентрированного электролита, которой обычно работают промышленные ванны осталивания, микротвердость повышается на 300 кгс/мм². при понижении температуры электролита от 100 до 50°С. Кроме того, при плотности тока более 20 А/дм² в области низких температур (60—50°С) микротвердость почти не изменяется.

При восстановлении деталей, работающих при высоких температурах, следует учитывать, что микротвердость электролитического железа значительно снижается при нагревании до 600°С и выше и составляет не более 110—130 кгс/мм².

Многочисленные испытания покрытий электролитического

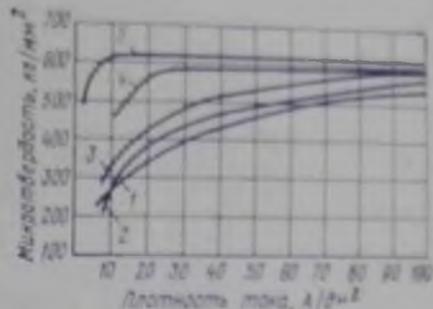


Рис. 18. Графика влияния плотности тока и температуры малоконцентрированного электролита на микротвердость покрытий (по М. П. Мелкову).
 1 — 100°С, 2 — 70°С, 3 — 50°С, 4 — 30°С.

Таблица 44

Виды дефектов	Причины	Способы устранения
Отслаивание покрытия	<ul style="list-style-type: none"> а) некачественное обезжиривание; б) нарушение режима анодной обработки; в) прерывание тока в процессе осталивания; г) перед включением тока осталивания деталь недостаточно прогрета; д) чрезмерно длительная выдержка детали без тока в ванне осталивания 	<ul style="list-style-type: none"> а) улучшить качество обезжиривания; б) соблюдать режим анодной обработки; в) исключить прерывание тока; г) улучшить прогрев детали; д) сократить время выдержки детали без тока в ванне осталивания
Частичное отслаивание покрытия на концах, непокрытые участки	<ul style="list-style-type: none"> а) некачественная промывка после травления; б) некачественная очистка детали от коррозии, загрязнение маслами 	<ul style="list-style-type: none"> а) улучшить промывку после анодного травления; б) улучшить качество подготовки детали
Шероховатый осадок, неровности игольчатой формы	<ul style="list-style-type: none"> а) загрязнение электролита травильным шламом анодов; б) избыток в электролите трехвалентного железа 	<ul style="list-style-type: none"> а) профильтровать электролит; б) восстановить электролит проработкой током
Темный, шероховатый осадок	<ul style="list-style-type: none"> а) загрязнение электролита травильным шламом анодов; б) избыток в электролите трехвалентного железа; в) малая кислотность электролита 	<ul style="list-style-type: none"> а) профильтровать электролит; б) восстановить электролит проработкой током; в) повысить кислотность электролита
Полностью или частично детали не покрываются осадками	<ul style="list-style-type: none"> а) прерывание тока в анодной или катодной цепи; б) неправильная полярность; в) аноды покрыты толстым слоем травильного шлама; г) мала плотность тока 	<ul style="list-style-type: none"> а) выявить отсутствие контакта и устранить; б) изменить полярность на ванне; в) тщательно очистить или заменить аноды; г) увеличить плотность тока

железа в лабораторных и эксплуатационных условиях показали их высокую износостойкость, приближающуюся к износостойкости закаленной стали 45. Восстановление осталивания различных деталей горных машин [19] показывает на высокую надежность в течение всего межремонтного срока эксплуатации. По мнению некоторых исследователей [3], [13], высокая износостойкость электролитического железа объясняется высокой твердостью покрытий, волокнистым строением осадков, с расположением волокон перпендикулярно растягиваемой поверхности, наличием в покрытии внутренних растягиваемых напряжений, а также высокой окисляемостью покрытий на воздухе и образованием в процессе трения окисных пленок на трущейся поверхности, выполняющих роль смазки и предохраняющих покрытие при небольших удельных давлениях от непосредственного металлического контакта.

Для повышения износостойкости покрытий, работающих в условиях недостаточной смазки, целесообразно поверхностный слой выполнять пористым [5]. Для этой цели покрытие подвергают анодной обработке в электролите осталивания при плотности тока 25—30 А/дм² в течение 4—6 мин.

Перед сборкой поверхности с пористым покрытием необходимо пропитывать маслом в течение 1,5—2 ч при температуре 100—120° С.

При определении номенклатуры деталей, восстанавливаемых осталиванием, необходимо учитывать влияние покрытий электролитического железа на снижение их усталостной прочности. Как и при хромировании, усталостная прочность деталей, восстановленных осталиванием, снижается на 25—30%. Основной причиной снижения усталостной прочности деталей является действие в покрытии остаточных внутренних растягивающих напряжений, возникающих вследствие искажения кристаллической решетки в процессе электролиза. В покрытиях из хлористых электролитов увеличение плотности тока повышает усталостную прочность деталей, а повышение температуры электролита значительно снижает ее.

На снижение усталостной прочности существенное влияние оказывает характер трещиноватости покрытия [28]. Наиболее благоприятное влияние на повышение усталостной прочности оказывают мелкопористые твердые покрытия.

Процесс осталивания может быть в значительной мере интенсифицирован с помощью интенсивного перемешивания электролита ультразвуком и при использовании анодоструйного способа осаждения [14]. Применение ультразвука позволяет увеличить производительность осталивания в холодном хлористом электролите более чем в пять раз, при этом возрастает микротвердость и внутренние напряжения покрытий. Анодоструйный способ нанесения покрытий также позволяет повысить производительность процесса осаждения благодаря применению

более высокой плотности тока. Микротвердость покрытий при этом достигает 900 кгс/мм², а износостойкость повышается на 15—20%. Применение этого способа наиболее целесообразно при восстановлении крупных деталей. Он состоит в том, что на восстанавливаемую поверхность медленно вращающейся детали, служащей катодом, непрерывно подается электролит через специальную ячейку. Электролит стекает в емкость и через фильтр снова подается насосом в ячейку. Скорость истечения электролита через ячейку составляет 80—90 см/с.

§ 6. Цинкование

Цинкование широко используется для защиты стальных изделий от коррозии. В особо ответственных случаях слой цинка наносится в качестве подслоя для нанесения лакокрасочных покрытий.

Цинковые покрытия могут наноситься гальваническими, диффузионными, горячими (в расплаве) способами, распылением.

При изготовлении и ремонте горношахтного оборудования применяется главным образом гальваническое цинкование, обеспечивающее хорошее качество покрытий и длительную защиту стальных изделий от коррозии.

Коррозионная стойкость цинковых покрытий зависит от окружающей среды. Наиболее благоприятной является щелочная среда с рН 7—12. В загрязненной промышленной атмосфере скорость коррозии цинка достигает 20 мкм в год.

Цинковые покрытия по отношению к железу являются анодными, т. е. защищают его электрохимически до тех пор, пока значительная часть покрытия не разрушится; при этом коррозия основного металла изделия не происходит.

Защитная способность цинковых покрытий определяется в основном его толщиной. Для стальных изделий, эксплуатирующихся во влажной промышленной атмосфере, толщина цинковых покрытий рекомендуется 24—30 мкм, для защиты резьбы толщина покрытий должна быть 3—18 мкм.

Для повышения коррозионной стойкости цинковые покрытия подвергают дополнительной химической обработке (пассивированию) в растворах, содержащих хромовую кислоту (хроматирование) или соли фосфорной кислоты (фосфатирование). Защитная пленка хромированных цинковых покрытий должна иметь окраску от золотисто-желтого до желтовато-зеленого с радужными оттенками. Темно-желтый или коричневый цвет пленки не допускается. Цвет пассивной пленки фосфатированных цинковых покрытий может изменяться от светло- до темно-серого.

Для нанесения цинковых покрытий гальваническим способом используются различные электролиты: кислые (сульфатные,

фторборатные), щавлевые, аммиачные и некоторые другие [7]. Наиболее эффективными являются щавлевые электролиты, однако их применение ограничивается из-за повышенной кислотности процесса. Более широкое применение получают сульфатные электролиты.

Блестящие покрытия с повышенной твердостью и хорошей защитной способностью получают из электролита следующего состава, г/л:

Оксид цинка ZnO	1,5
Бисульфат калия KHSO ₄	75
Аммоний сернокислый (NH ₄) ₂ SO ₄	20
Полиакриламид (ПАА)	3—10
рН	1,9—2,2

Режимы электролиза должны быть: температура электролита 18—33° С; плотность тока 1—3 А/дм².

Плотность тока находится в определенной связи с рН электролита. При рН 1,9—2,0 допускается наибольшая плотность тока (3 А/дм²), по мере повышения значения рН плотность тока должна снижаться.

Продолжительность осаждения с достаточной для практических целей точностью может быть определена из выражения:

$$\tau = 354 \frac{\delta}{D_{\text{к}} \eta}, \text{ мин.}$$

где δ — толщина покрытия, мкм;

$D_{\text{к}}$ — плотность тока, А/дм²;

η — выход по току, %.

Выход по току для кислых сульфатных электролитов 90—98%.

В качестве анодов используются цинковые пластины марки Ц0 или Ц1, помещаемые в бязевые чехлы.

Электролит готовится следующим образом. В половинное требуемого объема ванны растворяется бисульфат калия, затем при постоянном перемешивании добавляется оксид цинка. В полученный раствор доливается вода до 2/3 ванны, затем вливается предварительно приготовленный раствор сернокислого аммония. Полиакриламид растворяется в отдельной емкости при температуре 90° С, добавляется к полученному электролиту, затем в ванну доливается вода до необходимого объема. Свежеприготовленный электролит фильтруется. Периодическое фильтрование электролита должно производиться не реже одного раза в неделю.

Качественные, хорошо сцепленные с основой, цинковые покрытия получают при выполнении всех технологических операций.

Последовательность технологических операций.

1. Монтаж деталей на подвески. Необходимо производить так, чтобы был обеспечен хороший электрический контакт дета-

лей с подвеской, их надежное закрепление, а также не должно быть взаимного перекрывания (экранирования) деталей.

2. Обезжиривание в органическом растворителе. Для этой цели используется ванна с уайт-спиритом.

3. Химическое обезжиривание. Эта операция производится при температуре 70—90°С в течение 8—10 мин в растворе следующего состава, г/л:

Натрий кремнекислый Na_2SiO_3	5—10
Едкий натрий NaOH	30—50
Натрий углекислый Na_2CO_3	30—50
Натрий фосфорнокислый $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	30—40

4. Электрохимическое обезжиривание. Для этого применяется тот же состав ванны, что и для химического обезжиривания. Процесс ведется при плотности тока 5—10 А/дм² в течение 3—4 мин на катоде, затем в течение 1—2 мин производится анодная обработка.

5. Промывка. Производится в течение 3—4 мин при температуре воды 60—70°С.

6. Травление. Применяется 10—15%-ный раствор серной кислоты с температурой 45—55°С. Время травления в каждом отдельном случае устанавливается опытным путем.

7. Промывка. Вначале производится промывка горячей, а затем холодной проточной водой.

8. Нейтрализация. Производится в 3%-ном растворе углекислого натрия при комнатной температуре 3—4-кратным погружением деталей в раствор в течение 3—5 мин.

9. Цинкование. Особое внимание должно уделяться чистоте. Загрязнения, вносимые в электролит, ухудшают работу ванны. Периодически необходимо контролировать концентрацию компонентов электролита, систематически следить за его кислотностью. При достижении рН 6—6,5 в электролит добавляется серная кислота.

10. Промывка холодной проточной водой.

11. Осветление. Для получения светлых покрытий оцинкованные детали обрабатываются погружением на 3—5 с в 3%-ный раствор азотной кислоты. После обработки в растворе детали необходимо быстро извлечь и тщательно промыть холодной проточной водой.

12. Пассивирование (хроматирование). Для получения на поверхности покрытия защитной хроматной пленки производится обработка деталей в течение 10—15 с погружением, в раствор следующего состава, г/л:

Натрий двуххромовокислый $\text{NaCr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15—20
Азотная кислота HNO_3	10—15
Натрий сернокислый $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	15—20

13. Промывка. Вначале производится промывка холодной проточной водой, затем горячей.

14. Демонтаж деталей с подвесок.

15. Сушка деталей. Может производиться обдувом теплым воздухом или в сушильном шкафу.

Контроль качества цинкового покрытия включает в себя внешний осмотр осадка, определение прочности сцепления покрытия с основным металлом, определение толщины и пористости покрытия.

Цвет цинкового покрытия до пассивирования должен быть от серого до светло-серого с блестящей или матовой поверхностью. По внешнему виду осадок должен быть однородным, мелкозернистым, без вадутей, непокрытых мест, отслоений, утолщений на краях, следов затара. После хроматирования покрытие должно иметь радужный оттенок с преобладающим желтых, зеленых, розовых или лилавых тонов.

Цинковые покрытия должны иметь прочное сцепление с основным металлом.

Толщина покрытия должна быть не менее указанной в технических требованиях чертежа.

Покрытие считается хорошим, если число пор не превышает 3—4 на 1 см².

§ 7. Электролитические сплавы

Многочисленными исследованиями и экспериментами предложено свыше ста электролитических сплавов, однако практическое применение в последние годы получили немногие, например, сплавы на основе железа как для специальных целей, так и для восстановления изношенных деталей. Легирование электролита оставлением солями никеля, марганца, кобальта дает возможность получать электролитические сплавы с высокой износостойкостью, пластичностью, повышенной коррозионной стойкостью. Значительный практический интерес представляют сплавы: железо—никель, железо—хром, железо—никель—хром, железо—никель—кобальт, железо—никель—марганец.

М. П. Мелковым предложен для восстановления изношенных деталей электролитический железоникелевый сплав на электролите следующего состава, г/л:

Железо хлористое	200
Никель хлористый	20
Соляная кислота	0,8—1,15

При этом режимы электролиза должны быть: температура электролита 70—80°С; катодная плотность тока 20—60 А/дм².

При плотности тока 40 А/дм² получают износостойкие железоникелевые осадки толщиной до 1,5 мм с микротвердостью $H_{\mu} = 450—500$ кгс/мм² и содержанием никеля 2,7—3,0%. Выход сплава по току составляет 90—95%. Покрытия

отличаются теплостойкостью и имеют повышенную коррозионную стойкость по сравнению с осадками из чистого железа.

Электролит прошел длительную проверку при восстановлении изношенных деталей горношахтного оборудования на Рутченковском рудоремонтном заводе. Проверка показала, что электролит работает устойчиво, осадки получаются плотными, мелкозернистыми, присутствие в сплаве до 3% никеля придает покрытию эластичность.

Разработан процесс совместного осаждения железа и хрома [10] из электролита следующего состава, г/л:

Хром сернистый	150
Железо хлористое	20—25
Мочевина	200
Церий сернистый закисный	10
pH	1—1,4

Режимы электролиза должны быть: температура электролита 30—40°С; катодная плотность тока 20—30 А/дм².

Были получены блестящие осадки толщиной до 0,1 мм с содержанием хрома 12—21%. Микротвердость достигает 640 кгс/мм², выход сплава по току около 60%. Сплав обладает высокой износостойкостью.

Положительными качествами предложенного сплава являются высокий выход по току при значительном содержании хрома в покрытии, в сочетании с высокой его износостойкостью. Сплав может найти практическое применение при восстановлении изношенных деталей горношахтного оборудования.

Перспективным является тройной электролитический сплав железо — хром — никель [32], получаемый из электролита, г/л:

Хром сернистый	265
Никель сернистый	112
Железо сернистое	56
Борная кислота	25
Мочевина	180

Режимы электролиза должны быть: температура электролита 40—45°С; катодная плотность тока 12—20 А/дм².

Осадки по химическому составу соответствуют нержавеющей стали, получаемой металлургическим путем, с содержанием 18% хрома и 8% никеля.

Находит применение при восстановлении деталей горношахтного оборудования электролитический сплав железо—кобальт—никель благодаря его высокой износостойкости и хорошей прирабатываемости как с деталями, закаленными до высокой твердости, так и с антифрикционными материалами.

Сплав детально апробирован на Рутченковском рудоремонтном заводе совместно с Севастопольским приборостроительным институтом при восстановлении деталей угольных комбайнов.

Качественные, хорошо сцепленные с основным металлом покрытия, получают из электролита, г/л:

Железо хлористое	187
Кобальт хлористый	16
Никель хлористый	20
Соляная кислота	1,5

Режимы электролиза должны быть: температура электролита 80°С; катодная плотность тока 20 А/дм².

В покрытии содержится около 4% кобальта, 2,8% никеля. Скорость осаждения составляет 0,3 мм/ч.

При изменении температуры электролита от 30 до 80°С микротвердость покрытия снижается от 700 до 310 кгс/мм². Значительно повышается микротвердость (330—600 кгс/мм²) при увеличении концентрации хлористого кобальта от 5 до 200 г/л.

При изменении концентрации хлористого никеля от 5 до 150 г/л микротвердость повышается от 360 до 435 кгс/мм². С увеличением плотности тока микротвердость повышается на 25—30%.

Рядом свойств обладает сплав железо—никель—марганец, в зависимости от содержания в нем компонентов. Например, при содержании в сплаве 13—16% никеля и 1,3 марганца покрытия обладают высокой износостойкостью и микротвердостью. При содержании 40—45% никеля и 0,1—0,15% марганца покрытие может быть использовано для декоративных целей взамен никелирования, а при содержании 60% никеля и 1,5% марганца осадки сплава приобретают высокую коррозионную стойкость и износостойкость.

Сплав может быть получен из электролита следующего состава, г/л:

Железо хлористое	25—75
Никель хлористый	75—125
Марганец хлористый	15—35
Аммоний хлористый	15—35
pH	1—1,5

Режимы электролиза должны быть: температура электролита 40—60°С; катодная плотность тока 20—40 А/дм².

Скорость осаждения составляет 0,25—0,3 мм/ч. Качественные осадки получают толщиной до 1 мм.

Сплав апробирован на Рутченковском рудоремонтном заводе при восстановлении изношенных деталей горношахтного оборудования.

§ 8. Ремонт и восстановление элементов деталей и узлов

Восстановление элементов валов и осей. В большинстве случаев изношенные посадочные поверхности валов и осей восстанавливаются до чертежных размеров, однако в отдельных слу-

чаях, если это предусмотрено ремонтными чертежами или техническими условиями на ремонт данной машины, производится переточка их на меньший размер.

Правка валов и осей может производиться как в холодном, так и в нагретом состоянии, при этом закаленные и улучшенные детали не должны нагреваться выше температуры отпуска. После правки должно проверяться биение посадочных мест относительно баз.

Шпоночные пазы и шлицы в зависимости от величины износа и характера повреждений могут восстанавливаться следующими методами: расширением паза до большего размера и изготовлением новой шпонки, наплавкой изношенных пазов и шлицов с последующей механической обработкой, изготовлением новой ступенчатой шпонки, фрезерованием нового шпоночного паза под углом $90-120^\circ$ по отношению к прежнему. Наплавку изношенных шлицев рекомендуется производить, с одной стороны, с целью сохранения прежнего их взаиморасположения, но при этом должна быть обеспечена заданная твердость. Понижение твердости наплавленного слоя в каждом отдельном случае устанавливается техническими требованиями на дефектацию и ремонт или ремонтными чертежами.

Изношенные резьбовые отверстия в торцах валов и осей могут быть восстановлены заправкой, с последующим сверлением и нарезанием новых резьб или сверлением отверстий и нарезанием резьб в новом месте, если это не нарушает взаимозаменяемости деталей.

Восстановление элементов корпусных деталей. Изношенные посадочные отверстия в корпусных деталях обычно имеют овальную форму с износом в направлении действия радиальной нагрузки. Восстановление разъемных отверстий с овальностью, расположенной перпендикулярно плоскости разъема, производится понижением плоскости разъема фрезерованием, с последующей расточкой отверстий (в сборе со скобой) в заданный размер. Отверстия с овальностью, расположенной в плоскости разъема, восстанавливаются также фрезерованием плоскостей разъема в корпусах и скобах, наплавкой по краям отверстия поясков и последующей расточкой отверстий. Наплавка должна производиться отдельными участками с перерывами для предотвращения чрезмерного нагрева и деформации.

Неразъемные изношенные отверстия могут восстанавливаться способом гильзования, если это конструктивно и технологически возможно. Этот способ состоит в том, что в предварительно расточенное отверстие запрессовывается втулка с толщиной стенки не менее 5 мм, которая затем обваривается, и в ней растачивается отверстие необходимого диаметра.

Прочность сварного соединения, в необходимых случаях, проверяется гидротиспытанием.

Восстановление цилиндров. При износе внутренних диаметров цилиндров применяется способ обжатия. Этот способ заключается в прокатки наружной поверхности цилиндра под гидропрессом через калибрующее кольцо, в результате чего уменьшается внутренний диаметр.

В зависимости от отклонений наружных диаметров цилиндров необходимо иметь несколько калибрующих колец, изготовленных с учетом этих отклонений.

Рабочий профиль калибрующего кольца состоит из входного конуса, цилиндрического пояса (калибрующей части) шириной 5—10 мм и выходного конуса. Углы входного и выходного конусов принимаются $25-30^\circ$. Калибрующая часть обрабатывается по 9—10 классу чистоты.

Для повышения стойкости калибрующих колец в процессе обжатия должна применяться графитная смазка УСА по ГОСТ 3339—74, а наружная поверхность цилиндров перед обжатием должна тщательно очищаться от грязи и коррозии.

Усилие обжатия ориентировочно можно определять по формуле:

$$P = F p_n f, \text{ кгс.}$$

где F — площадь контакта между калибрующим кольцом и цилиндром, см^2 ;

p_n — давление на наружную поверхность цилиндра, $\text{кгс}/\text{см}^2$;

$f = 0,18-0,34$ — коэффициент трения при обжатии. Большие значения принимаются при больших деформациях.

Давление на наружную поверхность определяется из выражения

$$p_n = \frac{\Delta}{r} \frac{E}{\frac{R^2 - r^2}{R^2 - r^2} + \mu}$$

где Δ — радиальное перемещение наружной стенки цилиндра, см;

E — модуль упругости. Для стали $E = 2,2 \times 10^6 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

r — радиус отверстия цилиндра до обжатия, см;

R — наружный радиус цилиндра до обжатия, см;

μ — коэффициент Пуассона. Для малоуглеродистых сталей $\mu = 0,28$, для сталей с повышенным содержанием углерода $\mu = 0,29$.

Величина обжатия должна выбираться с учетом получения после обжатия припуска в пределах 0,5—1 мм, необходимого для последующего растачивания и раскатывания или хонингования внутреннего диаметра цилиндра.

Расточку цилиндров после обжатия обычно производят плавающими резцами.

§ 9. Прочие способы восстановления

Наряду с нанесением металлических покрытий на изношенные поверхности деталей используются различные пластические массы из-за их ценных физико-механических свойств. Хорошо апробирован при восстановлении деталей локомотивов эластомер ГЭН-150 (В); разработанный Московским научно-исследовательским институтом пластмасс. Применение его рекомендовано при износах посадочных поверхностей до 0,2 мм [3].

Эластомер является сочетанием нитрильного каучука СКН-40 со смолой ВДУ и может применяться в виде растворов, паст, замазок с различной твердостью, эластичностью и вязкостью в зависимости от вида наполнителя, его количества и применяемой термической обработки.

Термически обработанная пленка эластомера не разрушается и не набухает в бензине, керосине, масле, в горячей воде. Свои физико-механические свойства эластомер сохраняет при температурах -20 и $+200^{\circ}\text{C}$.

Предел выносливости валов, сопряженных с деталями по прессовой посадке с применением эластомера, работающих при знакопеременной нагрузке, повышается на 40—75% по сравнению с валами, имеющими аналогичный характер сопряжения, но без эластомера.

Эластомер надежно защищает металлические поверхности от коррозии благодаря хорошей адгезии и отсутствию пор.

Раствор эластомера готовится следующим образом. Мелкие кусочки сухого эластомера помещают в плотно закрытую стеклянную или металлическую посуду и в нее заливают растворитель. В качестве растворителя применяется ацетон, бутилацетон или этилацетат, толуол, бензол или смеси. Для прессовых соединений рекомендуется применять раствор с вязкостью 20 с, который готовят в следующих соотношениях (в весовых частях): сухой эластомер 20, ацетон—50, бутилацетат или этилацетат—50 частей. Для растворения эластомера можно использовать только ацетон, применяя их соотношение 20 : 100. Набухание эластомера происходит в течение 8—10 ч в плотно закрытой посуде, затем в течение 2—3 ч, при периодическом взбалтывании эластомер полностью растворяется. Приготовленный раствор должен отстояться в течение 30 мин, затем его необходимо профильтровать через металлическую сетку с количеством отверстий от 100 до 500 на 1 см^2 . Вязкость раствора должна быть проверена по вискозиметру при температуре 20°C . Вязкость раствора должна также проверяться перед его применением при его длительном хранении.

Поверхность для нанесения жидкого эластомера должна быть тщательно очищена до металлического блеска, обезжи-

рена бензином, а затем протерта ацетоном. Обезжиренная поверхность детали выдерживается на воздухе в течение 5—10 мин, затем на нее наносится раствор эластомера.

Детали с нанесенным слоем эластомера должны выдерживаться на воздухе не менее 20 мин, затем может быть нанесен последующий слой эластомера.

Для получения беспористого покрытия эластомера толщина слоя, наносимого за один раз, не должна превышать 0,1 мм. Наибольшая толщина пленки эластомера при прессовых соединениях не должна превышать 0,2 мм.

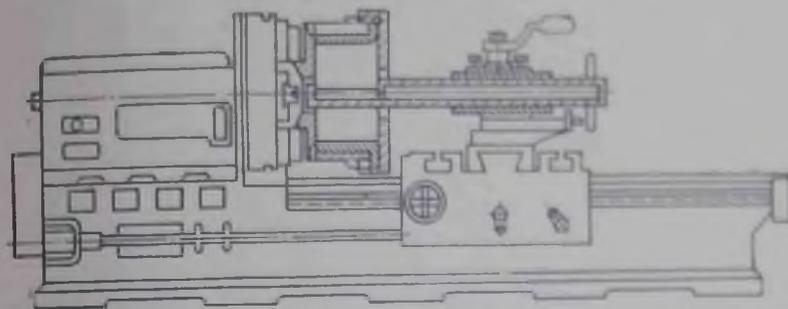


Рис. 19. Нанесение покрытия центробежным способом на токарном станке

Нанесение покрытий в зависимости от формы и размеров детали может производиться различными способами: центробежным, кистью, окунанием, напылением. При напылении раствора его вязкость должна составлять 10—15 с. Для равномерного нанесения покрытий деталь должна вращаться со скоростью не более 30 об/мин. При нанесении покрытий центробежным способом может быть использован токарный станок, имеющий скорость вращения шпинделя 1000—1500 об/мин (рис. 19).

Нанесенный на деталь слой эластомера должен быть просушен на воздухе, или путем нагрева до 120 — 140°C с выдержкой при этой температуре в течение 30—120 мин.

Перед сборкой деталь с отверстием нагревают и свободно насаживают на вал. При остывании нагретой детали обеспечивается соединение с натягом, величина которого определяется действительными размерами вала и отверстия при окружающей температуре.

При напрессовке деталей без подогрева, нанесенный слой эластомера необходимо накатать роликом до заданного размера. Накатка производится при скорости вращения детали 30—50 об/мин, скорости подачи 0,2—0,5 мм/об и удельном давлении на пленку 100—300 кгс/см².

Удаление нанесенных пленок эластомера производится механическим способом или растворенным ацетоном.

В ряде случаев при восстановлении и изготовлении деталей находят применение эпоксидные пасты, с помощью которых

заделываются трещины, отдельные дефекты, не снижающие прочности деталей.

Рецептура для приготовления эпоксидных паст приведена в табл. 45.

Таблица 45

Назначение эпоксидной пасты	Наименование составного компонента	Количество в весовых частях
Для ремонта чугунных деталей	Эпоксидная смола ЭД-6	100
	Дибутилфталат	15
	Чугунный порошок	150
	Слюда молотая	20
	Полиэтиленполиамид	10
Для ремонта стальных деталей	Эпоксидная смола ЭД-6	100
	Дибутилфталат	15
	Окись железа	150
	Слюда молотая	20
	Полиэтиленполиамин	10
Для ремонта алюминиевых деталей	Эпоксидная смола ЭД-6	100
	Дибутилфталат	15
	Алюминиевая пудра	20
	Полиэтиленполиамин	10

В нагретую до 50—60°С смолу вводят при тщательном перемешивании пластификатор — дибутилфталат в течение 5—7 мин. В полученную смесь, при перемешивании, добавляют наполнитель в течение 5 мин и охлаждают при комнатной температуре.

Отвердитель (полиэтиленполиамин) вводят в смесь при тщательном ее перемешивании в течение 4—5 мин, непосредственно перед употреблением эпоксидного состава. Смесь готовят в плоской металлической посуде в количестве, необходимом для разового применения (150—200 г). Полиэтиленполиамин добавляют частями при температуре не выше 30—40°. Срок технологической пригодности данной пасты не более 30 мин. При применении отвердителя — триэтилоламина, срок технологической пригодности эпоксидной пасты достигает нескольких часов, а при отвердителе — малеиновом ангидриде (вводится в смолу при 60°С) паста сохраняет свои свойства при 20°С до 7 суток.

Перед нанесением пасты восстанавливаемая поверхность должна быть тщательно очищена от коррозии, загрязнений, затем обезжирена ацетоном или бензином.

При заделке трещин следует производить их разделку на глубину 4/5 толщины стенки под углом 60—90° с предварительным засверливанием концов трещин.

Эпоксидную пасту следует наносить на подготовленную поверхность детали при помощи металлического шпателя. Для предупреждения стекания пасты (при недостаточной ее вязкости и нанесении слоя значительной толщиной) на нанесенный слой нужно накладывать бумагу. Толщина слоя нанесенной пасты должна быть не более 4 мм.

После нанесения пасты детали необходимо выдержать для ее отвердевания.

Продолжительность отвердевания пасты в зависимости от температуры среды приведена в табл. 46.

Таблица 46

Температура отвердевания, °С	Время отвердевания, ч		Температура отвердевания, °С	Время отвердевания, ч	
	минимальное	максимальное		минимальное	максимальное
20	18	160	80	1	4
40	8	25	100	0,5	2
60	2	5	—	—	—

Может быть использован комбинированный режим отвердевания пасты: вначале при температуре 20°С в течение 3 ч, затем при температуре 60°С в течение 3 ч или при температуре 18—20°С в течение 24 ч.

После отвердевания, при необходимости, производится окончательная обработка восстанавливаемых поверхностей.

При механической обработке покрытий на металлорежущих станках скорость резания должна быть 60—80 м/мин, подача — 0,1 мм/об.

Толщина слоя пасты после окончательной обработки должна быть 0,25—1,0 мм.

§ 10. Механическая обработка и упрочнение деталей, восстановленных различными способами

Механическая обработка восстановленных деталей производится на обычном металлорежущем оборудовании, однако в ряде случаев восстановленные поверхности сварных металлоконструкций, труднодоступные места корпусных деталей обрабатываются ручным способом или способом шлифования неровностей или излишнего слоя металла. Этот способ часто используется при подготовке поверхностей к восстановлению сваркой или наплавкой, а также при исправлении некачественно восстановленных поверхностей крупногабаритных деталей.

Детали, имеющие форму вращения, восстановленные сваркой, наплавкой, обрабатываются резцами при твердости наплавленного металла до 300 НВ. При более высокой твердости обработка производится шлифованием.

Поверхности деталей, восстановленные осталиванием и хромированием, обрабатываются шлифованием.

При чистовой обработке методом шлифования режимы обработки и охлаждения должны обеспечивать заданную чистоту поверхности без вырывания металла и прижогов.

При обработке восстановленных поверхностей необходимо тщательно выполнять места переходов одного диаметра к другому (галтели), не допуская подрезов. В высоконагруженных валах после механической обработки галтели необходимо упорочить накаткой, во избежание появления на них усталостных трещин.

Механическая обработка является одним из способов восстановления деталей и применяется при переходе на ремонтные размеры, при восстановлении эвольвентных профилей зубьев передач, имеющих допустимый износ и в ряде других случаев. Исправление искаженного в результате износа профиля зубьев улучшенных зубчатых колес производится на зуборезных станках, а закаленных — на зубошлифовальных. Исправление профиля закаленных зубьев можно производить и на зуборезных станках после предварительного отпуска колес, а после обработки зубьев необходимо снова их закалить. Однако такой способ не гарантирует для некоторых деталей отсутствия деформаций.

Поверхности деталей, не подвергающиеся восстановлению, перед сборкой должны быть зачищены от следов коррозии, сварочных брызг, налетов металла от деталей, находившихся ранее в сопряжении или контакте, а также должны пройти окончательную слесарную обработку.

§ 11. Целесообразность применения различных способов восстановления деталей

Применение тех или иных способов восстановления определяется степенью их влияния на снижение физико-механических свойств восстановленных деталей, формой и размерами деталей, возможностями наращивать необходимый слой металла, производительностью процессов восстановления и их экономической эффективностью.

Многочисленными исследованиями установлено, что применяемые способы восстановления снижают усталостную прочность деталей. В. В. Шадричевым [31] выявлено влияние различных видов наплавки на предел усталости из стали 45 (табл. 47).

Из табл. 47 видно, что наибольшее снижение предела усталости вызывает виброконтатная наплавка, меньшее влияние оказывает автоматическая наплавка под слоем флюса и ручная наплавка.

Таблица 47

Вид наплавки	Предел усталости, кгс/мм ²	$\beta = \frac{\sigma_{\text{уст}}}{\sigma_{\text{ст}}}$
Сталь 45 нормализованная	24	1,0
Сталь 45 с наплавкой электродами ЭОНИ 1345	19	0,79
Сталь 45 с автоматической наплавкой под слоем флюса	18	0,75
Сталь 45 электроимпульсной (виброконтатной) наплавкой	15	0,62

Причинами образования усталостных трещин являются значительные остаточные внутренние напряжения в наплавленном слое, возникающие в результате термического расширения и усадки металла, а также вследствие протекания структурных превращений в зоне термического влияния.

Отрицательное влияние этих явлений на работоспособность деталей может быть значительно снижено при правильном выборе способов восстановления деталей и выполнении термической обработки после сварки и наплавки. Исследования показывают, например [18], что применение при наплавке проволоки 30ХГСА под флюсом АН-348А и нормализация после наплавки повышает предел усталости стали 45 на 14%.

Хромирование и осталивание, как показывают исследования В. В. Шадричева [31], также снижают усталостную прочность деталей (табл. 48).

Таблица 48

Материалы	Предел усталости, кгс/мм ²	$\beta = \frac{\sigma_{\text{уст}}}{\sigma_{\text{ст}}}$
Сталь 45 нормализованная	24	1,0
То же с покрытием твердого хрома (толщина покрытия 0,15 мм)	18	0,75
То же с электролитическим железом (толщина покрытия 0,25 мм)	17	0,71

Причинами снижения усталостной прочности является некачественная подготовка поверхности перед нанесением покрытий, влияние дефектов механической обработки на поверхности покрытий, а также действие растягивающих внутренних напряжений в покрытиях. Однако основной причиной снижения усталостной прочности является действие внутренних напряжений.

Причиной возникновения остаточных напряжений в хромовых покрытиях является значительное уменьшение объема осадка, превышающее 15%, происходящее в результате структурных превращений в процессе электролиза. Аналогичное явление происходит и в процессе осталивания.

Степень влияния применяемых способов восстановления необходимо принимать во внимание при разработке технологических процессов восстановления высоконагружаемых деталей.

В зависимости от форм и размеров деталей должны применяться такие методы восстановления, которые обеспечивают, прежде всего, надлежащее качество восстановления. Ручную электродугую сварку, например, целесообразно применять при восстановлении корпусных деталей и металлических конструкций горных машин, имеющих трещины, при замене отдельных их элементов, вследствие значительного износа или деформаций, при их усилении, восстановлении поверхностей в труднодоступных местах. Сварка деталей ответственного назначения, изготовляемых из легированных или из качественных сталей с содержанием углерода более 0,45%, должна выполняться с предварительным подогревом до температуры 200—400°C, а в высоконагруженных деталях производится последующий прогрев зоны сварки для предотвращения образования термических трещин.

Газовая сварка применяется при восстановлении тонкостенных деталей или для сваривания деталей из цветных металлов со сталью или чугуном.

Автоматическая наплавка под слоем флюса является наиболее совершенным и производительным процессом восстановления деталей. С применением сварочных манипуляторов она может широко использоваться при восстановлении изношенных поверхностей в корпусных деталях, имеющих форму вращения. Применение различных марок сварочной проволоки позволяет получать наплавленный слой с различными физико-механическими свойствами.

В ряде случаев, применение ручной полуавтоматической и автоматической сварки и наплавки ограничивается из-за значительных деформаций деталей в процессе восстановления. Применение виброконтактной наплавки позволяет избежать деформаций даже при восстановлении тонкостенных деталей, вследствие образования незначительной зоны термического влияния. Несмотря на то, что она значительно снижает усталостную прочность деталей, ее применение имеет очень широкое распространение. Очевидно, вследствие значительных запасов прочности усталостных разрушений деталей горных машин, восстановленных виброконтактной наплавкой почти не наблюдается. Кроме того, в отдельных элементах деталей (эвольвентные шлицы, зубья колес) износы достигают предельных значений значительно раньше, чем усталостные разрушения. Следует,

однако, учитывать, что виброконтактная наплавка не обеспечивает хорошей чистоты восстановленных поверхностей после механической обработки из-за наличия отслаиваемых раковин. Поэтому поверхности деталей, контактирующие с резиновыми уплотнениями, восстанавливать виброконтактной наплавкой нецелесообразно.

При износах деталей до 0,5 мм может быть использовано хромирование. Нанесение более толстых слоев хрома нецелесообразно, так как значительно возрастает стоимость восстановления деталей, ухудшаются свойства покрытия. Прочность хромового слоя на разрыв, например, при увеличении его толщины от 0,1 до 0,5 мм снижается в 2—3 раза, а в блестящих хромовых покрытиях, наносимых без подслоя, значительно повышается количество пор, чем объясняется неудовлетворительная их коррозионная стойкость. В молочных хромовых покрытиях с увеличением толщины осадка количество пор уменьшается, но снижается их износостойкость.

В практике восстановления изношенных деталей горных машин преимущественно используется блестящее хромирование, как наиболее износостойкое, однако при одновременной защите деталей от износа и коррозии целесообразно применять комбинированное хромирование, состоящее в нанесении вначале беспористого молочного хрома, а затем блестящего хромового покрытия.

При малых износах целесообразно восстанавливать детали осталиванием вместо хромирования. Стоимость восстановления деталей осталиванием ниже, чем хромированием благодаря более высокой производительности процесса и использованию менее дорогостоящих материалов.

Возможность нанесения толстых железных покрытий, вплоть до 3 мм, делает его предпочтительным и перед способом виброконтактной наплавки. Наиболее производительным процессом является осталивание в хлористых электролитах, в которых скорость осаждения составляет 0,25—0,3 мм/ч на стору.

Весьма перспективным направлением при восстановлении изношенных и упрочнении новых деталей является применение электролитических сплавов, благодаря тому, что путем изменения концентрации легирующих компонентов в электролите и режимов электролиза, можно сообщать покрытиям различные свойства: износостойкость, пластичность, твердость, коррозионную стойкость и др.

При восстановлении деталей гидрооборудования в качестве защитного покрытия целесообразно применять блестящее цинкование из кислых электролитов с добавлением полиакриламида, как блескообразователя. Осадки блестящего цинка обладают повышенной твердостью и коррозионной стойкостью.

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Организация ремонта

Широкое внедрение гидравлических устройств в современных горных машинах и комплексах поставило перед ремонтными предприятиями более сложные задачи, связанные с организацией специализированных участков ремонта гидрооборудования. Ремонт гидравлических подающих частей (ГПЧ) был освоен еще в 1959 г. Антрацитовским рудоремонтным заводом.

Однако технический уровень ремонта и объемы восстанавливаемых деталей гидрооборудования на многих заводах еще недостаточны, поэтому расходуется еще значительное количество запасных частей.

Качество ремонта гидрооборудования во многом зависит от правильной его организации. Ремонт гидроузлов обязательно должен производиться в обособленном помещении цеха, с хорошим освещением и постоянной температурой.

Участок должен быть оборудован грузоподъемными средствами, оснащен необходимым слесарным и мерительным инструментом, приспособлениями для разборки и сборки узлов, притирки и доводки деталей, испытательными стендами.

За участком должно быть закреплено необходимое количество металлообрабатывающего оборудования (токарные, шлифовальные, сверлильные, хонинговальные и другие станки).

Участок должен быть оборудован слесарными верстаками, стеллажами для размещения гидроузлов и клеточными стеллажами для хранения деталей различных размеров.

Гидроузлы на участке должны поступать тщательно промытыми. Разборку узлов и промывку деталей на участке следует производить в специально отведенном месте, не загрязняя весь участок.

Эффективным является бригадный метод ремонта, при котором выполняемые работы распределяются между членами бригады в зависимости от их квалификации.

Персонал участка должен хорошо знать технологию ремонта, допустимые отклонения размеров, чистоты обработки, предусмотренные ремонтной документацией, методику стендовых испытаний отдельных узлов и гидрооборудования в целом.

§ 2. Восстановление деталей и узлов, изготовление ремонтных деталей гидромеханизированных крепей

Техническое состояние деталей, поступающего в ремонт гидрооборудования во многом зависит от подготовки его к ремонту шахтами и условий хранения до начала ремонта на ремонтном предприятии. Наиболее важное значение это имеет для гидромеханизированных крепей, в гидросистеме которых при длительном хранении на шахтах и ремонтных предприятиях образуется значительная коррозия, а при замерзании эмульсии в зимнее время происходят неисправимые деформации цилиндров стоек и домкратов. Поэтому необходимым условием сохранения технического состояния деталей гидрооборудования является обязательное выполнение работ по подготовке его к ремонту.

Они состоят в том, что из полостей гидросистемы должна быть слита рабочая жидкость (эмульсия), а затем произведена консервация полостей маслом с присадкой ингибиторов коррозии. В качестве ингибитора коррозии используется присадка АКОР-1 или КП-2.

На ремонтном предприятии гидроузлы перед разборкой должны быть очищены и промыты. Детали, поступающие на восстановление, должны укладываться на стеллажи для предохранения от механических повреждений.

Особенностью ремонта гидрооборудования является обеспечение достаточной герметичности каждого узла в условиях длительной эксплуатации. Это достигается путем выполнения технических требований ремонтной документации и обязательного стендового испытания отремонтированных узлов на герметичность и функциональную работоспособность.

Детали гидровинтовых стоек (рис. 20) после тщательной промывки должны дефектироваться на участке с хорошим освещением. Нормативными документами при дефектировке являются технические требования на дефектацию и ремонт, определяющие виды и величины износов и других повреждений, допустимых без ремонта, рекомендуемые способы восстановления, а также признаки окончательного брака.

Степень повреждения цилиндра (рис. 21) должна определяться в первую очередь внешним осмотром, которым устанавливается наличие неисправимых деформаций (раздутый цилиндр), глубокой коррозией на зеркале цилиндра в виде отдельных коррозионных очагов или сыпи.

При наличии налетов коррозии на зеркале цилиндр полируют до требуемой чистоты, при обнаружении трещин в местах сварки сварочные швы разделяют и заваривают электродом Э50А, а цилиндр проверяют на герметичность.

При сплющивании или разрыве переливной трубы ее заменяют новой, а качество сварки проверяют гидронспытанием цилиндра.

Отклонения отверстия $\varnothing 160A_3$ без восстановления допускаются до $\varnothing 160,25$ мм при условии общего радиального зазора

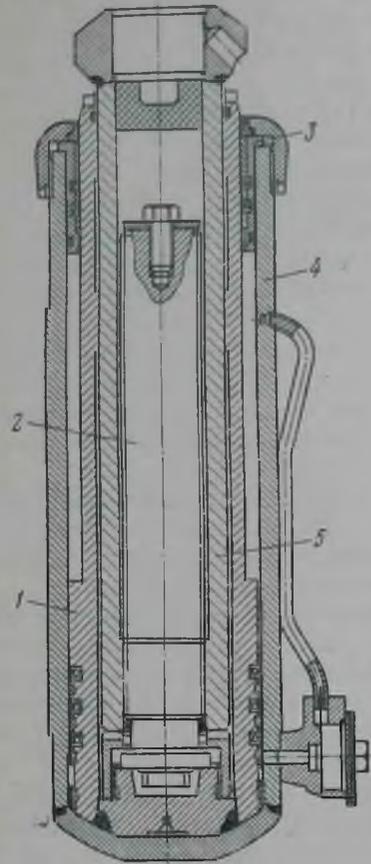


Рис. 20. Гидровинтовая стойка гидромеханизированной крепи М87Э:

1 — плунжер; 2 — винт; 3 — втулка; 4 — цилиндр; 5 — гайка

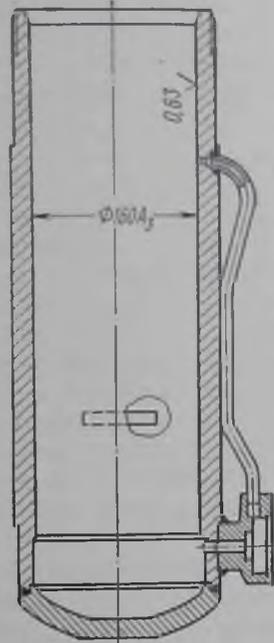


Рис. 21. Цилиндр гидровинтовой стойки

в сборе с плунжером 1 (см. рис. 20) не более 0,35 мм. Максимальное использование числа цилиндров достигается индивидуальным подбором к каждому цилиндру плунжера с зазорами между ними, лежащими в верхних допустимых пределах. На зеркале цилиндра допускаются отдельные продольные риски глубиной не более 0,05 мм.

При глубине продольных рисок более 0,05 мм при отклонениях отверстия $\varnothing 160A_3$ более $\varnothing 160,25$ мм отверстие шлифу-

ется в размер $\varnothing 160,5A_3$ или $\varnothing 161A_3$ мм с перелкой плунжера в размер $\varnothing 160,5X_3$ или $\varnothing 161X_3$ мм и перелкой втулки 3 (см. рис. 20) в размер $\varnothing 150,5C_3$ или $\varnothing 161C_3$ мм.

Для этого поверхность $\varnothing 160C_3$ мм наращивается амбродуговой наплавкой или осталиванием и обрабатывается в необходимый размер. Соответственно увеличивается канавка под уплотнительное кольцо на 0,5 или 1 мм. Остальные размеры, допуски и технические требования выдерживают согласно чертежу втулки.

Если износ отверстия $\varnothing 160A_3$ мм более 1 мм и глубина рисок или задилов больше 0,5 мм, цилиндр бракуется.

При наличии на стенках цилиндра вмятин, препятствующих свободному продвижению плунжера, их «местно» выводит шлифовкой.

Износ поршневой части плунжера $\varnothing 160X_3$ мм (рис. 22) без восстановления допускается до $\varnothing 159,75$ мм с глубиной продольных рисок или задилов не более 0,5 мм, при условии общего радиального зазора в сборе с цилиндром 4 (см. рис. 20) не более 0,35 мм. При большем износе латунные опорные кольца, изготовленные из специального профиля, вырезают обтачиванием, закатывают новые, сваривают стык и обрабатывают их поверхность до $\varnothing 160X_3$ мм, если цилиндр стойки не шлифуется, и до $\varnothing 160,5X_3$ мм, или $\varnothing 161X_3$ мм, если цилиндр шлифуется в ремонтный размер. Изношенные опорные кольца могут восстанавливаться наплавкой латунию с последующей механической обработкой до необходимого размера.

Криволинейность и овальность штоковой части плунжера допускается в пределах, обеспечивающих ее свободное перемещение в собранной стойке при контрольной сборке без уплотнений.

Если криволинейность и овальность больше допустимой, плунжер рихтуется на прессе. После рихтовки криволинейность плунжера не должна превышать 0,2 мм как для первого, так и для второго типоразмеров.

Для рихтовки плунжера изготавливают три призмы, две из которых с радиусом $R=70 \pm 0,02$ (рис. 23, а) из одного квадрата. При этом ширина разбега a должна быть 10 мм. Чтобы не повредить поверхность $\varnothing 140X_3$ мм при рихтовке, призмы

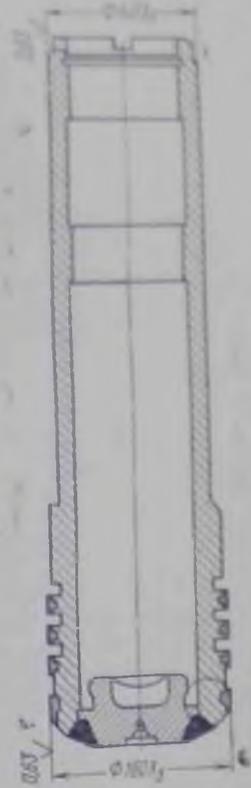


Рис. 22. Плунжер гидровинтовой стойки

должны быть биметаллизованы бронзой БрОЦС5-5. Третья призма (рис. 23, б) изготавливается для поверхности $\varnothing 158$ мм с радиусом $R=79^{+0,1}$.

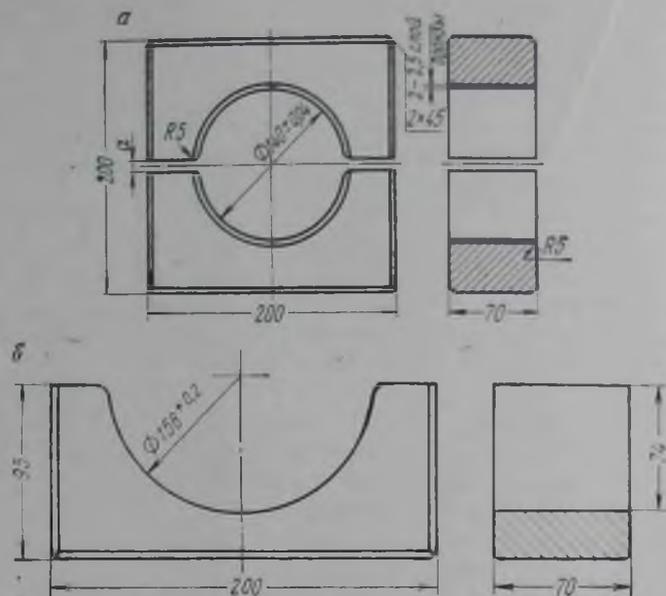


Рис. 23. Призма для рихтовки плунжера гидровинтовой стойки:
а — с радиусом $R=70 \pm 0,02$; б — с радиусом $R=79^{+0,1}$

Рихтовку плунжеров (рис. 24) производят с минимальной скоростью подачи пресса.

Имеющийся прогиб плунжера может быть устранен, если при рихтовке он прогибается на величину большую, чем дефор-

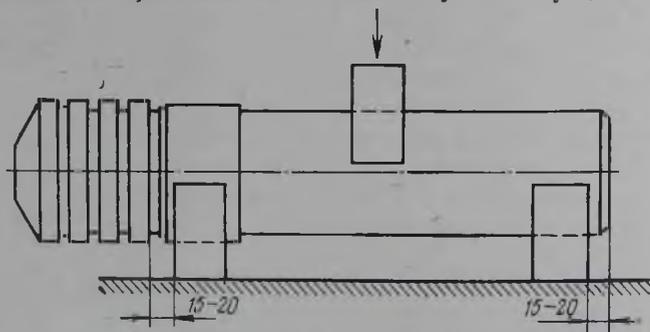


Рис. 24. Схема рихтовки плунжера

мирован, т. е. необходимо производить так называемый «обратный прогиб».

Опыт рихтовки плунжеров и штоков показал, что величина обратного прогиба при правке плунжеров и штоков, закаленных

ТВЧ, примерно равна половине величины устраняемого прогиба, однако в каждом отдельном случае это соотношение необходимо уточнять опытным путем.

Если после рихтовки овальность поверхности $\varnothing 140X_3$ мм более 0,15 мм, ее устраняют на прессе специальными призмами (рис. 25), установленными в месте максимальной овальности. При этом ширина разъема а должна быть 75—80 мм.

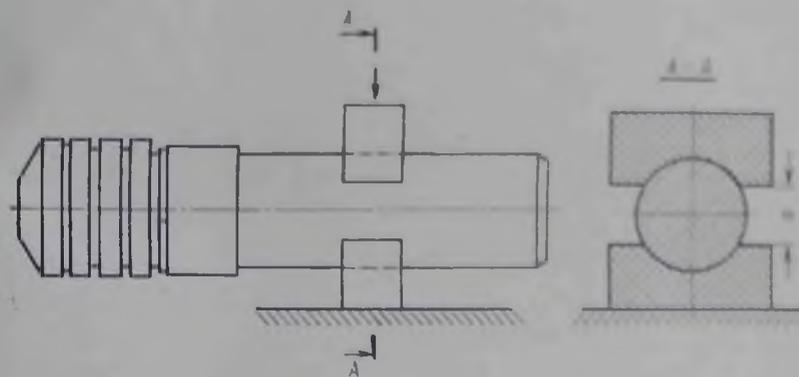


Рис. 25. Устранение овальности плунжера на прессе при помощи призм

Если хромированная поверхность $\varnothing 140X_3$ мм повреждена коррозией или задирами глубиной более 0,05 мм, плунжеры необходимо восстанавливать.

Разработанные и используемые в ремонтной практике способы восстановления плунжеров можно разделить на ремонтные и восстановительные. Ремонтные способы предусматривают переход на ремонтный размер штоковой части плунжера и отверстия втулки, восстановительные способы обеспечивают получение размеров плунжера согласно рабочим чертежам.

При ремонтном способе штоковая часть плунжера шлифуется в размер $\varnothing 139,5X_3$ или $139X_3$ мм хромируется, а втулка изготавливается новой с ремонтным размером отверстия $\varnothing 139,5A_3$ или $\varnothing 139 A_3$ мм. Указанным способом производится ремонт плунжеров крепи МК-97 Горловским рудоремонтным заводом. При небольшом износе отверстия может быть использована и старая втулка путем наплавки отверстия латунью и расточки до необходимого размера. Однако при этом следует учитывать, что из-за небольшой толщины стенки втулки при наплавке отверстия могут возникнуть значительные деформации посадочной поверхности $\varnothing 160C_3$ мм. Способ восстановления втулок наплавкой как разновидность биметаллизации поверхностей рекомендуется применять при диаметрах отверстий от 40 до 120 мм и толщине стенки втулки не менее 15 мм.

Восстановительные способы предусматривают наращивание слоя металла на штоковой части плунжеров, обеспечивающие получение чертежного размера после механической обработки.

Плунжеры могут быть восстановлены гальваническим путем (осталивание, нанесение электролитического сплава) или наплавкой.

Восстановление осталиванием [23], разработанного и примененного Рутченковским рудоремонтным заводом, состоит в следующем.

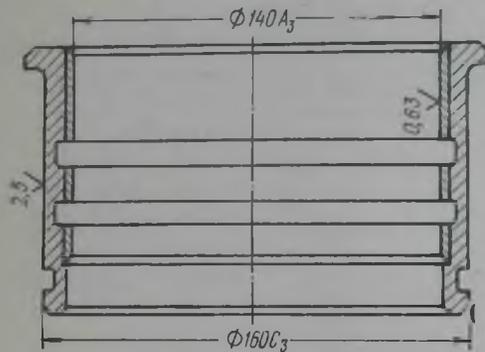


Рис. 26. Втулка гидровинтовой стойки

При коррозионных повреждениях плунжеров на значительную глубину (более 0,8 мм) целесообразно вместо осталивания производить автоматическую наплавку под слоем флюса с использованием токарного станка и сварочного автомата А-580. После обработки наплавленного слоя также необходимо наносить защитное хромовое покрытие.

Нововольским рудоремонтным заводом апробирован способ восстановления плунжеров автоматической наплавкой проволокой из нержавеющей стали, когда после механической обработки хромовое покрытие не наносится. Эффективность этого способа тем выше, чем больше толщина наплавленного слоя. Это объясняется тем, что с увеличением толщины наплавленного слоя снижается вредное влияние основного металла плунжера, расплавляющегося в зоне горения дуги, на коррозионную стойкость поверхностного слоя. Оба способа восстановления наплавкой применены на Рутченковском рудоремонтном заводе и других рудоремонтных заводах.

Во втулке (рис. 26) износ отверстия $\Phi 140A_3$ мм допускается до $\Phi 140,15$ мм. При большем износе отверстия восстанавливается наплавкой латуню.

В гайке 5 (см. рис. 20) допускается криволинейность поверхности $\Phi 108Ш_4$ мм не более 1,5 мм, не препятствующая свободному перемещению ее в плунжере. При большем изгибе гайку

рихтуют под прессом. После рихтовки допускается криволинейность до 0,6 мм.

В винте 2 (см. рис. 20) допускаются те же значения криволинейности и аналогичный способ исправления.

Аналогично рассмотренным способам восстановления деталей гидровинтовых стоек производится и ремонт гидродомкратов крепл.

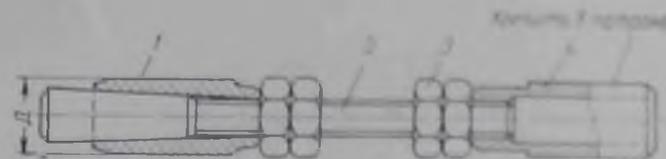


Рис. 27. Притир для доводки отверстий

Более высокие требования предъявляются при ремонте гидроблоков (блоки управления, клапанные блоки пульта управления) из-за высокой точности и чистоты взаимосоприкасаемых поверхностей. Наиболее трудоемкой и ответственной технологической операцией при изготовлении и ремонте гидроблоков является притирка.

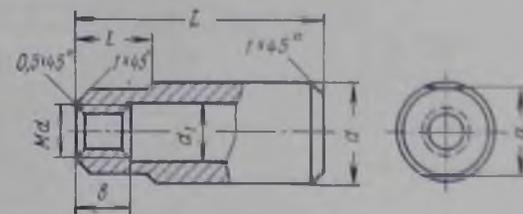


Рис. 28. Переходник притира

При значительных износах притирке предшествует шлифование с припуском 0,03—0,02 мм.

Для притирки деталей гидроблоков применяются абразивные порошки различной зернистости, паста ГОИ, порошки и пасты из синтетических алмазов АС5, АС4, АС6 по ГОСТ 9206—70 и пасты АИ28-АП-14. При доводке гильз и золотников широкое применение имеют чугунные притиры, твердость которых рекомендуется в пределах 150—500 НВ [4].

Притир для доводки отверстий (рис. 27) состоит из переходника 4, разжимной втулки 1, разжимного конуса 2 и гаек 3.

Переходник изготавливается из стали 45 с объемной закалкой HRC 40... 45 (рис. 28). Разжимная втулка (рис. 29) изготавливается из чугуна СЧ18—36 или из стали А-12. Ст. 3, а разжимной конус — из стали 45 и улучшается до твердости НВ 240... 285 (рис. 30).

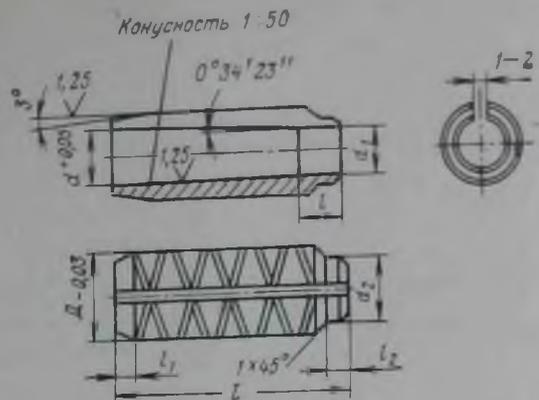


Рис. 29. Втулка разжимная



Рис. 30. Конус притира

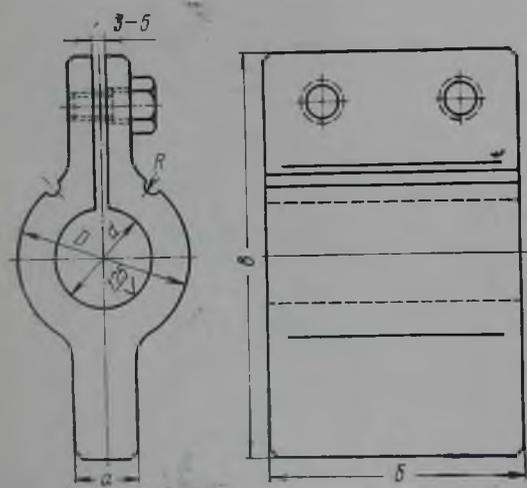


Рис. 31. Притир для доводки золотников и клапанов

Размеры деталей притиров для отверстий \varnothing 16, 25, 40 мм приведены в табл. 49.

Притиры для доводки золотников и клапанов (рис. 31) изготавливаются из чугуна СЧ18—36. В табл. 50 приведены размеры притиров для диаметров \varnothing 16, 25 и 40 мм.

Таблица 49

Диаметр притирки, мм	Наименование детали						
	Перекалишка						
	L, мм	d ₁ , мм	l, мм	d ₂ , мм	h, мм	r, мм	M
16	50	15	10	20	12	17	M10
25	60	15	15	25	15	19	M12
40	80	20	20	30	18	22	M16

Продолжение табл. 49

Диаметр притирки, мм	Наименование детали						
	Втулка разжимная						
	L, мм	l ₂ , мм	l ₁ , мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	d ^{+0,03} _{мм}	D _h ^{+0,03} _{мм}
16	45	8	2	4	12	11,28	14
25	65	8	3	5	18	17,97	20
40	80	8	4	7	35	31,12	35

Продолжение табл. 49

Диаметр притирки, мм	Наименование детали			
	Конус разжимной			
	L, мм	l, мм	d ^{-0,05} _{мм}	M
16	120	50	16,1	M10
25	180	70	25,1	M12
40	300	85	40,1	M16

При окончательной доводке деталей высокой точности целесообразно применять притиры из сталей 10, 20 и Ст. 3. По сравнению с чугунными стальные притиры хотя и дают более низкую производительность процесса, но зато меньше изнашиваются, в результате чего значительно повышается точность обработки [9].

При ручной доводке цилиндрических поверхностей деталь закрепляется неподвижно, а притиром, смазанным тонким слоем пасты, совершают возвратно-поступательные перемещения с одновременным поворотом.

Таблица 50

d , мм	R , мм	D , мм	a , мм	b , мм	e , мм
$\varnothing 16A_3$	2,5	28	12	35	40
$\varnothing 25A_3$	3,5	41	16	60	110
$\varnothing 40A_3$	4,5	60	20	100	150

При взаимной приработке или доводке конических поверхностей, например конических клапанов, одна из деталей закрепляется неподвижно, а вторую деталь или притир попеременно вращают в обе стороны с периодическим отводом в широкую часть конуса. Угол поворота за один двойной ход должен составлять $10-20^\circ$, причем углы поворота в разные стороны должны быть различны, что повышает точность доводки [9].

Притирка плоских поверхностей производится на неподвижных чугунных плитах, путем кругового перемещения детали, смазанной тонким слоем пасты. Усилие прижатия должно передаваться на всю поверхность детали для получения ее равномерного износа. Периодически с поверхности плиты должны удаляться абразивы протиркой мягкой ветошью.

Для повышения производительности доводочных работ используются токарные и сверлильные станки.

При обработке цилиндрических поверхностей деталь закрепляется в патроне станка, а притиру сообщается равномерное возвратно-поступательное движение вручную.

При использовании сверлильного станка притир или деталь должны крепиться к шпинделю шарнирно.

В настоящее время широкое применение нашли хонинговальные станки и высокопроизводительные специальные доводочные приспособления, в основу конструкций которых положены изложенные выше принципы взаимного перемещения детали и инструмента.

§ 3. Ремонт индивидуальных гидравлических стоек

Ремонт индивидуальных гидравлических стоек типа ГСТ (рис. 32) в основном сводится к ремонту и восстановлению цилиндра 2, штока 3, предохранительного клапана 4, поршня 1.

Основными дефектами при ремонте цилиндра (рис. 33) является коррозия, вмятины на зеркале цилиндра, повреждения

канатом или цепью наружной поверхности, кратчайшего цилиндра. Отклонение размеров отверстия $\varnothing 92A_4$ мм допускается до $\varnothing 92A_5$ мм. При наличии коррозии и мелких рисок на зеркале цилиндра последние выводятся хонингованием или расточкой в размер $\varnothing 92A_5$ мм.

Если глубина рисок, коррозии, а также увеличение внутреннего диаметра цилиндра превышает допустимый размер ($\varnothing 92A_5$ мм), отверстие цилиндра может быть восстановлено осталиванием с последующей обработкой по чертежу или обжатием наружного диаметра цилиндра, под прессом, до 2 мм с последующей расточкой отверстия цилиндра в размер чертежа ($\varnothing 92A_4$ мм). При этом поверхность $\varnothing 107X_3$ мм можно восстановить наплавкой с последующей обработкой по чертежу.

При наличии поврежденной наружного диаметра цилиндра канатом или цепью глубиной до 3 мм последние восстанавливаются наплавкой. При поврежденных глубиной более 3 мм цилиндры бракуются. Трубы забракованных цилиндров обычно используются для изготовления насадок под деревянные или металлические верхняки.

При наличии трещин по сварочному шву дна цилиндра, дно срезается и приваривается заново.

При отслоении или повреждении днищового покрытия, производится травление наружного диаметра с последующим нанесением нового покрытия.

При износе поверхности $\varnothing 107X_3$ мм более $\varnothing 107X_5$ мм, она восстанавливается вибродуговой наплавкой или осталиванием с последующей механической обработкой по чертежу.

Основными дефектами при ремонте штока (рис. 34) является коррозия, задиры, вмятины и изгиб трубы 2, деформация

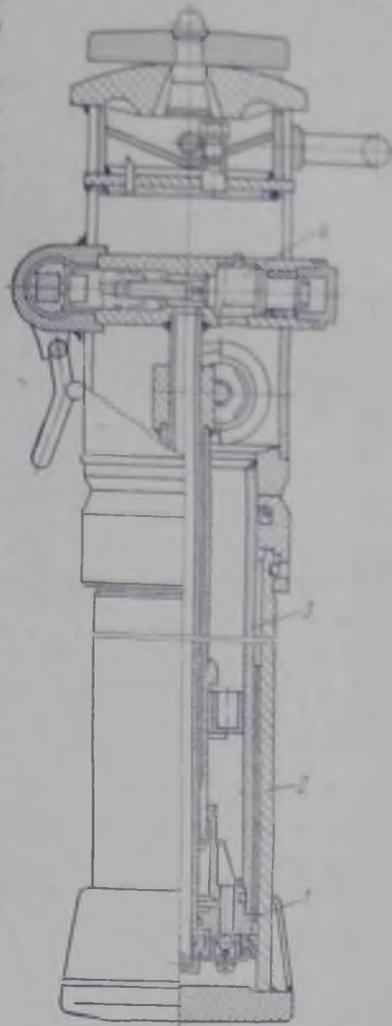


Рис. 32. Индивидуальная гидравлическая стойка

и излом головки штока 1, отрыв трубы 3 по сварке и срыв резьбы СПМ19×1,5.

Наиболее допустимый изгиб трубы 2, определяется свободным продвижением штока в собранной стойке. При величине изгиба, препятствующего свободному продвижению штока, последний рихтуется. Рихтовку необходимо производить при помощи специальных призм (аналогично рихтовке плунжеров гидромеханизированной крепи М87Д).

При наличии коррозии, вмятин, продольных рисок на поверхности $\varnothing 86_{-0.05}$ мм труба восстанавливается осталиванием с последующей механической обработкой и цинкованием. На большинстве штоков головка выходит из строя из-за смятия и изломов.

При ремонте штоков срезают головку и приваривают новую.

При срыве резьбы СПМ19×1,5 производится наплавка с последующей нарезкой резьбы.

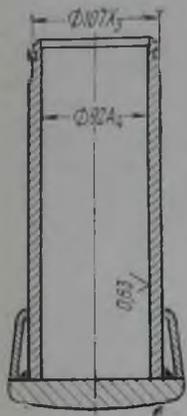


Рис. 33. Цилиндр индивидуальной гидростойки

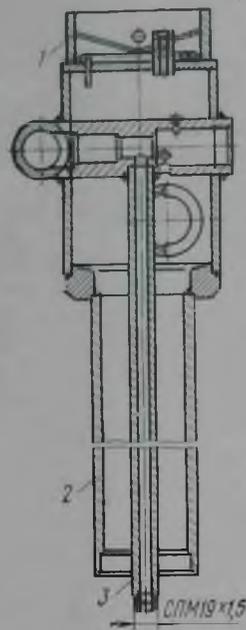


Рис. 34. Шток индивидуальной гидростойки

В случае отрыва трубы в месте сварочного шва шток бракуется, а годные детали забракованных штоков используются для ремонта других стоек.

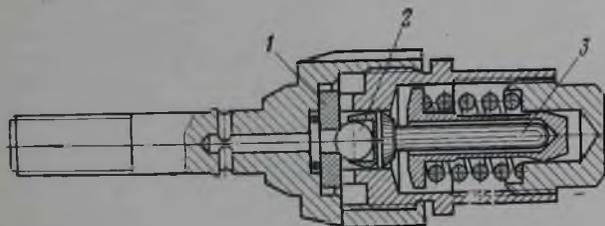


Рис. 35. Предохранительный клапан индивидуальной гидростойки

Основными дефектами при ремонте предохранительного клапана (рис. 35) является износ рабочей кромки седла клапана 1 и изгиб упора 3. При изгибе упора больше 0,5 мм последний бракуется и заменяется новым.

При потере герметичности седла клапана 1 с шарниром 2, торец седла шлифуют до полного вывода следов проработки, от шарика, до чистоты $R_a 0,63$ и острую кромку обжимают шариком согласно техническим требованиям чертежа.

При наличии сколов и выбоин в отверстии более 0,5 мм седло клапана бракуется.

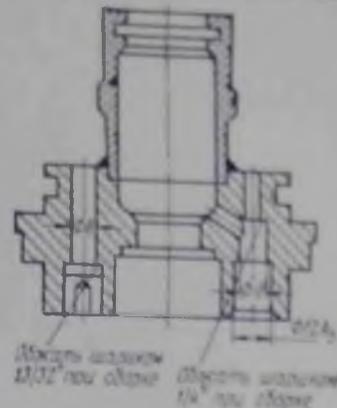


Рис. 36. Поршень индивидуальной гидростойки

В поршне стойки (рис. 36) изнашиваются гнезда под шарики в виде выбоин и коррозии. При ремонте шиковкой зачищают торцы прилегания шарика до полного вывода дефектов и острые кромки обжимают шариком.

Ремонт остальных деталей гидравлических стоек сводится в основном к зачистке коррозии, задиров, вмятин и других небольших дефектов.

§ 4. Ремонт гидродвигателей и гидронасосов гидравлических подающих частей выемочных комбайнов

Ремонт гидродвигателей (рис. 37) в основном сводится к восстановлению ротора 1, траверсы 5, втулки 3, плунжера 4, кольца 6 и диска 2.

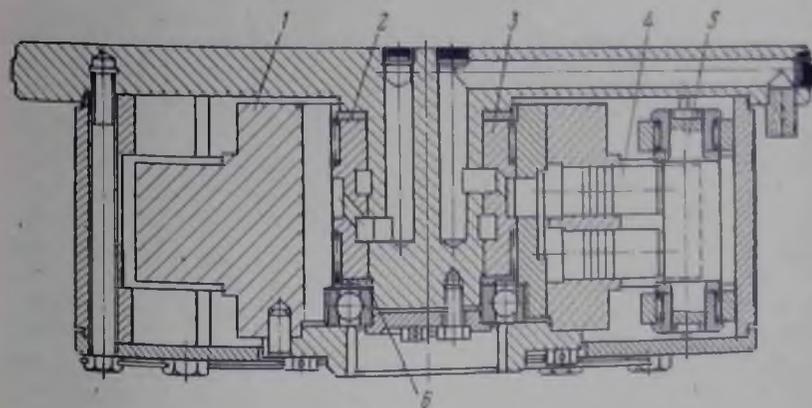


Рис. 37. Гидродвигатель ДП508

Ротор в сборе (рис. 38) состоит из ротора 1 и запрессованной в него втулки 2. Основными дефектами при ремонте ротора является износ в виде продольных рисок, овальности и конусности отверстий $\varnothing 30^{+0,2}$ мм (под плунжеры), износ и задиры на боковых поверхностях паза $\varnothing 32^{+0,05}$ мм (под цапфы). Во втулке 2 при износе отверстия $\varnothing 110A_3$ образуется овальность, конусность и задиры.

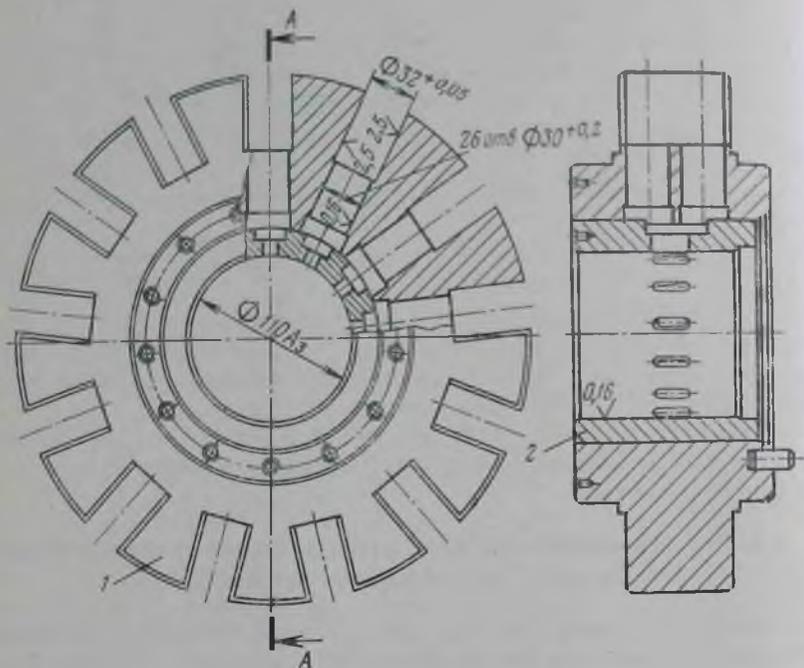


Рис. 38. Ротор гидродвигателя

Допускается износ отверстий $\varnothing 30^{+0,2}$ мм, если диаметральный зазор в сопряжении с плунжером не превышает 0,04 мм. При большем зазоре отверстие притирается притиром (см. рис. 27) до полного вывода следов износа. Чистота поверхности при этом должна быть не ниже $R_a 0,16$, конусность и овальность — не более 0,005 мм. После притирки все отверстия должны быть занумерованы, а в специальном журнале должен быть записан действительный размер каждого отверстия. Для каждого отверстия изготавливается новый плунжер с общим диаметральный зазором от 0,015 до 0,03 мм. Шлифование плунжеров по $\varnothing 30$ мм обычно производится на бесцентровом шлифовальном станке. Часть плунжеров из других роторов может быть использована, если размеры позволяют произвести шлифовку до полного вывода следов износа и притирку по

отверстиям. При наличии на поверхности $\varnothing 30^{+0,2}$ мм продольных рисок глубиной более 0,03 мм, отверстие разворачивается разверткой, а затем притирается. При наличии рисок и задиры глубиной более 0,25 мм ротор бракуется.

Износ паза $\varnothing 32^{+0,05}$ мм допускается до 32,2 мм с местными задирами глубиной до 0,25 мм на площади до 10% от общей площади плоскости паза. При износе больше 32,2 мм пазы обтачиваются в ремонтный размер $\varnothing 32,5^{+0,05}$ мм с изготовлением траверсы с размерами $\varnothing 32,5 \times 32,5$ мм с изготовлением больше 32,5 мм — ротор бракуется.

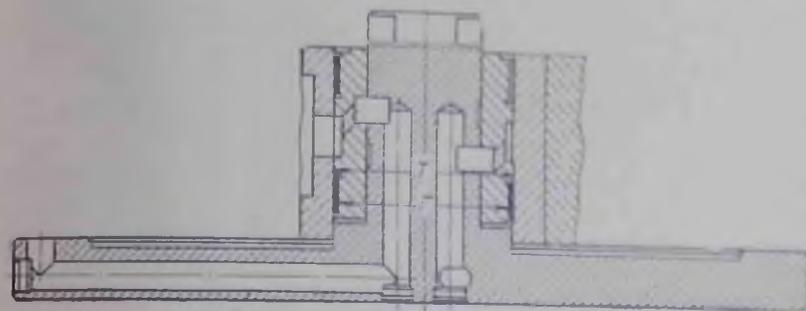


Рис. 39. Крышка верхняя в сборе гидродвигателя

Допускается износ отверстия $\varnothing 110A_3$ (см. рис. 38), если общий диаметральный зазор с втулкой не превышает 0,07 мм. При значительном износе, наличии рисок, задиры, отверстие притирается до полного вывода следов износа. Чистота поверхности должна быть не ниже $R_a 0,16$, конусность и овальность не более 0,005 мм. По притертому отверстию изготавливается новая втулка или используется старая с другого ротора, если ее диаметр позволяет произвести притирку по отверстию. В этом узле (рис. 39) общий зазор по диаметру T должен быть 0,04—0,05 мм, а по диаметру Γ — 0,01—0,02 мм. Это допускается за счет соответствующего подбора игл. При наличии задиры и рисок в отверстии $\varnothing 110A_3$ мм глубиной более 0,1 мм втулка выпрессовывается из ротора и запрессовывается новая.

Траверса (рис. 40) изнашивается по боковым поверхностям $32X_3$ мм. Износ без восстановления допускается до $32X_4$ мм. При большем износе траверса восстанавливается хромированием или оставлением с последующим шлифованием до чертежного размера.

Втулка (рис. 41) изнашивается по поверхностям B и B . Допускается износ поверхности B , если общий зазор по диаметру T (см. рис. 39) не превышает 0,07 мм, а износ поверхности B допускается при общем зазоре по диаметру Γ не более 0,04 мм. Поверхность B может быть восстановлена с по-

следующей шлифовкой. При этом общий зазор по диаметру Γ должен быть 0,01—0,02 мм.

На поверхности плунжера $\varnothing 30$ мм (рис. 42) наблюдается износ в виде продольных рисок. Допускается повторное исполь-

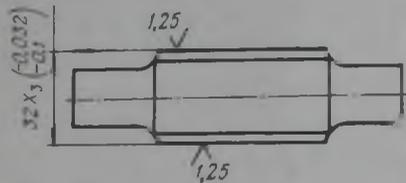


Рис. 40. Траверса гидродвигателя

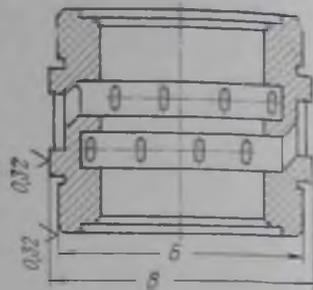


Рис. 41. Втулка гидродвигателя

зование плунжеров без восстановления, имеющих равномерный износ без рисок и задиров, если общий зазор в сопряжении с отверстием ротора (см. рис. 38) будет не более 0,04 мм. Если глубина рисок и задиров не позволяет восстановить плунжер и притереть по отверстию, он бракуется.



Рис. 42. Плунжер гидродвигателя

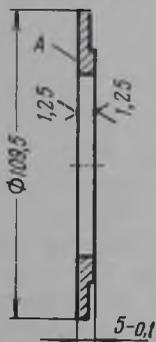


Рис. 43. Кольцо гидродвигателя

На торце A кольца (рис. 43) наблюдается износ от игл в виде канавки. Повторное использование колец допускается при глубине канавки до 0,2 мм. При большей глубине торец шлифуется до полного вывода следов износа. Утонение кольца при шлифовании допускается до 0,5 мм.

Аналогичные требования предъявляются к диску (см. рис. 37).

Ремонт гидронасоса (рис. 44) сводится к восстановлению ротора в сборе 3, плунжера 5, оси 1, предохранительного клапана 4, всасывающего клапана 2 и одноплунжерного насоса (рис. 45). Ротор в сборе (рис. 46) состоит из ротора 2 и запрессованной в него втулки 1.

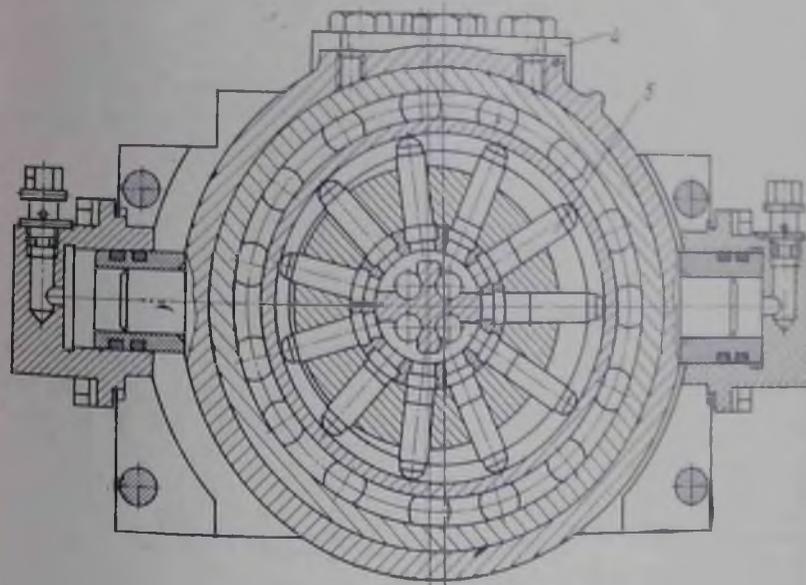
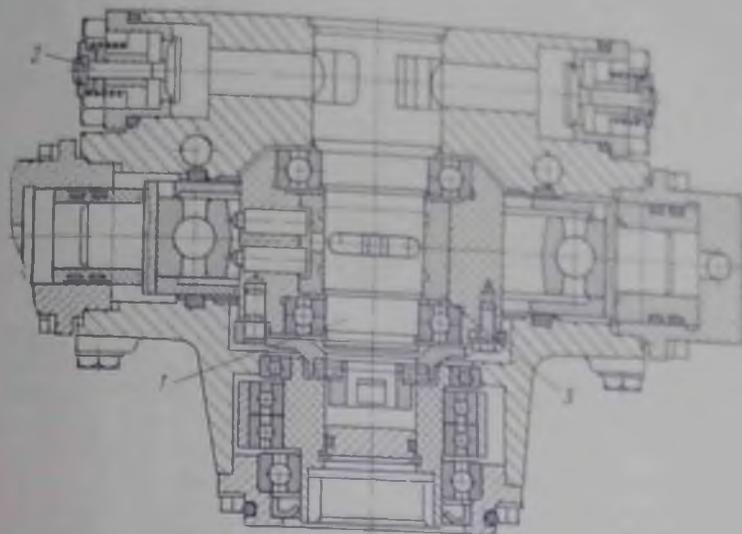


Рис. 44. Гидронасос НП-101

Основными повреждениями ротора 1 являются износ отверстий $\varnothing 16^{+0,2}$ мм (под плунжеры) в виде продольных рисок, конусности и овальности. Во втулке 2 значительно изнашивается отверстие $\varnothing 58A_3$ мм. Износ отверстий $\varnothing 16^{+0,2}$ мм допу-

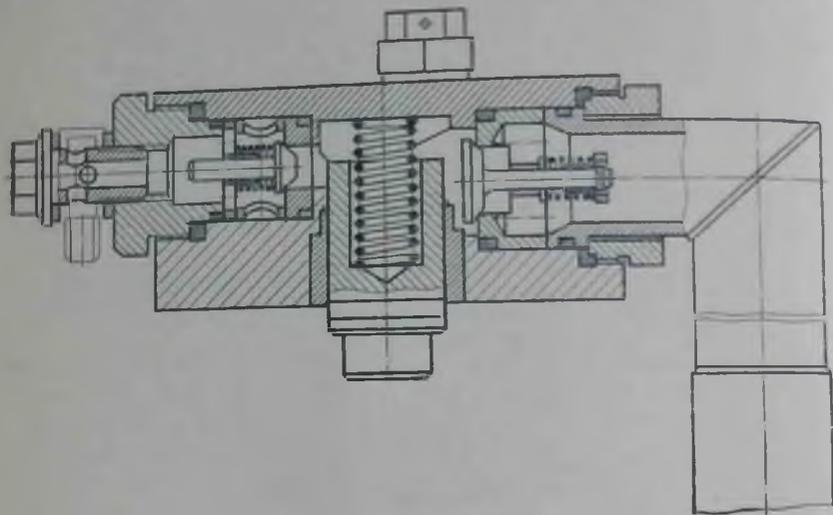


Рис. 45. Одноплунжерный насос

скается при общем диаметральном зазоре с плунжером не более 0,045 мм, а отверстий $\varnothing 58A_2$ мм во втулке при общем зазоре с осью (рис. 47) не более 0,09 мм. При большем износе втулка выпрессовывается и запрессовывается новая.

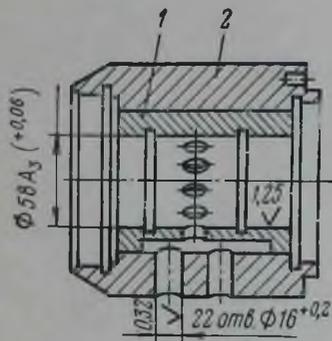


Рис. 46. Ротор гидронасоса в сборе

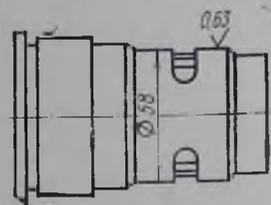


Рис. 47. Ось гидронасоса

Технология восстановления отверстий в деталях ротора гидронасоса и изготовления и притирки плунжеров аналогична ранее рассмотренной при ремонте гидродвигателей.

В оси при износе поверхности $\varnothing 58$ мм образуются кольцевые риски и задиры, конусность и овальность. Износ поверхности $\varnothing 58$ мм без восстановления допускается, если нет глубоких задиры и общий зазор с втулкой ротора не превышает 0,09 мм. При значительном износе производится шлифование до полного вывода следов износа. Чистота поверхности при этом должна быть не ниже $R_a 0,63$, овальность и конусность — не более 0,005 мм. По восстановленному диаметру оси обрабатывается отверстие втулки. Общий диаметральный зазор при этом не должен превышать 0,06—0,07 мм.

При ремонте предохранительного клапана (рис. 48) восстанавливаются седла клапанов 1, 4, 5, гильза 2, клапан 3. Повреждения герметизирующих поверхностей клапанных пар определяются визуальным осмотром.

Изношенные поверхности А клапана (рис. 49) и седла (рис. 50, а) шлифуются до полного вывода следов износа, коррозионных повреждений и других дефектов с последующей

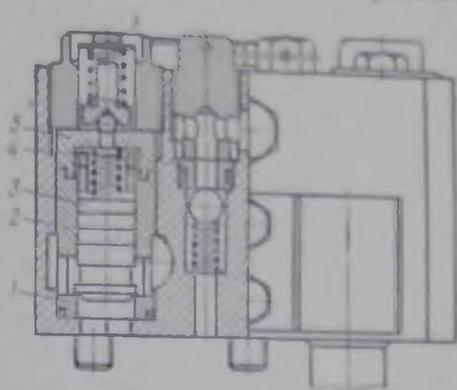


Рис. 48. Предохранительный клапан гидронасоса
1 — 4 — клапан; 2 — седло; 3 — шток

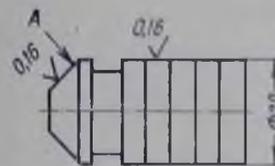


Рис. 49. Клапан предохранительного клапана

совместной притиркой до появления пояска на седле клапана шириной 0,1—0,2 мм. При глубине выработки на поверхностях А более 0,5 мм детали бракуются.

Технология восстановления клапана и гильзы (рис. 48) по $\varnothing 20$ мм аналогична приведенной при ремонте гидродвигателя.

При потере герметичности шариковых клапанных пар 4 и 5, торец А седла клапана шлифуется до полного вывода следов выработки, а острая кромка обжимается шариком $\varnothing 12,303$ мм на глубину 0,2—0,3 мм (рис. 50, б).

Так как клапан симметричен, то при первом капитальном ремонте его можно повернуть на 180° , обжав кромку шариком.

При износе седла клапана (рис. 50, в) протачивается рабочая поверхность под углом 150° до полного вывода следов выработки, затем обжимается шариком $\varnothing 6,35$ мм на глубину до 0,3 мм. Седла клапанов бракуются при наличии выработки рабочей кромки глубиной более 0,5 мм.

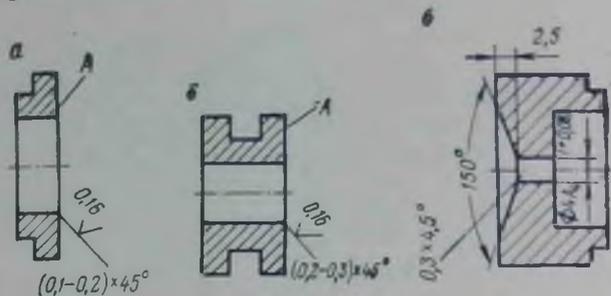


Рис. 50. Седла предохранительных клапанов:
а, б, в

Аналогично производится ремонт одноплунжерного насоса (см. рис. 45) и всасывающего клапана 2 (см. рис. 44).

Восстановление сопрягаемых деталей в гидроблоках и пультах управления комбайнов, гидромеханизированных крепей, насосных станций и других гидроузлов производится по рассмотренному выше принципу. После сборки узлов их герметичность с учетом допустимых утечек за определенное время оценивается стендовыми испытаниями.

СБОРКА ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Сборка узлов и машин

Сборка машин производится на сборочных участках, оборудованных грузоподъемными средствами, слесарными верстаками, оборудованием и приспособлениями для напрессовки деталей, стеллажами для сборки узлов и машин, испытательными стендами. На сборочные участки должен быть подведен сжатый воздух, водопровод, а к сборочным стеллажам — маслопровод централизованной системы заливки масла в машины.

В конце сборочного участка должно размещаться обособленное помещение покрасочного отделения с эффективной системой приточно-вытяжной вентиляции, оборудованием для обезжиривания и сушки деталей после покраски.

Испытательные стенды целесообразно размещать в специально отведенном месте, оборудовав его металлическими плитами с Т-образными пазами для крепления различных по форме и размерам отдельных узлов и собранных машин.

Процессу сборки предшествуют подготовительные работы, состоящие в окончательной зачистке деталей после изготовления или восстановления, промывке от грязи и консервационной смазки, а также пригоночные работы, выполняемые для обеспечения заданного характера сопряжения деталей.

Сборка машин производится в определенной последовательности в зависимости от их конструктивных особенностей.

Собранные узлы должны быть отрегулированы для достижения необходимой точности взаимного расположения деталей, а также произведены замеры заданных величин зазоров или визуальный контроль качества сборки.

Собранные машины должны заправляться маслом, испытываться в соответствии с методикой заводских испытаний, консервироваться и окрашиваться для предохранения от коррозионных повреждений при длительном хранении.

Детали, признанные годными после дефектировки, восстановления или изготовления, должны иметь клеймо ОТК. На деталях ответственного назначения перед сборкой должна контролироваться толщина металлических защитных покрытий. Внутренние полости корпусов редукторов перед сборкой должны окрашиваться и хорошо высушиваться. Посадочные и трущиеся поверхности деталей перед сборкой должны сма-

зываются индустриальным маслом. Подшипники качения перед сборкой должны тщательно очищаться от консервационной смазки, промываться бензином, просушиваться, проверяться на легкость вращения и после монтажа заполняться смазкой.

Посадка подшипников качения на вал осуществляется с предварительным их подогревом в масле до 80—90° С, а при посадке в корпус — с предварительным подогревом корпуса. При отсутствии условий для нагрева подшипники запрессовываются. При этом не допускается передача усилий через тела качения. Во избежание перекоса колец усилие запрессовки должно совпадать с осью подшипника. Не допускаются удары по кольцам и сепараторам.

Запрещается применять компенсирующие прокладки, не предусмотренные чертежами или техническими требованиями ремонтной документации, а также производить наклепывания, подкернивания и применять другие способы поднятия поверхности.

Если по условиям сборки допускаются удары по детали, то необходимо применять медные оправки.

Не допускаются к сборке крепежные детали нестандартных размеров и с повреждениями, не оговоренными ремонтной документацией.

При установке шпилек их посадка в корпусе должна быть плотной, чтобы они не вывинчивались из корпуса вместе с гайкой. Ось шпильки должна быть перпендикулярна к поверхности детали, в которую она ввинчена. Неперпендикулярность не должна превышать 0,5 мм на 100 мм длины шпильки. В резьбе шпилек, установленных неперпендикулярно, возникают при затяжке гаек и эксплуатации машин дополнительные натяжения, являющиеся часто причиной порывов шпилек. Наиболее часто это происходит в местах крепления электродвигателей к режущим и подающим частям комбайнов. Нельзя подгибать шпильки, так как это вызывает деформацию ее у корня и она может лопнуть при затяжке гайки или во время работы машины. При неперпендикулярности шпильки больше установленной нормы в корпусе следует заварить отверстие, заново его просверлить и нарезать резьбу или перейти на резьбу большего размера с применением специальной шпильки. Если шпилька не доворачивается до конца, ее необходимо вывинтить и прорезать резьбовое отверстие метчиком. В случае повреждения двух-трех витков резьбы в резьбовом отверстии необходимо углубить резьбу и установить удлиненную шпильку.

При соединении тяжело нагруженных деталей все болты или шпильки должны затягиваться равномерно. Обычно для этой цели используются ключи с определенной длиной рукоятки, однако для наиболее ответственных резьбовых соединений, затяжка которых должна производиться с заданным моментом,

используются предельные и динамометрические ключи. Применение динамометрических ключей, в основу которых заложено закручивание торсионного элемента, дает возможность контролировать величину крутящего момента по отклонению стрелки индикатора [17].

Перед сборкой резьбовых соединений резьба должна быть смазана.

Для предотвращения от самоотвинчивания в зависимости от условий работы соединения устанавливаются пружинные шайбы, контргайки, корончатые гайки со шплинтами или выполняется контровка головок болтов проволокой, которая должна быть натянута, а концы после скрутки подогнуты.

Надежность горношахтного оборудования во многом зависит от качества сборки уплотнительных узлов. Перед их сборкой уплотнительные детали (манжеты, резиновые кольца) необходимо тщательно осматривать, а в необходимых случаях перед установкой испытывать на герметичность. Проверять необходимо и качество выполнения заходных фасок и радиусов в канавках под круглые кольца, состояние чистоты обработки поверхностей, контактирующих с уплотнениями.

Уплотнения для валов при сборке должны смазываться смазкой 1-13 по ГОСТ 1631—61, а уплотнения для гидравлических устройств — смазкой ЦИАТИМ-221 по ГОСТ 9344—73.

Сжатие уплотнительных резиновых прокладок при отсутствии ограничителей деформации не должно превышать 1/2 ее первоначальной толщины.

Наиболее трудоемкими и ответственными операциями являются сборка узлов зубчатых и червячных передач в их монтаж в корпусах машин. Сборка узлов должна производиться в соответствии с техническими требованиями рабочих чертежей, однако при монтаже узлов в корпусах необходимо контролировать взаимное расположение колес и при необходимости применять отдельные детали с уточненным замыкающим размером. Это связано с применением обезличенного метода ремонта, при котором неизбежны случаи суммирования положительных или отрицательных допусков на изготовление новых деталей в сочетании с допустимыми величинами износа повторно используемых деталей.

Качество монтажа передач определяется величиной пятна контакта по длине и высоте в процентах к соответствующим размерам зуба.

Допустимые значения пятен контакта для цилиндрических, конических и червячных передач даны в ГОСТ 1643—72: 1758—56 и 3675—56.

Ремонтной документацией допускается повторное использование зубчатых колес, деталей червячных передач с допустимой величиной износа, наличием отдельных дефектов, искаженной профилем зубьев при различном сочетании повторно ис-

пользуемых и новых деталей. Это снижает в определенной степени качество зацепления особенно в начальный момент работы передач и величины пятен контактов, нормируемых стандартами, конечно не могут служить критерием оценки качества зацепления передач в редукторах после ремонта. Опыт ремонта горно-шахтного оборудования и наблюдения за его эксплуатацией после ремонта показывают, что пятна контакта в собранных передачах на 10—15% меньше допустимых стандартами, но после непродолжительной эксплуатации в результате приработки под нагрузкой приобретают необходимые размеры.

Это дает основание ремонтным предприятиям принимать допустимые значения пятен контакта в передачах после ремонта на 15% ниже, нормируемых стандартами.

Величина допустимого бокового зазора в передачах после ремонта определяется ремонтными предприятиями расчетным путем с учетом износов, допустимых ремонтной документацией.

Значительная часть трубопроводов гидросистем горношахтного оборудования при сборке подгоняется по каждой машине, поэтому как вновь изготавливаемые, так и повторно применяемые трубы должны изгибаться по радиусу, равному трем наружным диаметрам трубы.

Образующиеся при гибке гофры не должны превышать 3 мм.

Внутренние поверхности, подготовленные к сборке трубопроводов, необходимо очищать от коррозии травлением 10%-ным раствором серной кислоты с последующей нейтрализацией 10%-ным раствором каустической соды, промывкой горячей водой и просушиванием сжатым осушенным воздухом. Протравленные поверхности необходимо предохранять от коррозии индустриальным маслом с присадкой АКОР-1 или КП-2.

§ 2. Сборка рукавов высокого давления с разборными заделками

Широкое применение в горношахтном оборудовании гидравлических устройств вызвало большую потребность в рукавах высокого давления. Существуют различные конструкции заделок концов рукавов, однако наиболее удобной является разборная конструкция, разработанная Гипроуглемашем, обеспечивающая надежность работы при рабочих давлениях и неоднократное повторное использование деталей заделок. Последовательность сборки заделок рукавов типа II по ГОСТ 6286—73 состоит в следующем (рис. 51).

Вначале отрезается (операция I) высоконапорный рукав до заданного размера. Рукава удобно отрезать на специальном

приспособлении (рис. 52), состоящем из двигателя 3 мощностью 2,8 кВт со скоростью вращения 2870 об/мин, от которого клиновым ремнем 2 передается вращение отрезному диску 7 диаметром 200 мм (ГОСТ 2424—67). Отрезной диск и двигатель смонтированы на раме 1, которая может поворачиваться

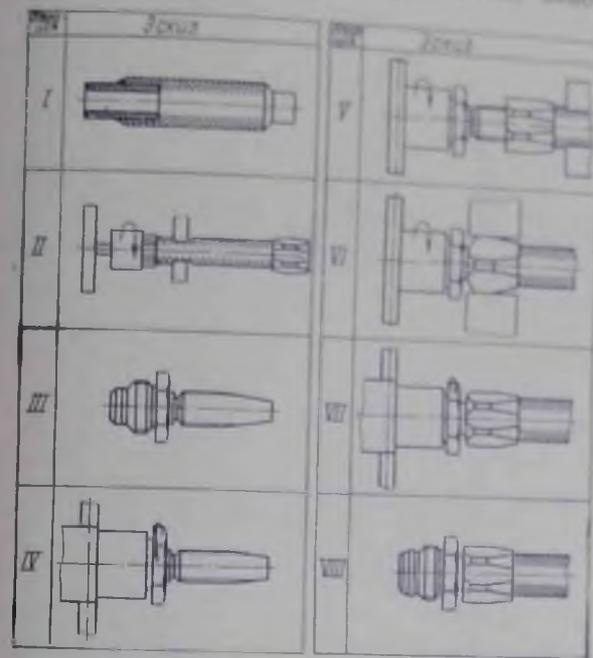


Рис. 51. Последовательность операций сборки рукавов высокого давления

на шарнире 4. Пружина 5 удерживает диск в верхнем положении. Рукав укладывается на призме 6 и равномерным нажатием рукоятки 8 отрезается. После отрезки на обоих концах рукава снимается верхний слой резины до металлической оплетки.

Сборка муфты (операция II, см. рис. 51) производится с помощью воротка. Рукав слегка зажимается в тиски, а вращением воротка против часовой стрелки муфта навинчивается на рукав до упора. Чтобы не допустить расплетения концов оплетки, операцию II следует выполнять сразу после операции I.

Перед установкой ниппеля на него надевают кольцо и гайку (операция III, см. рис. 51). Вороток ниппеля зажимается в тисках и в него ввинчивается ниппель, затем до отказа затягивается гайка (операция IV). После этого внутренняя поверхность рукава и конус ниппеля покрывается смазкой I-13 ГОСТ 1631—61, рукав зажимается в тисках, а ниппель ввинчивается наполовину длины резьбы для его предварительного

обжатия (операция V). Затем зажимается в тисках муфта, а ниппель плавным непрерывным вращением воротка ввинчивается в рукав до конца (операция VI). Для снятия воротка его зажимают в тисках, а поворачивая ключом гайку, отвинчивают рукав (операция VII). После снятия воротка на ниппель устанавливают уплотнительное кольцо (операция VIII).

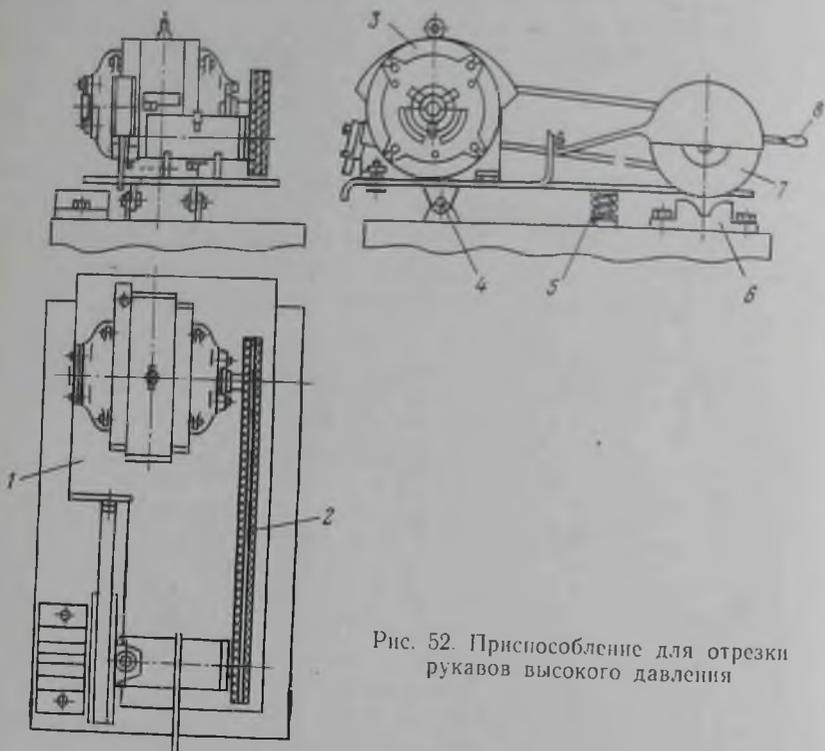


Рис. 52. Приспособление для отрезки рукавов высокого давления

Для повышения производительности труда на каждой операции при серийной и массовой сборке рукавов используются токарные станки.

Рукава с собранными заделками испытываются на прочность и герметичность под испытательным давлением в течение 5 мин. После испытания рукава должны быть продуты сжатым воздухом и закрыты заглушками или пробками.

Глава 8

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕМОНТУ РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Общие сведения

При организации и производстве капитального ремонта забойного оборудования особое внимание должно быть обращено на выполнение технических требований и норм при дефортации, восстановлении, изготовлении деталей, сборке узлов и испытаниях электрооборудования.

Предприятие, оснащенное соответствующим оборудованием, испытательными стендами, приспособлениями, ремонтной документацией, проводящее приемку, ремонт и испытания, получает право на производство ремонта и регистрируется в органах Госгортехнадзора.

Ремонт электрооборудования очистных и проходческих машин производится по нормативам и требованиям ПИВРЭ ОАА. 684. 053—67, «Инструкции по ремонту рудничного взрывобезопасного электрооборудования, применяемого в угольных шахтах» ремонтных документов, разработанных на основании чертежей заводов, изготавливающих это электрооборудование.

В состав электрооборудования забойных машин входят детали и узлы, выполняющие взрывозащитные функции, обеспечивающие невозможность воспламенения окружающей взрывоопасной газовой или пылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей электрооборудования.

Для обеспечения необходимого уровня взрывозащиты в рудничном электрооборудовании ПИВРЭ устанавливают соответствующий вид взрывозащиты (табл. 51).

В зависимости от уровня и вида взрывозащиты, а также назначения ПИВРЭ регламентируют нормы и технические требования на изготовление и ремонт электрооборудования.

Световые приборы независимо от значения номинального напряжения и тока короткого замыкания относятся к виду взрывозащиты IV.

Элементы и аппараты электрооборудования искробезопасной системы, функциональные части которых залиты эпоксидной смолой или другими материалами, ремонту не подлежат и заменяются новыми, изготовленными на заводах-изготовителях.

При определении технического состояния электрооборудования должно быть обращено внимание на взрывозащитную ши-

рину щели, образованную сопряжением деталей, шероховатости поверхностей, длину щели, состояние сварных швов и резьбовых отверстий для крепления крышек, фланцев и других деталей, а также на наличие трещин, сколов, недопустимых изгибов, воздействий высоких температур и т. д.

Таблица 51

Уровень взрывозащиты	Вид взрывозащиты	Назначение электрооборудования	Маркировка оболочек
Взрывобезопасный	Взрывонепроницаемая оболочка	Для подземных выработок при $U_n < \leq 6,5$ В; $I_{к.з} < \leq 100$ А	РВ 1В
То же	То же	Для подземных выработок при $U_n < \leq 127$ В; $I_{к.з} < \leq 450$ А	РВ 2В
»	»	Для подземных выработок при $U_n < \leq 660$ В; $I_{к.з} < \leq 15000$ А	РВ 3В

Кроме того, должно определяться состояние электрооборудования с точки зрения общей безопасности: состояние изоляции проходных зажимов, пути утечки, электрические зазоры, состояние элементов заземляющих устройств и другое.

Общей оценкой технического состояния электрооборудования должно быть заключение о возможности восстановления параметров, обеспечивающих его взрывобезопасность и состояния общей безопасности. Изделия, аппараты и узлы, которые не могут быть приведены во взрывобезопасное состояние, клеймятся как невзрывобезопасные путем изъятия знака РВ и крепления на его корпус знака РН (рудничный нормальный).

Знак РН должен быть отчетливо виден, и размеры его по высоте должны быть не менее 40 мм.

Сведения о приемке комплекта электрооборудования машины после капитального ремонта должны фиксироваться в журнале приемки.

При сдаче отремонтированного изделия на склад сбыта с комплектом рудничного взрывобезопасного электрооборудования кроме прочих технических документов оформляется «Акт технической готовности комплекта взрывобезопасного рудничного электрооборудования комбайна №...».

Кроме начальника цеха или участка и начальника ОТК цеха акт подписывается ответственным инженером ОТК завода по приемке электрооборудования, которому предоставляется право назначать контрольные разборки для проверки электрооборудования на соответствие нормам и требованиям технических документов.

§ 2. Гидравлические испытания взрывобезопасных оболочек

При ремонте электрооборудования обязательно должно производиться гидравлическое испытание взрывобезопасных оболочек давлением, указанным в чертежах завода, изготовившего эту оболочку. Давлением испытывается не только оболочка, но и крепежные элементы: болты, резьбовые отверстия в корпусах. В табл. 52 приведены значения давлений для различных по назначению оболочек в зависимости от их свободного объема.

Таблица 52

Обозначение оболочки	Величина расчетного давления (кгс/см ²) при свободном объеме оболочки, л				
	до 0,1 л	от 0,1 до 0,3 л	от 0,5 до 1 л	от 2 до 10 л	свыше 10 л
1В	3,0	6,0	7,0	8,0	9,0
2В	—	6,0	7,0	8,0	9,0
3В	—	—	8,0	8,0	9,0
4В	—	—	—	—	10,0

Оболочки испытываются после тщательного их осмотра, с целью определения качества сварных швов, наличия трещин, вмятин, изгибов и других дефектов. Перед испытанием оболочка должна быть очищена от краски, особенно ее внутренние поверхности.

Испытания должны производиться обученным персоналом цеха на отведенном для этой цели участке с соблюдением правил безопасности.

При испытании каждой детали или оболочки должен присутствовать контрольный мастер ОТК, на которого возложен контроль за качеством изготовления и восстановления электрооборудования. Персонал, участвующий в гидрониспытании, должен руководствоваться «Инструкцией по гидравлическому испытанию взрывобезопасных оболочек» и «Правилами безопасности при проведении гидравлических испытаний взрывобезопасных оболочек».

Сведения о испытаниях оболочек и деталей должны заноситься в специальный журнал.

На каждую деталь или оболочку наносится очередной (порядковый) номер гидрониспытания на весь срок их службы.

Нельзя наносить клеймо приемки или порядковый номер испытания на взрывозащитных поверхностях.

Установлено, что во взрывобезопасных оболочках по разным причинам могут создаваться условия, которые способствуют образованию высоких давлений при взрыве. Поэтому ПИВРЭ

предусматривают, что если отдельные полости взрывобезопасной оболочки, имеющие соотношения объемов 1:4 и больше, должны сообщаться отверстием, площадью не менее 750 мм², если отверстие квадратное, его сторона не должна быть менее 4 мм. Несоблюдение этих требований приводит к тому, что при возникновении взрыва в одной полости волна давления уплотняет невзорвавшиеся газы в смежной полости, при взрыве которых давление может оказаться критическим для оболочки.

В подобных случаях следует рассматривать две полости, разделенных стенкой, которая не должна иметь щелей, трещин или недопустимых зазоров в сопряжении проходного зажима с отверстием.

Следует учитывать и то, что в одной из полостей во время эксплуатации могут создаваться условия для повышения давления, вследствие нагрева контактных мест или токоведущих частей до 1,5—2 кгс/см², при этом при взрыве давление может повышаться в соответствующее число раз.

Кроме того, в процессе эксплуатации взрывобезопасные оболочки могут получать механические повреждения, снижающие их прочность.

Учитывая возможное сочетание этих обстоятельств при ремонте электрооборудования, необходимо стремиться к сохранению механической прочности взрывобезопасных оболочек.

§ 3. Технические требования к взрывобезопасным оболочкам

На рис. 53 показан корпус, представляющий взрывобезопасную оболочку комбайна 1К-101. Взрывобезопасность его обеспечивается не только взрывоустойчивостью металлической оболочки и крепежных элементов, но и наличием взрывонепроницаемых зазоров в сопряжениях деталей на установленной длине и шероховатостью этих поверхностей.

Взрывонепроницаемые зазоры, длина сопряжения и шероховатость поверхностей взрывозащитных деталей находятся в непосредственной зависимости от конструктивного исполнения этих соединений.

В забойном рудничном электрооборудовании в основном приняты два конструктивных исполнения: подвижные и неподвижные соединения. К подвижному соединению частей оболочки относится соединение взрывозащитных поверхностей, у которого хотя бы одна из ее частей находится в постоянном или периодическом движении. К неподвижному соединению частей оболочки относится соединение взрывозащитных поверхностей, у которого обе части не движутся, в том числе и те соединения, части которых находятся в движении только при сборке или разборке.

Подвижные и неподвижные конструктивные исполнения в свою очередь могут быть выполнены на взрывозащитных сопряжениях цилиндрических деталей, плоских или плоскоцилиндрических.

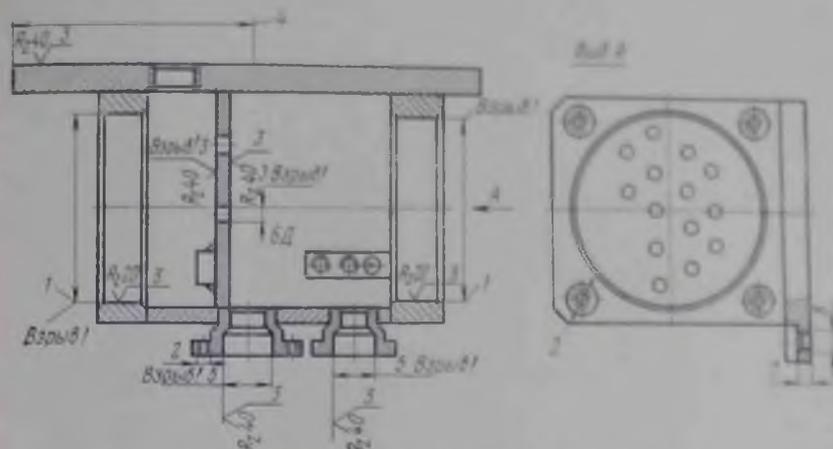


Рис. 53. Взрывозащитный корпус комбайна 1К-101

Требования ПИВРЭ регламентируют указанные зазоры, длины сопряжений и шероховатость поверхностей в различных сочетаниях исполнений и форм деталей [20].

В табл. 53 и на рис. 54 приведены параметры взрывонепроницаемых неподвижных цилиндрических соединений. В табл. 54 и на рис. 55, а и 55, б приведены нормы для взрывонепроницае-

Таблица 53

Обозначение оболочки	Свободный объем оболочки V, л	Длина щели, мм		Максимальная щель Sd, мм
		L ₁	L ₂	
1В	До 0,1 От 0,1 до 0,5 Свыше 0,5	5	5	0,30
		8	5	0,30
		13	8	0,40
		25	10	0,50
2В	От 0,1 до 0,5 От 0,5 до 2,0 Свыше 2,0	8	5	0,15
		15	8	0,30
		25	10	0,30
3В	От 0,5 до 2,0 От 2,0 до 10 Свыше 10	15	8	0,20
		25	10	0,25
		25	10	0,30

где $L_1 = a + b + c$, $L_2 = a + b$, $Sd = D - d$, $b \geq 5$ мм.

Таблица 54

Обозначение оболочки	Свободный объем оболочки V, л	Длина щели, мм		Ширина щели S ₁ , мм
		L ₁	L ₂	
1В	До 0,1	5	5	0,30
	От 0,1 до 0,5	8	5	0,30
	Свыше 0,5	13	8	0,40
		25	10	0,50
2В	От 0,1 до 0,5	8	5	0,10
	От 0,5 до 2,0	15	8	0,20
	Свыше 2,0	25	10	0,20
3В	От 0,5 до 2,0	15	8	0,10
	От 2,0 до 10	25	10	0,15
	Свыше 10	25	10	0,20

мых плоских соединений. Параметры взрывонепроницаемых соединений для тяг управления, валиков и проходных зажимов приведены в табл. 55, 56 и на рис. 56 и 57.

Шероховатость взрывозащитных поверхностей взрывонепроницаемых соединений приведена в табл. 57.

Шероховатость принята согласно ГОСТ 2789—73. Поверхности прилегания пластмассовых частей взрывонепроницаемой

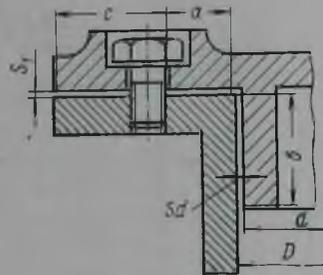


Рис. 54. Неподвижные цилиндрические соединения

оболочки, как правило, должны быть с чистотой, получаемой методом горячего прессования. Для доведения плоских и цилиндрических поверхностей до требуемых форм, а зазоров до нормированных значений допускается механическая обработка пластмассовых частей.

Допустимая чистота поверхности выбрана с учетом того, что продукты взрыва, проникшие из внутренних плоскостей в окружающую среду, локализируются и становятся безопасными для воспламенения любой метановоздушной и пелевоздушной концентрации. Это связано с тем, что раскаленные газы и про-

Таблица 55

Обозначение оболочки	Свободный объем оболочки V, л	Длина щели L ₁ , мм	Ширина щели S ₁ , мм
1В	До 0,1	8	0,30
	От 0,1 до 0,5	10	0,30
	От 0,5 до 2,0	15	0,30
		25	0,30
2В	От 0,1 до 0,5	13	0,30
	От 0,5 до 2,0	15	0,30
	Свыше 2,0	25	0,30
3В	От 0,5 до 2,0	25	0,25
	Свыше 2,0	30	0,25

где $Sd = D - d$.

Таблица 56

Обозначение оболочки	Свободный объем оболочки V, л	Плоскоцилиндрическое соединение между изоляционной втулкой и металлической стенкой				Цилиндрическое соединение между втулкой и изоляционной втулкой	
		длина щели, мм		ширина щели, мм		длина щели L ₁ , мм	ширина щели S _d , мм
		Общая L ₁	Между плоскими поверхностями	S ₁	S _d		
1В	До 0,1	6	3	0,1	0,5	5	0,25
	От 0,1 до 0,5	8	4	0,1	0,5	8	0,25
	Свыше 0,5	13	8	0,1	0,5	13	0,25
2В	От 0,1 до 0,5	8	4	0,1	0,5	8	0,25
	Свыше 0,5	13	8	0,1	0,5	13	0,25
3В	Свыше 0,5	13	8	0,1	0,5	13	0,25

$$Sd = D - d, \quad Sd = D' - d', \quad L_1 = a + b.$$

дукты взрыва при выходе через нормированные длину и ширину сопряженных поверхностей охлаждаются до безопасной температуры.

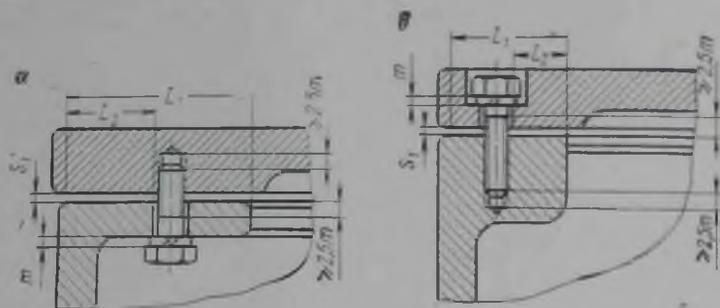


Рис. 55. Плоское соединение:
а — с внутренним креплением; б — с наружным креплением

Взрывозащитные поверхности оболочек, поступающие в ремонт, имеют повреждения, вызванные коррозией, износом, механическими деформациями, поэтому очень важно правильно

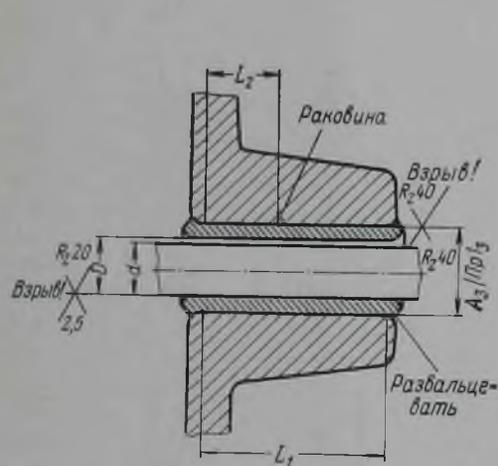


Рис. 56. Тяга управления

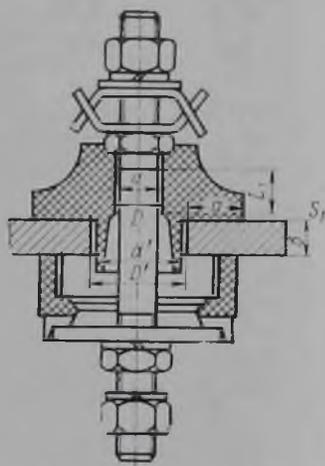


Рис. 57. Проходной зажим

установить допустимые значения размеров отдельных элементов и наиболее рациональные способы восстановления поверхностей, которые обеспечат условия взрывобезопасности оболочки после ремонта.

В табл. 58 приведена форма ведомости технических требований, рекомендованная ГОСТ 2.602—68, в которой даны в

качестве примера основные требования взрывобезопасности и способы восстановления корпуса (см. рис. 53).

Взрывонепроницаемость соединения в корпусе образуется сопряжением крышки $\varnothing 140X_3(-0.24)$ с отверстием $\varnothing 140A_{4(+0.11)}$ до 0,245 мм. Учитывая, что

левая полость оболочки соединена отверстием с полостью камеры комбайнового выключателя общей площадью 1500 мм², суммарный свободный объем обеих камер составляет больше 10 л. Параметры энергии зажигания газовой смеси в этих камерах соответствуют ЗВ. Конструкция соединения — неподвижная, форма сопрягаемых деталей — цилиндрическая.

Таблица 57

Испытываемое соединение	Параметры соединения	
	тол. зазор (мм)	форма
R240	R2,5	R20

Вследствие коррозионного износа взрывозащитных поверхностей зазоры почти во всех неподвижных соединениях увеличиваются. Пределы увеличения зазоров ограничиваются, как указано в табл. 53, величиной 0,3 мм. Поэтому при дефектации и ремонте на основании замечаний с учетом экономической целесообразности восстановления допускается увеличение отверстия до $\varnothing 140,13$ мм при условии, если будет сохранена посадка $\varnothing 140X_3(-0.165)$ мм в крышке. Ширина щели в этом случае не превышает 0,3 мм. Если размеры сопрягаемых деталей находятся за указанными пределами, то оба элемента соединения подлежат восстановлению до размеров, указанных в рабочих чертежах.

Правая полость корпуса (см. рис. 53) имеет самостоятельную оболочку с таким же конструктивным исполнением, взрывонепроницаемого соединения с крышкой, разделенная от левой полости взрывоустойчивой стенкой и взрывонепроницаемыми соединениями элементов проходных зажимов. При замене проходных зажимов (если внешним осмотром обнаружены в изоляционных деталях трещины, отколы, прижоги, выгоревшие места и другие дефекты) проверяются отверстия $D \varnothing 10A_{4(+0.11)}$ мм, которые в сопряжении с изоляционными втулками образуют щель, шириной 0,5 мм (см. табл. 56). Взрывонепроницаемые соединения плоской части изоляционной втулки (см. рис. 57) должны соответствовать величине 0,1 мм.

Вывод кабелей из корпуса производится через гнезда. Взрывонепроницаемость гнезда в месте прохода кабеля обеспечивается эластичным уплотнительным кольцом. Поверхность гнезда под уплотнительное кольцо должна быть обработана с чистотой не ниже R2,80. На этой поверхности допу-

Таблица 58

Назначение детали или сборочной единицы		Условное
Корпус в сборе		У37.13.02.150
Материал	Твердость	Количество на изделие
Сборочный	—	1

Позиция на эскизе (рис. 53)	Возможный дефект	Способ установления дефекта и контрольный инструмент	Размеры, мм	
			номинальные	допустимые
1	Коррозионные, механические повреждения, износ	Осмотр, замер. Индикаторный нутромер с точностью деления 0,01	$\varnothing 140A_3^{(+0,08)}$	$\varnothing 140,13$
2	Срыв или износ резьбы М12, четыре отверстия	Осмотр, замер, пробка резьбовая М12	М12	М12
3	Шероховатость поверхности «Взрыв» ниже $R_z 20$ ниже $R_z 40$	Осмотр, сравнение с эталоном чистоты	$R_z 20$ $R_z 40$	$R_z 20$ $R_z 40$
4	Неплоскостность поверхности 180×180 и $\varnothing 140$	Замер, лекальная линейка, щуп	Не более 0,1	Не более 0,1
5	Коррозионные механические повреждения	Осмотр, замер, штангенциркуль	$\varnothing 41^{+0,62}$ $\varnothing 31^{+0,52}$	$\varnothing 41$ $\varnothing 31$
6	Коррозионный износ	Осмотр, замер, пробка	$\varnothing 10A_4^{(+0,1)}$	$\varnothing 10A_6^{(+0,2)}$
7	Уменьшение толщины от механической обработки	Замер, штангенциркуль	6	4,5
8	Срыв или износ резьбы М12кл3, четыре отверстия	Осмотр, замер, пробка резьбовая М12,з	М12кл3	М12кл3

Предельно допустимый зазор с сопрягаемой деталью, мм	Обозначение сопрягаемой детали	Рекомендуемый способ изготовления	Технические требования
0,3	У37.13.02.067	Постановка ремонтной втулки, гидротестирование	Обеспечить взрывонепроницаемый зазор
Срыв или износ резьбы не допускается	У37.13.00.055	Заплавка и нарезка новой резьбы М12	Обеспечить коррозионностойкость
0,1	—	Торцовка фрезой	Обеспечить взрывозащиту
0,2	У37.11.05.019	Торцовка фрезой	Обеспечить взрывонепроницаемый зазор
До 1,8 До 1,8	8АШ.370.416 8АШ.370.415	Наплавка, расточка, гидротестирование	Обеспечить взрывоустойчивость
0,5	8АШ.212.088	Постановка ремонтной втулки	Обеспечить взрывонепроницаемый зазор
—	У37.11.05.019	Замена части детали	Обеспечить взрывоустойчивость
Допускается срыв резьбы до двух ниток, износ резьбы — незначительная шаткость непроходной стороны калибра	Болт М12	Заплавка, нарезка новой резьбы М12кл3	—

скается не более одной раковины на 1 см² площади, глубиной до 1 мм и диаметром до 2 мм.

Мелкая сыпь коррозии и пористость на поверхности под уплотнительное кольцо допускается согласно табл. 59.

Таблица 59

Номер эталона	Число пор на 1 см ² поверхности	Диаметр пор, мм
№ 4	До 20	До 0,5 (70%) До 0,1 (30%)

Ширина щели (диаметральный зазор), образованный отверстием гнезда и наружной поверхности уплотнительного кольца до его сжатия, находится в прямой зависимости от размера уплотнительного кольца.

Диаметральный зазор не должен превышать 1, 2, 3 мм для колец с наружным диаметром до 20; 20—60 мм и свыше 60 мм, соответственно. При ремонте уплотнительные кольца заменяются новыми.

Плоская взрывозащитная поверхность корпуса для образования нормированной ширины щели в сопряжении с плоскостью другого корпуса должна быть обработана таким образом, чтобы неплоскостность ее поверхности не превышала половины нормированной ширины щели (см. табл. 54).

На взрывозащитных поверхностях не допускаются механические повреждения, в виде глубоких царапин и рисок, вмятин и изгибов коррозионных повреждений в виде сплошной сыпи.

Многократное восстановление взрывозащитных поверхностей корпусов и крышек шлифованием приводит к уменьшению нормированных ПИВРЭ электрических зазоров между крышкой и токоведущими частями электрических аппаратов, установленных в оболочке. Электрические зазоры должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 60.

Крышка должна надежно крепиться к корпусу взрывобезопасной оболочки.

В глухих отверстиях корпуса свободная длина нарезки, остающаяся после затяжки болтов, должна составлять не менее 2,5-кратной толщины пружинной шайбы. Болт при полной затяжке должен иметь такой же запас нарезки (см. рис. 55, б).

Контроль этих норм при ремонте допускает уменьшение свободной длины нарезки в глухом отверстии корпуса при условии наблюдения полной затяжки болтов и получении ширины щели в сопряжении корпуса и крышки в допустимых пределах. Длина звинченной части болта должна быть не менее одного диаметра

резьбы для стальных оболочек, не менее полутора диаметров для чугунных оболочек и не менее двух диаметров для оболочек из алюминиевых сплавов.

Таблица 60

Номинальное напряжение переменного тока, В	Конструктивные размеры, мм	
	Толщина части, не превышающая для эксплуатационных условий в любых сечениях размеров	Зазоры, предусмотренные для эксплуатационных условий
До 60	5	8
От 60 до 127	6	12
От 127 до 250	7	17
От 250 до 380	8	20
От 380 до 500	10	20
От 500 до 660	10	20

Толщина крышки уменьшается от шлифовки при ремонте и является контролируемым параметром. ПИВРЭ устанавливаются на толщину взрывобезопасных оболочек: для стальных деталей и корпусов не менее 4 мм, для чугунных не менее 6 мм.

Исправление дефектов на взрывозащитных поверхностях оболочек необходимо производить согласно «Инструкции по ремонту рудничного взрывобезопасного электрооборудования, применяемого в угольных шахтах», изложенных в Сборнике инструкций к правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах.

§ 4. Требования к сборке взрывобезопасного электрооборудования

Сборка узлов электрооборудования после ремонта производится по чертежам заводов-изготовителей, с выполнением всех технических требований, касающихся сборки его составных частей.

На сборку подаются отремонтированные, изготовленные и покупные детали и узлы только после проверки их ОТК, а взрывобезопасные оболочки должны быть подвергнуты гидравлическому испытанию.

Сборка узлов электрооборудования должна производиться на обособленном участке, оборудованном приспособлениями и инструментом для сборки, измерительными приборами. Сборку должен выполнять квалифицированный персонал электрослесарей, имеющих удостоверения на право ремонта электрооборудования. Руководство участком осуществляется мастером, ответственным за качество и безопасность работ.

Перед монтажом электрооборудования все отверстия и каналы в корпусах, через которые проходят провода, должны быть очищены, удалены в них заусенцы и острые кромки. Внутренние поверхности взрывонепроницаемых оболочек должны быть окрашены и высушены, а взрывозащитные поверхности — очищены от заливов краски. Таблички электрических схем, предупредительных и указывающих надписей покрываются защитным слоем цапонлака. После монтажа рельефная маркировка взрывонепроницаемых оболочек должна быть окрашена в красный цвет.

Перед монтажом магнитных пускателей типа ПА необходимо очистить их от пыли, проверить свободный ход подвижной части магнитной системы в рабочем положении, наличие расщепов и провалов главных контактов и контактов вспомогательной цепи, величину отставания замыкающего контакта вспомогательной цепи по отношению к силовым контактам контактора, затяжку всех винтовых соединений.

В табл. 61 приведены величины контактируемых параметров магнитных пускателей типа ПА перед монтажом в магнитные станции.

Таблица 61

Наименование величин	Тип магнитного пускателя			
	ПА-300	ПА-400	ПА-500	ПА-600
Ход якоря магнитной системы (среднее значение), мм	13,5	20	22	25
Зазор главных контактов, мм, не менее	3	3	4	4
Провал главных контактов	$2,5 \pm 0,3$	$3 \pm 0,5$	$4 \pm 0,5$	$4 \pm 0,5$
Зазор контактов вспомогательной цепи, мм, не менее	3,0	3,0	3,0	3,0
Провал контактов вспомогательной цепи, мм, не менее	2,0	2,0	2,0	2,0

В реверсивных пускателях типа ПА должна проверяться надежность работы блокировочного механизма согласно табл. 62.

Сопротивление изоляции пускателя должно быть не менее 100 мОм.

Кроме того, необходимо проверять соответствие напряжения катушек пускателя напряжению электрооборудования машин; проверить работу каждого пускателя под напряжением.

Регулирование реле контроля давления, реле времени, теплового реле и реле максимального тока производится по техническим условиям заводов, изготавливающих эту аппаратуру.

Таблица 62

Работа блокировочного механизма	Величины, мм			
	III	IV	V	VI
Если один из пускателей выключен, то зазор между главными контактами другого должен быть не менее, мм	2	2	2,5	2,5
При одновременном симметричном нажатии на якоря пускателей зазор между главными контактами обоих контакторов должен быть не менее, мм	2	2	2,5	2,5

При монтаже электрооборудования необходимо соблюдать правила и нормы, изложенные в ПИВРЭ.

Крепежные детали, применяемые при монтаже, должны иметь антикоррозийное покрытие согласно 2-й группе покрытий ГОСТ 1759—70. Для сборки частей электрооборудования не разрешается применять болты, винты, гайки, шпильки и другие крепежные детали, не предназначенные для этой цели.

Для крепления крышек, часто снимаемых во время эксплуатации, например: крышек корпусов электроблоков, электрогазоблоков, электродвигателей, должны применяться невыпадающие болты.

При монтаже электрических соединений должны использоваться медные или латунные кабельные наконечники.

Подсоединение наконечников к зажимам должно выполняться тщательно, чтобы в течение длительного времени эксплуатации обеспечивался хороший электрический контакт. Заземляющие зажимы и контактные шайбы перед присоединением проводов должны быть зачищены до металлического блеска. Категорически запрещается вносить какие-либо изменения в электрические схемы. Маркировка концов проводов согласно монтажной схеме производится на бирках или полихлорвиниловой трубке (концевом изоляторе) дихлорэтановыми чернилами, маркировка на зажимах наносится красной эмалью НЦ-132К ГОСТ 6631—74.

Изолирование концов разделанных проводов производится трубкой поливинилхлоридного пластика по ГОСТ 19034—73 и приклеивается к резиновой изоляции провода клеем № 88НП МРТУ 38-5-6022-65 (хлопчатобумажная оплетка на расстоянии 40 мм от конца разделанного провода снимается). Концы монтажных проводов должны соединяться с наконечником путем спайки твердым меднофосфористым припоем. Отдельные монтажные провода или провода, собранные в жгуты, прикрепляются внутри оболочки с помощью хомутов с мягкими проклад-

ками. Не используемые при сборке кабельные вводы должны быть закрыты специальными металлическими заглушками, обеспечивающими взрывонепроницаемость при эксплуатации. Каждый вводимый кабель во взрывобезопасную оболочку должен быть надежно заземлен на внутреннем заземляющем зажиме. Кабель в расточке ввода должен уплотняться специальным резиновым уплотнительным кольцом. Рекомендуется поверхность расточки под уплотнительное кольцо в кабельных вводах покрывать изоляционным лаком или эмалью, для предохранения этой поверхности от действия коррозии при эксплуатации.

Уплотнения в канавках крышек должны приклеиваться клеем № 88НП МРТУ 38-5-6022-65 после предварительной промывки уайт-спиритом.

Крышки оболочек, не имеющие блокировочных устройств, должны иметь предупреждающие надписи (например: «Открывать, отключив от сети!»).

Блокировочные устройства должны быть собраны таким образом, чтобы исключались случаи снятия крышки камеры электрооборудования при наличии напряжения на токоведущих частях.

Механическая блокировка крышки оболочки с вводным штепсельным разъемом в собранном виде должна обеспечивать возможность снятия крышки только после разъединения разъема. В заблокированном состоянии штепсельный разъем должен надежно (не менее 8 мм) запираться элементом блокировки.

После монтажа электроаппаратуры на панели и присоединения проводов производится контрольная проверка соответствия монтажа электрической схеме, нормированных расстояний между токоведущими частями, а также между этими частями и корпусом, нормированных и взрывонепроницаемых зазоров и шероховатости поверхности по эталону. Все взрывозащитные поверхности смазываются тонким слоем технического вазелина.

Контрольная проверка производится мастером ОТК по приемке рудничного электрооборудования. После приемки собранные узлы передаются на общую сборку машины.

Сборка на машине и монтаж (прокладка) кабелей производится в соответствии с чертежами и схемами расположения электрооборудования.

Все кабели, проложенные по машине, должны быть защищены от механических повреждений. Механическая защита кабелей, выполняемая в виде пружины, по своим размерам должна соответствовать чертежу, а концы ее должны быть надежно приварены к соответствующему месту кабельных вводов.

Штуцер кабельного ввода должен иметь средство, предотвращающее его самоотвинчивание при эксплуатации.

В процессе испытания механической части машины производят испытание электрической части.

Глава 9

СМАЗКА МАШИНЫ

§ 1. Общие сведения

В качестве смазочных материалов в машинах применяются в основном минеральные масла, получаемые в результате перегонки нефти. При нагревании нефти вначале испаряются летучие фракции (бензин, осветительные масла), а после дальнейшей перегонки в вакууме остающегося мазута получают дистиллат индустриальных, цилиндрических масел, а затем масляного гудрона. В зависимости от требуемых физико-химических свойств масел дистиллаты смешивают в различных пропорциях и подвергают дополнительной обработке.

Основными физико-химическими показателями масел являются: вязкость при 50 и 100°С, удельный вес, температура вспышки, температура застывания, кислотность, зольность, окисляемость, содержание механических примесей, серы, воды, водорастворимых кислот.

Удельный вес масел находится в пределах 0,89—0,96 кг/см³.

Вязкость характеризует текучесть масла и является важным физическим свойством. Для практических целей пользуются понятием условной вязкости, являющейся отношением времени истечения определенного количества масла через вискозиметр ВУ при температуре испытания к времени истечения такого же количества дистиллированной воды при температуре 20°С.

Температура вспышки определяется температурой воспламенения паров масла от поднесенного пламени при его нагревании.

Температура застывания масла — это температура, при которой масло теряет свою подвижность.

Кислотность определяется наличием в масле свободной кислоты. Она обычно выражается так называемым кислотным числом, представляющим собой количество миллиграммов едкого калия (КОН), необходимого для нейтрализации свободной кислоты в одном грамме масла.

Зольность характеризует степень загрязнения масла минеральными примесями. Зола образуется путем выпаривания 50 г масла в тигле и прокалывания остатка. Отношение образовавшейся золы к первоначальному количеству масла (в %) составляет его зольность.

Допустимое количество различных примесей, в том числе воды, устанавливается стандартами.

Важными эксплуатационными характеристиками смазочных материалов являются [8]:

1) вязкостные свойства, характеризующие работу сопряжений при жидкостном трении, отвод тепла и т. д. Для их оценки служат показатели динамической, кинематической и условной вязкости;

2) вязкостно-температурные свойства, характеризующие изменение вязкости от температуры, которые оцениваются температурой застывания, отношением значений кинематической вязкости при 50 и 100°С, температурой каплепадения в случае применения консистентных смазок;

3) коррозионные свойства, характеризующие химическое влияние смазочных материалов на металлы. Эти свойства могут быть оценены содержанием в смазке воды, водорастворимых кислот, щелочей и другими показателями;

4) склонность смазок к образованию нагара и смолистых отложений, для оценки которой используется зольность, коксумность, содержание механических примесей;

5) термоокислительная стабильность, характеризующая устойчивость смазок против окисления кислородом воздуха при повышенной температуре.

Эти свойства смазочных материалов являются гостированными показателями. Однако для некоторых условий работы машин свойства смазок оказываются недостаточными для обеспечения таких важных эксплуатационных характеристик, как износостойкость деталей, отсутствие задиров на трущихся поверхностях, снижение коррозионного разрушения и т. д. Эти явления постоянно проявляются, например, в зубчатых передачах угольных комбайнов и приводят в конечном счете к неисправным повреждениям зубчатых колес, подшипников качения и других деталей.

В ряде случаев для повышения износостойкости и передаваемой нагрузки используются комбинированные смазки, приготовленные из нескольких сортов масел, но этот принцип значительно усложняет организацию смазочного хозяйства из-за необходимости иметь большой ассортимент масел.

Основными причинами интенсивного износа передач и подшипников забойных машин являются загрязнение масел углем и породой, проникание агрессивной шахтной воды, которые значительно ускоряют окислительный процесс на трущихся поверхностях и вызывают абразивный износ.

В этих условиях наиболее эффективными мерами является легирование масел различными по своим свойствам присадками, способствующими значительному снижению вредных явлений на поверхности трения.

§ 2. Выбор смазочных материалов

Рекомендуемый ограничительный ряд марок смазочных материалов, разработанный Гипроуглемашем для применения в угольных подземных машинах, приведен в табл. 63, в которой наряду с основным сортом подобраны близкие по своим физико-химическим свойствам дублирующие сорта.

Таблица 63

Основной сорт		Дублирующий сорт	
Наименование	Нормативно-технический документ	Наименование	Нормативно-технический документ
Масла			
Индустриальное селективной очистки ИС-45+5% КП-2	ГОСТ 8675-62 ТУ 38-1019-70	Индустриальное +45° +5% КП-2	ГОСТ 1707-51 ТУ 38-1019-70
Цилиндровое «11»+5% КП-2	ГОСТ 1841-51 ТУ 38-1019-70	Трансмиссионное автомобильное с присадкой ТАп-15-В+5% КП-2	МРТУ 38-1-185-65 ТУ 38-1019-70
Цилиндровое «24»+5% КП-2	ГОСТ 1841-51 ТУ 38-1019-70	То же	То же
Пластичные (консистентные) смазки			
Солидол синтетический «С»	ГОСТ 4366-64	Солидол жировой УС-2 (Л)	ГОСТ 1033-73
Графитная УСсА ВНИИ НП-242	ГОСТ 3333-55 МРТУ 38-1-153-64	ВНИИ НП-242 1-13 жировая	МРТУ 38-1-153-64 ГОСТ 1021-61
ЦИАТИМ-221	ГОСТ 9433-60	—	—

Основные характеристики смазочных материалов приведены в табл. 64, 65.

Смазочные материалы для основных узлов угольных машин с учетом окружных скоростей, контактных напряжений, рабочих температур и других параметров могут быть выбраны по табл. 66 и 67.

Для двухступенчатых и многоступенчатых зубчатых передач выбор смазки следует производить по паре с наибольшим контактным напряжением. Для вспомогательных механизмов и узлов трения выбирают тот сорт смазки, на котором работает основной механизм. Однако, если это невозможно и нецелесообразно, можно взять другой сорт смазки.

Марка	Характеристика	Вязкость		Температура, °С		Содержание механических примесей, %	Содержание серы, не более, %
		при 50 °С	ССТ	вспышки не выше	застывающая выше		
Цилиндровое «11»	Дистиллятное кислотно-контактной очистки. Применяется в редукторах высокоскоростных малонагруженных	—	9—13	215	+5	0,007	—
Цилиндровое «24»	Дистиллятное щелочной очистки. Применяется в редукторах малоскоростных высоконагруженных	—	20—28	240	—	0,1	—
ИС-45	Селективной очистки, вырабатываемое из сернистых и малосернистых нефтей. Применяется в редукторах высокоскоростных малонагруженных	5,74—7,07	38—52	200	—10	Нет	1,1
Индустриальное «45»	Дистиллятное, сернокислотной очистки. Применяется в редукторах высокоскоростных малонагруженных	5,74—7,07	38—52	190	—10	0,007	—
Трансмиссионное автотомобильное с присадкой Т-Ап-15-В АФК	Получается смешением масел типа ИС-45 с присадками ОП, ЛЗ-6 или ЭЗ, или ОП-1. Допускается введение депрессорных присадок АЗНИИ-ЦИАТИМ-1 или АФК	—	130	180	—20	—	—

Таблица 66

Марка	Характеристика	Температура каплепадения, °С не ниже	Вязкость, пуаз при 20 °С	Водостойкость	Температурный диапазон применения, °С	Застывшие свойства
Солидол синтетический «С»	Готовится загущением индустриальных масел средней вязкости гидрированными кальциевым мылом синтетических жирных кислот. Самая распространённая, водостойкая, с хорошими защитными свойствами. Стабильная при хранении. Рекомендуется при температуре 55—60° и скорости до 4—5 тыс. об/мин	75—85	400—1000	Хорошая	—30 + +70	Очень хорошие
Графитная УСсА	По составу и основным характеристикам близка к солидолу синтетическому «С». Отличается введением в ее состав графита II (ГОСТ 8295—73) и масла цилиндрового И. Рекомендуется для грубых, высоконагруженных узлов трения: рессор и др.	Не ниже 77	600—1000	Хорошая	—10 + +70	Очень хорошие
1—13 жировая	Готовится загущением масел средней вязкости натриевым и кальциевым мылами. Водостойкая. Не пригодна для работы и консервации металлоизделий в контакте с водой. Низкотемпературные свойства несколько хуже, чем у солидола синтетического «С». Рекомендуется для применения в тех же случаях, что и солидол синтетический «С» при рабочих температурах выше 60 °С, но не более 110 °С, а при длительной беспрерывной работе — до 85 °С	120	1000—2000	—	—30 + +110	Хорошие

Пластичные (консистентные) смазки

Марка	Характеристика	Температура каплепадения, °С не ниже	Вязкость, пуаз при 20 °С	Водостойкость	Температурный диапазон применения, °С	Защитные свойства
ЦИАТИМ-221	Готовится загущением полисилоксановых жидкостей кальциевыми комплексными мылами. Чувствительна к влаге, при ее поглощении уплотняется. Является одновременно смазкой для низких и высоких температур. Имеет плохие противозносные свойства при трении скольжения. Рекомендуется в подшипниках качения, работающих при повышенных температурах, а также для смазывания пар трения резина—металл	200	200—500	Нерастворима в воде	-60 ÷ +150	Хорошие
ВНИИНП-242	Готовится загущением масел средней вязкости индустриальное «45» или «50» литиевым мылом стеариновой кислоты Содержит 2% дисульфид молибдена и 0,3% антикислотной присадки дифинилamina. Нерастворима в воде. Несколько превосходит натриевые смазки по низкотемпературным свойствам, выдерживает температуру 110—120 °С. Рекомендуется с редко сменяемой смазкой	170	1400	—	-30 ÷ +110	—

Таблица 66

Наименование узлов	Условия работы		Марки смазочных материалов	
	Баллистическое напряжение, кг/см ²	Окружная скорость, м/мин	Основной сорт	Дублирующий сорт
Трансмиссионные и редукторные масла				
Зубчатые передачи	До 1700	0—10	Цилиндровое «11» +5% КП-2	ТАп-15-В +5% КП-2
	До 1700	10—20	Индустриальное «45» +5% КП-2	
	1700—2800	0—2,5	Цилиндровое «11» +5% КП-2	»
	1700—2800	2,5—10	То же	»
	2800—4100	0—5	Цилиндровое «24» +5% КП-2	»
	2800—4100	5—10	Цилиндровое «11» +5% КП-2	»
Зубчатые муфты	4100—6400	0—10	Цилиндровое «24» +5% КП-2	»
	Не более 6400		Цилиндровое «24» +5% КП-2	»
			Цилиндровое «24» +5% КП-2	»
			Цилиндровое «24» +5% КП-2	»

Таблица 67

Наименование узлов	Условия работы	Рабочая температура, °С	Марки смазочных материалов	
			Основной сорт	Дублирующий сорт
Пластичные смазки				
Подшипники качения	Для редукторов	До 65	ВНИИНП-242	Солидол синтетический «С» 1—13 жировая
		До 100—110	»	
	Для электродвигателей	100—110	»	—
Подшипники скольжения и шарниры	—	До 100	ИС-45+5% КП-2	Индустриальное «45»+5% КП-2
		До 65	ВНИИНП-242	
		До 65	ВНИИНП-242	Цилиндровое «11»+5% КП-2
Цепные передачи	—	До 65	ВНИИНП-242	Цилиндровое «11»+5% КП-2

Продолжение табл. 67

Наименование узлов	Условия работы	Рабочая температура, °С	Марки смазочных материалов	
			Основной сорт	Дублирующий сорт
Для грубых высоконагруженных узлов трения, рессор	Работа на подъем	До 70	ВНИИП-242	Графитная УССА
		—	Цилиндровое «24» +5% КП-2	Трансмиссионное автомобильное с присадкой ТАп-15-В +5% КП-2
То же	Работа в горизонтальной плоскости	—	ИС-45 +5% КП-2	Индустриальное «45» +5% КП-2
Резиновые уплотнения	Смазка при сборке	—	ЦИАТИМ-221	

Необходимое качество смазки в узлах машин, сроки пополнения и смены смазочных материалов указываются в картах смазки заводов-изготовителей машин.

§ 3. Организация смазочного хозяйства на ремонтных предприятиях

В процессе транспортирования смазочных материалов происходит загрязнение от использования нечистой тары или одних и тех же емкостей для хранения и транспортирования разных сортов смазки, от многократных переливов масел из одних емкостей в другие.

Для снижения загрязнения смазки целесообразно организовать централизованную цеховую систему подачи ее к месту сборки или испытания машин после ремонта.

Большое значение имеет правильная организация хранения смазочных материалов на складах. При хранении емкостей на открытом воздухе колебания окружающей температуры, повышение влажности воздуха увеличивают содержание воды в смазке.

В зимнее время используемые системы подогрева емкостей вызывают конденсацию влаги внутри их и смазка сильно обводняется. Для длительного хранения смазки должны строиться склады с подземным хранением емкостей, обеспечивающих постоянство температуры и влажности окружающего воздуха, безопасность хранения.

Следует учитывать, что вязкость некоторых масел, например цилиндрического «11» и «24», значительно повышается при понижении температуры до +10°С и перекачка их при этом затрудняется. Поэтому создавать запасы таких масел необходимо в летнее время.

Глава 10

ИСПЫТАНИЕ И ПРИЕМКА ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Цель и задача стендовых испытаний

Заводские испытания горношахтного оборудования после ремонта ставят своей целью проверку взаимодействия деталей и узлов, качества монтажа, регулировки, определяющей способность машин работать под нагрузкой в длительном режиме.

Перед испытанием цилиндрических, конических и червячных передач производится контрольная проверка пятен контакта зубьев, величина которых должна соответствовать значениям, приведенным в методике контроля передач после ремонта. По окончании сборки узлов, все вращающиеся детали, в особенности узлы подшипников качения, должны быть прокручены от руки, с целью проверки правильности сборки.

Вращение детали от руки должно быть свободным без приложения чрезмерных усилий, в противном случае необходимо проверить узлы и отрегулировать величину зазора в собранных подшипниках качения или правильность сопряжения деталей.

При вращении передач редукторов следует обратить внимание на боковой зазор в зацеплениях, который должен быть в пределах значений, допустимых методикой контроля передач после ремонта.

При подготовке собранных частей и узлов к испытанию масляные ванны редукторов должны быть заполнены соответствующим типом смазки в количестве, указанном в карте смазки завода-изготовителя.

Первый этап испытания редукторов производится с целью обкатки рабочих профилей зубьев на холостом ходу. Гул, создаваемый работающими передачами, должен быть ровным без периодических нарастаний. Время обкатки должно быть достаточным, чтобы при осмотре профилей зубьев можно было бы видеть появление следов обкатки и контур прирабатываемой площадки на поверхности зуба. При обкатке обращается внимание на появление периодических стуков в зацеплениях, причиной которых может быть наличие у ножики зуба неудаленной части уступа, как следствия поднутрения, оставшихся на поверхностях зубьев у повторно используемых зубчатых колес.

Резкий шум при обкатке может быть связан с многими причинами. Чаще всего это является следствием увеличенного бокового зазора в передаче. Даже хорошо отрегулированные

глобондные передачи при обкатке могут явиться основным источником теплообразования вследствие того, что червячная передача может быть собрана в различном сочетании новых и повторно используемых деталей.

По этой же причине содержание бронзовой пыли в масле может быть значительным.

Во время обкатки конических и другие видов зубчатых передач, в силу указанной специфичности сборки редукторов при ремонте, образуется стальная пыль в масляной ванне.

Приработка зубчатых передач и элементов деталей производится при испытании редуктора под рабочей нагрузкой.

Течь смазки через уплотнения и плоскости разъема не допускается.

В конце первого этапа испытания редуктора температура масла не должна превышать 30°С над температурой окружающей среды.

При проведении стендовых испытаний должен производиться почасовой замер температуры масла, являющейся основным показателем качества сборки редуктора.

Целью второго этапа стендового испытания является дальнейшая приработка зубчатых передач и сопрягающихся деталей, а также определение качества сборки редуктора или машины в целом под рабочей нагрузкой.

При номинальной скорости вращения двигателей, изменяя величину нагрузки по ступеням, постепенно доводят ее значение до номинального.

На каждой ступени достигают установившуюся температуру масла в редукторе.

В процессе испытаний под нагрузкой должно быть обращено внимание на качество работы уплотнений, шумовую характеристику.

Нагрев масла и деталей, сопрягаемых с уплотнением, не должны превышать температуры, значения которой определяются теплостойкостью резиносмесей.

После испытания редуктора масло сливают, очищают масляную ванну, производят измерение пятен контакта по краске, делают записи результатов испытаний в специальный журнал.

Результат испытания оформляется актом-свидетельством, в который вносят также сведения о пригодности машины к эксплуатации в шахтных условиях.

Весь цикл стендовых испытаний производится в присутствии работников ОТК.

Участок испытаний редукторов должен быть обеспечен мерительным контрольным инструментом, а также термометрами, тахометром, секундомером.

В зависимости от типа испытываемого изделия участок должен быть также обеспечен приборами, позволяющими производить измерения напряжения, силы тока или мощности, давления

рабочей жидкости, производительности насосов, тяговых усилий и других величин.

Проведение стендовых испытаний гидравлических узлов производится с целью установления герметичности уплотняющих и клапанных устройств, настройки предохранительных клапанов, проверки плавности перемещения элементов гидравлических устройств, величины давления открытия разгрузочных клапанов, выполнения команд и герметичности клапанов, разгрузочных по назначению, блоков управления.

Испытание электрических узлов, установленных на собранной машине, производится с целью контроля правильности выполнения команд станцией (блоком) управления:

а) безусловное отключение напряжения на машине аварийной кнопкой «Стоп» с фиксацией этого отключения;

б) нормальное включение и отключение напряжения на комбайна (должно осуществляться кнопкой «Ход» и «Стоп» комбайна);

в) нормальное включение и отключение напряжения на конвейер (должно осуществляться кнопкой «Ход» и «Стоп» конвейера);

г) рабочий орган комбайна должен автоматически включаться только после действия предупредительной сигнализации;

д) реле контроля давления и расхода воды для пылеулавливания должно срабатывать при давлении, указанном в технической документации;

е) исправное состояние механических и электрических блокировок;

ж) опробование правильности исполнения всех остальных команд, запланированных электрической схемой машины или комплекса.

Электродвигатели испытываются одновременно с испытываемым редуктором. При этом производится замер температурного состояния внешней его оболочки, допустимого техническими требованиями завода-изготовителя.

§ 2. Испытательные стенды

Оценка качества ремонта машин производится по результатам стендовых испытаний, которые должны быть достоверными.

Это в значительной мере определяется конструкцией испытательных стендов, которая должна удовлетворять следующим основным требованиям:

1) стенды должны обеспечивать выполнение всей программы и особенностей методики испытаний машин;

2) измерительные приборы и аппаратура, установленные на стендах, должны давать показания с заданной точностью;

3) машина или ее части при испытании должны занимать рабочее положение;

4) установка и снятие со стенда машин или их частей должна производиться с наименьшей затратой времени;

5) крепление испытываемых изделий на стенде должно быть надежным;

6) конструкция стенда должна обеспечивать безопасность испытания, соблюдение санитарных норм на испытательном участке путем устройства эффективной вентиляции, системы охлаждения и средств снижения шума и вибраций;

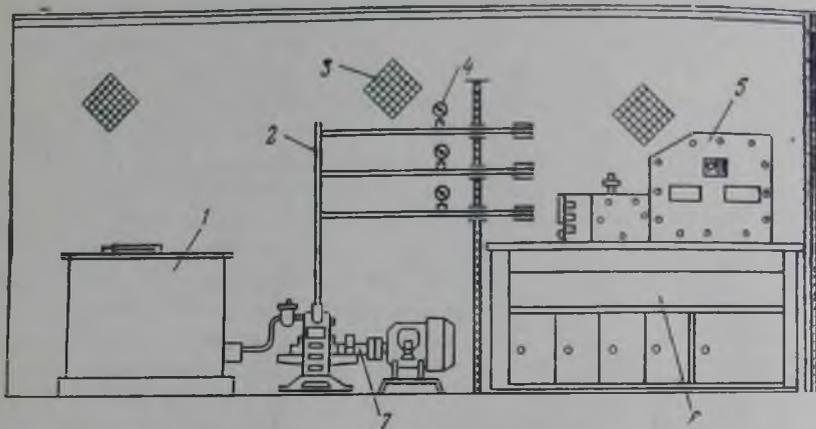


Рис. 58. Стенд для испытания взрывобезопасных оболочек

7) конструкции испытательных стендов должны быть экономичными.

Испытательные стенды целесообразно устанавливать в обособленном, хорошо освещенном месте цеха или сборочного участка, обеспечив персонал, проводящий испытания, технической документацией, измерительными средствами, необходимыми в процессе испытаний (щупы, линейки, штангенциркули, контрольные термометры и др.).

При серийном или массовом ремонте изделий конструкцией стендов должно предусматриваться групповое испытание узлов или собранных изделий для сокращения времени на испытания.

На рис. 58 изображена схема стенда для гидравлического испытания взрывобезопасных оболочек. Стенд состоит из стеллажа 6, на котором устанавливается испытываемая оболочка 5, насосной установки 7, емкости 1, нагнетательного трубопровода 2, манометров 4. В подготовленную к гидротестированию оболочку подается избыточное давление, под которым оболочка выдерживается в течение 5 мин. Контроль герметичности осуществляется визуальным осмотром и по показанию манометров.

Во избежание травмирования обслуживающего персонала вследствие разрушения испытываемых оболочек стенд ограждается защитной сеткой 3.

В ряде случаев гидравлическому испытанию подвергается часть оболочки или отдельные отверстия (под валики управления, кнопочные элементы и др.), восстановленные при капитальном ремонте.

В этих случаях используются специальные приспособления 1 (рис. 59) для испытания части оболочки, восстановленной при капитальном ремонте привариванием втулки 3 к корпусу 2. Приспособление крепится к стенке корпуса гайкой 4 с применением резиновых прокладок 5 и 6. В образовавшуюся камеру 7 от насосной станции подается вода под испытательным давлением.

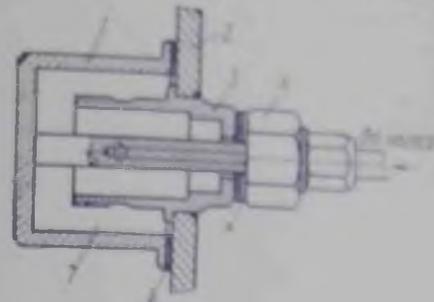


Рис. 59. Приспособление для испытания обособленной части оболочки после ремонта

Схема стенда для испытания индивидуальных гидравлических стоек ГСТ, ГСУМ показана на рис. 60. Стенд состоит из жесткой металлической рамы 1, закрепленной на фундаменте, и насосной станции, состоящей из насоса 12 типа Н-403, бака 11, предохранительного клапана 16 и гидрораспределителя 15.

В нижней части рамы закреплены месдозы 3, на которые устанавливается десять, одновременно испытываемых стоек 2. Для самоцентрирования стоек на поршнях месдоз имеются опоры со сферическим дном. Давление в месдозах контролируется манометрами.

Насосной станцией создается давление 320 кгс/см², кон-

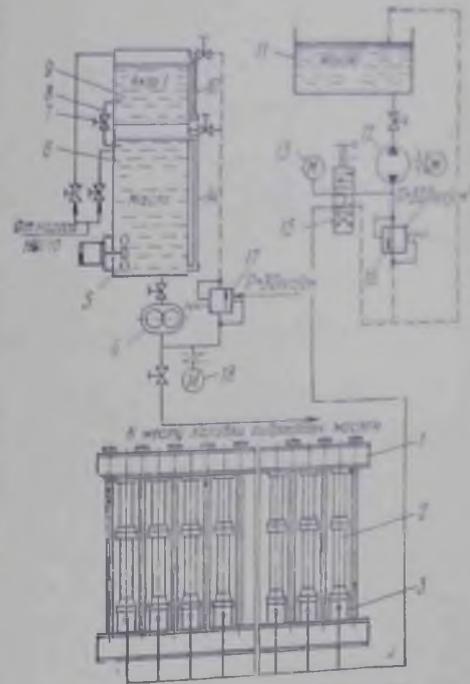


Рис. 60. Схема стенда для испытания индивидуальных гидравлических стоек

тролируемое манометром 13, под которым стойки распираются в раме стенда.

Стенд оборудован устройством для заливки в стойки, перед их испытанием, масла индустриального «30» с добавкой 5% присадкой и соединена с нижней частью 6, заполняемой маслом, трубкой 8 с вентилем 7, при открывании которого необходимо количество присадки переливается из верхней части емкости в нижнюю. Перемешивание масла производится впитом 5. Уровень присадки и масла контролируется указательными стеклами 10 и 14.

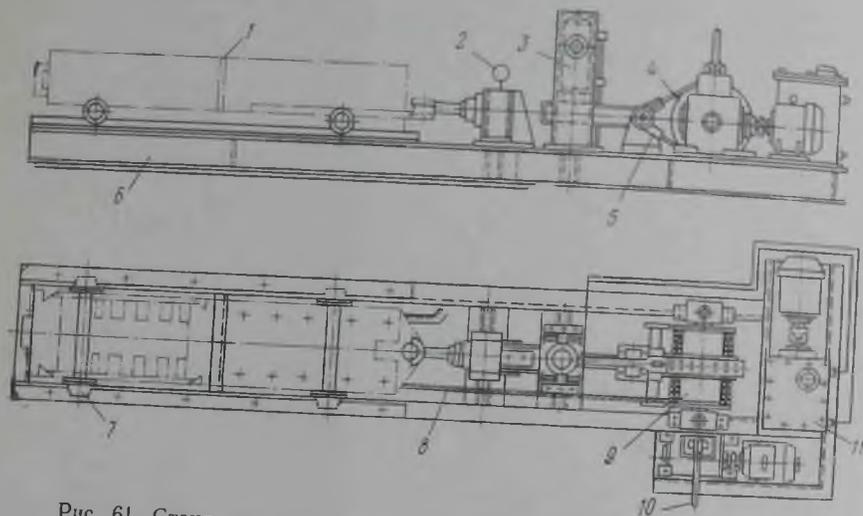


Рис. 61. Стенд для испытания подающей части комбайна «Кировец»

Для заливки ингибированного масла используется насос 4 типа НШ-10. Для контроля давления на нагнетательном трубопроводе установлен предохранительный клапан 17 и манометр 18. Для заливки присадки и масла в верхнюю и нижнюю части емкости используется насос 4.

На рис. 61 изображен стенд для испытания подающей части комбайна «Кировец». Подающая часть 1 с двигателем устанавливается на тележку 7, перемещающуюся по раме 6 стенда. Для создания тягового усилия в канате применена двухбарабанная лебедка 9, каждый из барабанов которой используется соответственно при испытании комбайна на левый и правый забой. Тормозной момент на тормозном шкиве 4 создается тормозом 5 и гидроприводом 3, масло в который подается от насосной станции 11. Величина тягового усилия контролируется манометром 2, проградуированным в тоннах. При испытании канат 8 закрепляется на барабане подающей части и перема-

тывается на рабочей или маневровой скорости с барабана лебедки при соответствующем усилии натяжения. По окончании испытаний переключением рукоятки 10 в редукторе лебедки вводится в зацепление подвижная шестерня и валы соединяются с барабана подающей части на барабан лебедки.

Для испытания рабочих органов угольных и прокаточных комбайнов применяются тормозные, нагруженные устройства различных конструкций, с ручным или гидравлическим замканием тормозных колодок.

В процессе испытаний тормозные устройства сильно разогреваются, поэтому требуется интенсивное их охлаждение. Наиболее удобной является конструкция гидравлического нагруженного устройства с циркуляционной системой охлаждения.

На рис. 62 показан стенд для испытания рабочего органа проходческого комбайна ПК-3М. Рабочий орган с двигателем 1 устанавливается на опорах 2 и 4, закрепленных на раме 3 стенда. На валу 6 рабочего органа закрепляется нагруженное устройство 5, состоящее из тормозного барабана 10, двух нагруженных домкратов 7, тормозных колодок 8, пружин возвратной момент в течение всего времени испытания, образующейся тепло отводится от стенок тормозного барабана циркулирующей внутри него водой.

На рис. 63 изображен стенд для испытания гидравлических стоек крепи М-87. Стенд состоит из сварной рамы 9, нижняя часть которой (для образования ванны) закрыта листом 8, панели 3, гидрораспределителя 4, клапанного блока 5, мультипликатора 2 и системы трубопровода 6. Рама укреплена на стойках 1, а к боковым балкам ее приварены гнезда 7 под дно цилиндра и головку гайки испытываемых одновременно двух стоек.

Стенд питается от насосной станции, развивающей давление 200 кгс/см².

Внутри панели установлены четыре клапанных блока (используемых в крепи М-87), два из которых настроены на давление 460 кгс/см² для испытания поршневых полостей (ППС I и ППС II) стойки и два — на давление 200 кгс/см² для испытания штоковых полостей (ШПС I и ШПС II).

Для контроля давления в поршневых и штоковых полостях стоек на лицевой стороне панели установлены четыре манометра, имеющих такие же обозначения, как и клапанные блоки. Повышение давления до 460 кгс/см² при испытании поршневых полостей стоек осуществляется мультипликатором за счет соответствующего уменьшения площади поршня в его штоковой части.

Принцип действия стенда состоит в следующем. При установке рукоятки распределителя в положение 1 (рис. 64) рабочей жидкостью, через клапанные блоки ППС I и ППС II, запол-

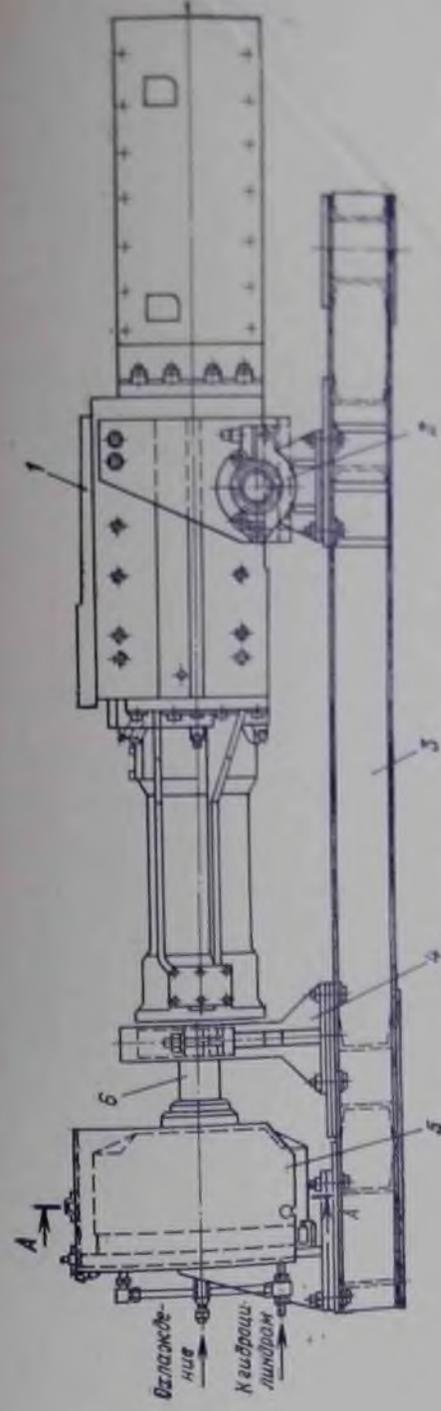
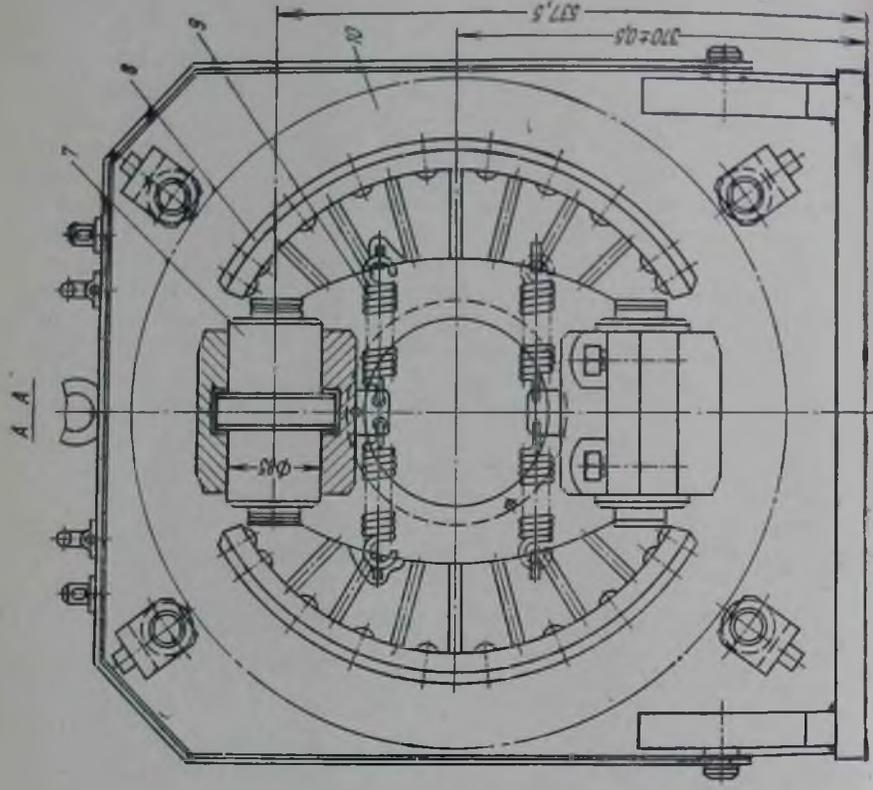


Рис. 62. Стенд для испытания рабочего органа проходческого комбайна ПКС-3М.

няются поршневые полости стоек и производится их распор; штоковые полости при этом сообщаются со сливом. Одновременно заполняется штоковая полость мультипликатора 4. При установке рукоятки в положение 2 в поршневые полости стоек подается через мультипликатор испытательное давление

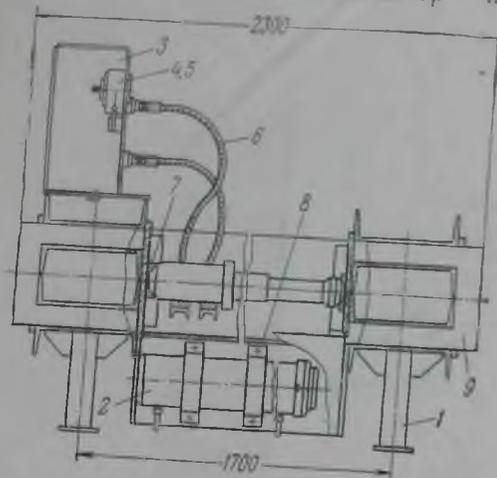


Рис. 63. Стенд для испытания гидравлических стоек крепи М-87

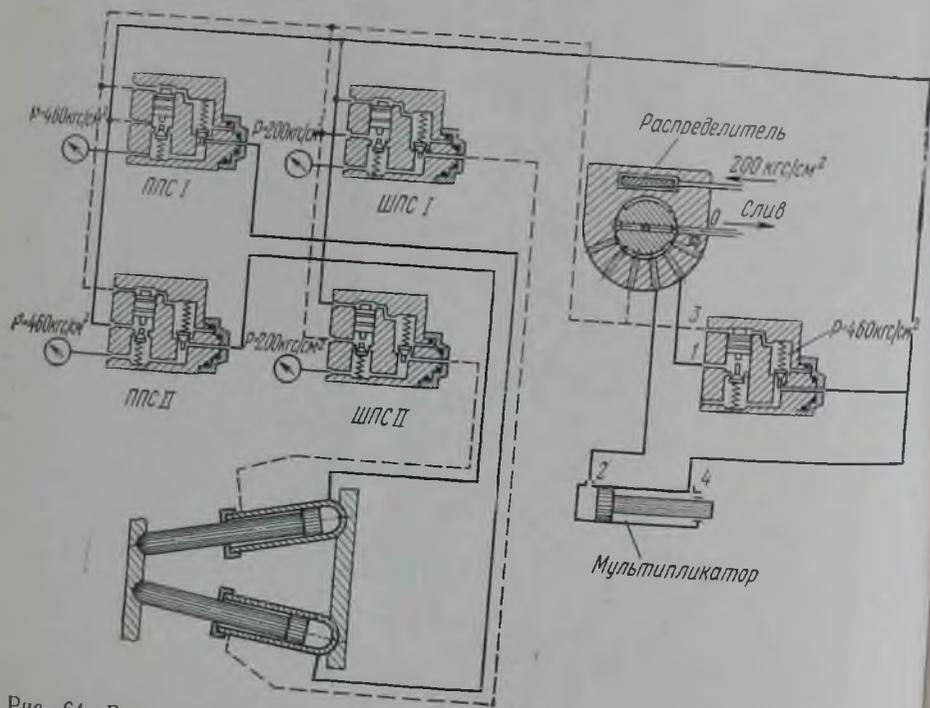


Рис. 64. Гидравлическая схема стенда для испытания гидравлических стоек крепи М-87

460 кгс/см², под которым стойки выдерживаются в течение 5 мин. При установке рукоятки распределителя в положение 2 через клапанные блоки ШПС I и ШПС II производится испытание штоковых полостей стоек давлением 200 кгс/см² в течение 5 мин.

По окончании испытаний кратковременным поворотом рукоятки распределителя в положение 1 производится сброс давления из штоковых полостей стоек, затем рукоятка устанавливается в нейтральное положение.

Стенд может быть использован и для испытания клапанных блоков после капитального ремонта.

В целях соблюдения правил безопасности трубопровод стенда должен быть защищен рукавами для уменьшения струи жидкости при его повреждении; насосная станция должна иметь предохранительный клапан, настроенный на испытательное давление, а также манометр для его визуального контроля.

К управлению стендом должны допускаться лица, знающие его устройство и методику испытаний, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с сосудами под давлением.

§ 3. Консервация и окраска

Все отремонтированное оборудование должно быть подвергнуто консервации для защиты от коррозии в период хранения, транспортирования и монтажа в шахте.

Применение находят несколько консервационных материалов, например НГ-203Б по МРТУ 12Н-78-64, НГ-204 по МРТУ 12Н-69-63, присадки АКОР I, АКОР II, КП, жидкая смазка К-17, однако они не все отвечают в достаточной степени техническим требованиям повышения надежности и долговечности машин, эксплуатирующихся в шахтных условиях.

Консервационные материалы НГ-203Б и НГ-204 несовместимы с водомасляной эмульсией, образуют сгустки и поэтому не могут быть использованы в шахтном оборудовании.

Присадка АКОР I ГОСТ 171-69 для гидросистем, работающих в шахтах, недостаточно эффективна в качестве защитной и недостаточно стабильна с маслами, обводненными и загрязненными породой. Кроме того, масла с присадкой АКОР I обладают обильным пенообразованием.

Защитные свойства присадки АКОР II не выше защитных свойств присадки АКОР I.

Присадка КП предназначена для моторных масел, в основном для двигателей внутреннего сгорания.

Жидкая смазка К-17 ГОСТ 10877-64, рекомендованная ВНИИП для консервации машин, в том числе и угольных, не может быть использована в качестве рабочего масла, а замена рабочего масла на консервационное, и наоборот, не рациональна в условиях работы машин в шахтах.

Разработанная специально для угольного машиностроения консервационная присадка КП-2 по ТУ 38—1019—70 является маслорастворимым ингибитором коррозии.

Смешение присадки КП-2 с маслами состоит в следующем.

В емкость вводится чистое фильтрованное, обезвоженное масло и присадка КП-2 в количестве 5% или 10% (от общей массы).

Смешение осуществляется при температуре 100—120°С. Однако в случаях отсутствия разогревающих устройств допустимо смешение при комнатной температуре. Равномерность смешения контролируется по показателям щелочности и вязкости в пробах масла, взятых с разных уровней емкости.

Для получения масла с 10% присадки КП-2 подготавливаются и смешиваются 90 кг масла + 10 кг присадки КП-2, получают 100 кг масла с 10% присадки КП-2.

Для получения масла с 5% присадки КП-2 подготавливаются и смешиваются 95 кг масла + 5 кг присадки КП-2, получают 100 кг масла с 5% присадки КП-2.

При приготовлении ингибированного масла необходимо заполнять журнал.

При приготовлении ингибированного масла необходимо соблюдать меры безопасности. Участок для смешения масла должен иметь эффективную вентиляцию, а емкости с ингибированным маслом не оставлять без надобности открытыми. Во время смешения масла с присадкой не допускать перегрева ванны свыше 120°С и соблюдать меры индивидуальной защиты, применяя защитные очки, прорезиненные фартуки, резиновые перчатки.

При работе с ингибированным маслом не допускать попадания его на открытые части тела.

Приготовление ингибированных масел лучше всего производить в специально оборудованных помещениях и централизованно обеспечивать ими предприятия.

Консервации подлежат как гидравлические механизированные крепы, так и отдельные узлы гидросистем (гидроблоки, клапанные коробки, клапаны, гидрооросители, пульта управления, насосы и др.). Консервация гидросистем производится сразу после их испытания на водомасляной эмульсии, для чего оставшаяся в гидросистеме эмульсия сливается и через гидросистему прокачивается консервационное масло с 10% присадки КП-2 до тех пор, пока на сливе не появится чистое консервационное масло.

Необходимо, чтобы при консервации были прокачаны ингибированным маслом все полости гидросистемы. Многократное использование ингибированного масла для консервации допускается при его содержании в полученной новой эмульсии не менее 70% после прокачки через гидросистему.

Для последующего использования масла необходимо дать

отстояться этой эмульсии и слить верхний слой, состоящий из ингибированного масла.

Нижний слой эмульсии может быть использован в качестве рабочей жидкости при испытаниях других машин.

Консервационное масло с присадкой КП-2 совместно с водомасляной эмульсией без образования осадков, сгустков и пены.

Консервационное масло с присадкой КП-2 перед транспортированием машин и механизмов может быть слито из гидросистемы.

Консервацию внутренних поверхностей гидросистем, работающих на индустриальных маслах, можно совмещать с процессом испытания машин, применяя индустриальное масло с 5% присадки КП-2. Никакой дополнительной консервации в этом случае не требуется.

Все наружные неокрашенные обработанные поверхности машин, детали с фосфатными и оксидными пленками, а также с гальваническими покрытиями подлежат консервации.

Перед консервацией поверхности должны быть тщательно очищены от окалины, коррозии, загрязнений, обезжирены бензином или уайт-спиритом и просушены.

Ингибированное масло необходимо наносить на поверхности деталей тонким слоем из расчета 6—8 г/м² при помощи ветоши, окутыванием, наливом, распылением.

Излишкам масла после консервации дают возможность стечь в течение 30 мин.

Раннее законсервированные на заводах гидрокомплексы, узлы и детали машин маслом с присадкой КП-2 перед началом эксплуатации расконсервации не подлежат.

Принятое ОТК оборудование после ремонта должно быть окрашено. Окраска придает оборудованию товарный вид и обеспечивает защиту наружных поверхностей от коррозии на время транспортирования, хранения и эксплуатации горных машин.

Защитные свойства лакокрасочных покрытий состоят в том, что на поверхности изделия создается сплошная пленка, предохраняющая поверхность металла от проникновения агрессивных агентов и тем самым от коррозионного разрушения. Эти свойства особенно важны при защите от коррозии полостей редукторов, внутренних поверхностей магнитных станций, камер контроллеров и других поверхностей.

В соответствии с требованиями ГОСТ 9894—61 и рекомендациями других нормативных материалов Гидроуглемашем разработаны рекомендации, предусматривающие применение лакокрасочных покрытий для оборудования, эксплуатирующегося в шахтных условиях в умеренно континентальном и тропическом климате. Эти рекомендации могут быть использованы

Таблица 68

Обозначение группы покрытий по ГОСТ 9894—61	Климат	Характеристика условий эксплуатации покрытий
А	Умеренно континентальный	Воздействие шахтной среды: повышенная влажность, угольная и породная пыль, случайные удары кусков угля и породы. Взаимодействие атмосферных влияний в условиях различных районов Советского Союза (Воркута, Чиватура, Львовско-Волынский бассейн, Донбасс, Кузбасс, Мосбасс) на период транспортирования и хранения на открытых площадках или под навесом: а) для машин в сборе на срок до 6 месяцев; б) для запасных частей и инструмента в упаковке
АТ	Тропический	Та же, что для группы А, с дополнительным воздействием атмосферных условий сухого и влажного тропического климата, но без воздействия солнечной радиации и осадков, повышенной температуры при низкой или высокой относительной влажности на время транспортирования и хранения. Воздействие биологических факторов (термиты, грызуны), колебаний температуры, песка и пыли. Средняя температура от +55°С до -10°С, относительная влажность 80—95% при 20°С, изменение температуры за 8 ч —40°С
Х	Умеренно континентальный	Воздействие шахтной среды: повышенная влажность, угольная и породная пыль, случайные удары кусков угля и породы, периодический капез и брызги шахтной воды (кислой или щелочной). Шахтная вода содержит хлориды и сульфиты (до 2500—3000 мг/л) Воздействие атмосферных влияний в условиях различных районов Советского Союза на период транспортирования и хранения на открытых площадках или под навесом: а) для машин в сборе на срок до 6 месяцев; б) для запасных частей и инструмента в упаковке
М	Умеренно континентальный	Воздействие минеральных масел и консистентных смазок при температуре до 75°С
МТ	Тропический	Та же, что группа М с дополнительным воздействием повышенной влажности (до 95%) на время транспортирования и хранения
Э	Умеренно континентальный	Воздействие электрических разрядов
ЭТ	Тропический	Та же, что группа Э с дополнительным воздействием повышенной температуры (до +55°С) и повышенной влажности (до 95%) на время транспортирования и хранения

и для окраски горношахтного оборудования после капитального ремонта.

Для правильного выбора видов лакокрасочных покрытий необходимо учитывать условия эксплуатации покрытий шиваемых изделий или их частей (грунта покрытия), класс качества поверхности окрашиваемых изделий для их частей, цвет окраски, марку эмали.

В соответствии с ГОСТ 9894—61 применительно к условиям эксплуатации подземного оборудования приняты следующие группы покрытий:

- А — покрытия атмосферостойкие, соответствующие условиям эксплуатации под навесом;
- АТ — то же, что и группа А, но для тропического климата;
- Х — покрытия химически стойкие;
- М — покрытия маслостойкие;
- МТ — то же, что группа М, но для тропического климата;
- Э — покрытия электроизоляционные;
- ЭТ — то же, что группа Э, но для тропического климата.

В табл. 68 приведена классификация покрытий по условиям эксплуатации. По внешнему виду поверхности лакокрасочных покрытий подразделяются на 4 класса. В табл. 69 приведена классификация покрытий по ГОСТ 9894—61.

Таблица 69

Классы покрытий	Характеристика внешнего вида
I	Поверхность ровная, гладкая, однородная. Не допускаются дефекты поверхности, видимые без применения увеличительных приборов
II	Поверхность ровная, гладкая, однородная или с характерным рисунком. Допускаются отдельные, малозаметные без применения увеличительных приборов соринки, следы зачистки, риски, штрихи и пр. Рисуночные покрытия (молотковые, муар и т. п.) должны иметь четкий рисунок без непроявленных участков
III	Поверхность однородная, гладкая или с характерным рисунком. Допускаются отдельные, заметные без применения увеличительных приборов соринки, следы зачистки, риски и штрихи, а также неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности до окраски
IV	Поверхность однородная или с характерным рисунком. Допускаются неровности, связанные с состоянием окрашиваемой поверхности, и другие дефекты, видимые без применения увеличительных приборов, не влияющие на защитные свойства покрытий

Применительно к горношахтному оборудованию классификация лакокрасочных покрытий приведена в табл. 70.

Таблица 70

№ п/п	Наименование изделий и их частей	Класс покрытия для исполнения	
		нормального	экспортного
1	Комбайны:		
	корпус комбайна	IV	III
	режущие органы и погрузочные устройства	IV	III
	опоры-лыжи	IV	III
	пульт управления	III	II
	внутренние полости корпусов электрооборудования	IV	III
2	Конвейеры:		
	конвейерный став, скребки, цепи, звенья и желоба кабелеукладчика, погрузочные лемехи, борта става	IV	III
	приводные и натяжные головки:		
	редуктор, турбомуфта и двигатель, рамы приводных и натяжных головок	IV	III
	внутренние полости корпусов механических передач	IV	III
	внутренние полости корпусов электрооборудования	IV	III
трубопроводы	IV	III	
3	Крепи механизированные:		
	основания и перекрытия снаружи, ограждающие щитки, спинки, козырьки и т. д.	IV	III
	основания и перекрытия внутри, распорные гидравлические стойки, силовые цилиндры, домкраты подачи	IV	III
	гидрооборудование:		
	гидрораспределители и прочая пусковая и регулирующая аппаратура	III	II
	пульт управления	III	II
трубопроводы	IV	III	
4	Штрековое оборудование, придаваемое комплексам:		
	скребковые перегружатели	IV	III
	насосные и магнитные станции:		
	опорные рамы и салазки	IV	III
	корпусы магнитных станций, электроаппаратуры и электродвигателей	IV	III
	корпусы насосов, гидродвигатели и баки	III	II
пульт управления	III	II	
трубопроводы	IV	III	
5	Гидрооборудование, выпускаемое самостоятельно:		
	гидродвигатели, гидронасосы, пусковая и регулирующая аппаратура	III	II

Таблица 71

№ п/п	Наименование изделий и их частей	Покрытие для исполнения
1	Комбайны для мощных и средних пластов:	
	корпус комбайна	Желтая
	режущие органы и погрузочные устройства	Коричневая
	опоры-лыжи	Черная
	пульт управления	Слоновой кости
	внутренние полости корпусов механических передач	См. табл. 68 группы М и МТ
	внутренние полости корпусов электрооборудования	См. табл. 68 группы Э и ЭТ
	Трубопроводы:	
	воды	Салатная
	масла	Коричневая
эмульсии	Слоновой кости	
воздуха	Голубая	
2	Комбайны для тонких пластов:	
	корпус комбайна	Салатная
	режущие органы и погрузочные устройства	Коричневая
	опоры-лыжи	Черная
	пульт управления	Слоновой кости
	внутренние полости корпусов механических передач	См. табл. 68 группы М и МТ
	внутренние полости корпусов электрооборудования	См. табл. 68 группы Э и ЭТ
	Трубопроводы:	
	воды	Салатная
	масла	Коричневая
эмульсии	Слоновой кости	
воздуха	Голубая	
3	Конвейеры:	
	конвейерный став, скребки, цепи, звенья и желоба кабелеукладчика, погрузочные лемехи, борта става	Коричневая
	приводные и концевые (натяжные) головки:	
	редуктор, турбомуфта и двигатель, рамы приводных и натяжных головок, блоки приводных звездочек и обводные барабаны концевых головок	Слоновой кости
	внутренние полости корпусов механических передач	См. табл. 68 группы М и МТ
	внутренние полости корпусов электрооборудования	См. табл. 68 группы Э и ЭТ
	домкраты передвижки и стойки	Слоновой кости
	Трубопроводы:	
	воды	Салатная
	масла	Коричневая
эмульсии	Слоновой кости	
воздуха	Голубая	
4	Крепи механизированные для мощных и средних пластов:	
	основания и перекрытия снаружи, ограждающие щитки, спинки, козырьки и т. д.	Желтая
	основания и перекрытия внутри, распорные гидравлические стойки, силовые цилиндры, домкраты подачи	Слоновой кости

№ п/п	Наименование изделий и их частей	Расцветка для всех групп покрытий
5	Гидрооборудование: гидрораспределители и прочая пусковая и регулирующая аппаратура пульт управления	Желтая Слоновой кости
	Трубопроводы: воды масла эмульсии воздуха	Салатная Коричневая Слоновой кости Голубая
6	Крепи механизированные для тонких пластов: основания и перекрытия снаружи, ограждающие щитки, спинки, козырьки и т. д. основания и перекрытия внутри, распорные, гидравлические стойки, силовые цилиндрические домкраты подачи пульт управления	Светло-серая Салатная Слоновой кости
	Гидрооборудование: гидрораспределители и прочая пусковая и регулирующая аппаратура Трубопроводы: воды масла эмульсии воздуха	Желтая Салатная Коричневая Слоновой кости Голубая
7	Комплексы	Отдельные машины и виды оборудования, входящие в комплекс, окрашиваются в соответствии с вышеприведенными указаниями
	Штрековое оборудование к комплексам: скребковые перегружатели, исключая салазки салазки насосные и магнитные станции, опорные рамы и салазки корпусы магнитных станций, электроаппаратуры и электродвигателей, корпуса насосов, гидродвигателей и баки: для мощных и средних пластов для тонких пластов пульты управления	Красная Желтая Черная Желтая Светло-серая Слоновой кости
8	Трубопроводы: воды масла эмульсии воздуха	Салатная Коричневая Слоновой кости Голубая
	Гидрооборудование, выпускаемое самостоятельно: гидродвигатели, гидронасосы, пусковая и регулирующая аппаратура	Желтая

Таблица 72

Обозначение группы покрытий

№ п/п	Цвета	A	АГ	X	M	MT	Э	ЭТ
1	Желтый	НЦ-132Н, желтый ГОСТ 6631-74	ХВ-124, желтый ВТУ 35ХП № 627-63	-	-	-	-	-
2	Салатный	НЦ-132П, фишпак- кокий ГОСТ 6631-74	ПФ-133, салатный ВТУ 35ХП № 627-63	-	-	-	-	-
3	Слоновой кости	НЦ-132П, слоновой кости ГОСТ 6631-74	ХВ-124, кремовый ВТУ 35ХП № 627-63	-	-	-	-	-
4	Красный	НЦ-132П, красный ГОСТ 6631-74	ХВ-124, красный ГОСТ 10144-74	-	-	-	ГФ-92.ХК, красный ГОСТ 9151-69	-
5	Черный	НЦ-132П, черный ГОСТ 6631-74	ХСЭ-25, черный ТУ МХП 2289-50	-	-	-	-	-
6	Светло-серый	НЦ-132П, светло- серый ГОСТ 6631-74	ХВ-124, серый ГОСТ 10144-74	-	-	-	ГФ-92.ХК, серый ГОСТ 9151-69	-
7	Голубой	НЦ-132П, голубой ГОСТ 6631-74	ХВ-124, голубой ГОСТ 10144-74	-	-	-	-	-
8	Коричневый	НЦ-132П, красно- коричневый ГОСТ 6631-74	ХВ-124, коричне- вый ГОСТ 10144-74	-	-	-	-	-
9	Оранжевый	НЦ-132П, оранже- вый ГОСТ 6631-74, изготавливается по специальному за- казу	-	-	-	-	-	-
10	Морской волны	НЦ-132П, морской волны ГОСТ 6631-74	-	-	-	-	-	-

Цвет горношахтного оборудования и его частей может быть выбран из табл. 71.

Марки лакокрасочных материалов и цвета покрытий приведены в табл. 72.

Для шахт с кислыми и щелочными водами (группа X) рекомендации по выбору лакокрасочных материалов не даны, в связи с отсутствием недефицитных эмалей, полностью удовлетворяющих требованиям достаточной стойкости в агрессивных шахтных условиях.

Пробки для заливки смазки, предупреждающие надписи на взрывобезопасных оболочках, должны окрашиваться в красный цвет.

При выборе лакокрасочных материалов необходимо учитывать продолжительность их сушки в зависимости от температуры. В табл. 73 приведена продолжительность сушки эмалей.

Таблица 73

Марка эмали	Температура, °С	Время, ч
НЦ-132П	18—22	3
	18—23	3
ХВ-124	60	1
	18—23	48
ПФ-133	80	1,5
	18—23	24
ГФ-92-ХС	105—110	3
ГФ-92-ГС		

§ 4. Приемка

К окончательной приемке предъявляется отремонтированное оборудование после его испытания и полной сборки и укомплектования инструментом, приспособлениями и запасными частями.

В предъявленном к приемке оборудования отрегулированные узлы ответственного назначения (гидронасосы, гидродвигатели, клапаны различных назначений, приборы контроля давления и др.), обеспечивающие нормальный режим работы машины, пломбируются, а результаты испытаний узлов записываются в журнал учета.

При приемке проверяется надежность закрепления узлов. После затяжки гаек пружинные шайбы должны прилегать к деталям и гайкам по всей окружности.

Отверстия для шплинтов в болтах и шпильках не должны быть забиты. Диаметр шплинта должен соответствовать диаметру отверстия в болте или шпильке, головка шплинта утоплена в прорези гайки, не допускаются трещины и надломы в

местах перегиба концов шплинта. Усики створных шайб должны входить в пазы и надежно предохранять детали от проворачивания.

Все рукоятки включения механизмов и регулирующих устройств должны свободно поворачиваться.

Особое внимание при приеме оборудования уделяется качеству сборки электрооборудования и, прежде всего, контролю его взрывобезопасности. Контролю подлежат взрывозащитные зазоры, длина взрывозащитных поверхностей, отсутствие повреждений на них, чистота обработки. Проверка состояния общей безопасности электрооборудования (состояние изоляции, пути утечки, электрические зазоры) производится в соответствии с требованиями ПИВРЭ. Все взрывобезопасные оболочки как отремонтированного электрооборудования, так и получаемого от других предприятий, снабжаются знаками их исполнения: 1В РВ; 2В РВ; 3В РВ. Контроль щелевого (диаметрального и плоского) зазора производится щупом, не менее чем в четырех—шести противоположных местах. Визуально на взрывобезопасных оболочках контролируется отсутствие трещин, надломов, прожогов.

Все неиспользуемые кабельные вводы, штуцеры и отверстия, соединяющие внутренние полости оболочек с атмосферой, должны быть закрыты взрывонепроницаемыми заглушками.

Уплотняющие устройства кабельных вводов должны обеспечивать надежное закрепление кабелей с помощью резиновых колец, поджимаемых фланцами. Кабель при этом не должен проворачиваться и перемещаться в осевом направлении. Обязательными являются исправность и наличие охранных колец, а также установка на электрооборудовании всех крепежных деталей с пружинными шайбами. Механическая защита кабелей, выполняемая в виде пружины, по своим размерам должна соответствовать чертежам; а ее концы надежно привариваться к соответствующему месту кабельных вводов. Жилы кабелей присоединяются к зажимам с применением корончатых латуновых шайб, во избежание их расчленения.

Блокирующие сегменты на рукоятках включения контроллера и блокирующие скобы на крышках реверсивных пускателей должны обеспечивать механическую блокировку штепсельных муфт при включенном контроллере.

Перекрытие элементов механической блокировки штепсельного разъединителя в забойных машинах при включенном положении рукоятки управления разъединителем должно составлять не менее 8 мм. При приемке оборудования обязательно проверяют состояние крепления проводов силовой и вспомогательной цепей к контактным зажимам, надежность крепления всех электрических аппаратов во взрывобезопасных камерах, а также деталей заземляющего контура.

При проверке состояния путей утечек тока обращают внимание на то, чтобы концевые изоляторы были надежно закреплены на клею (№ 88 ТУ МХП 1542—49), хлопчатобумажная оплетка проводов должна быть снята от места их крепления на длине не менее 20 мм. Обязательным является проверка рабочего состояния силовой цепи, цепи управления и цепи заземления каждой отремонтированной машины, путем включения.

Для улучшения качества ремонта целесообразно периодически проводить контрольные проверки отремонтированных машин, из числа принятых отделом технического контроля. В процессе контрольной проверки производится внешний осмотр изделия, затем проверяется качество сборки всей машины, отдельных узлов, соответствие изготовленных и восстановленных деталей требованиям рабочей и ремонтной документации. Особое внимание при этом уделяется качеству монтажа электрооборудования, выполнению требований его электробезопасности.

Все обнаруженные в процессе контрольной проверки дефекты устраняются, производится сборка и повторное испытание машины согласно методике заводских испытаний.

Результаты контрольной проверки оформляются актом, с указанием всех обнаруженных дефектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банатов П. С. Ремонт горных машин. М., Углетехиздат, 1959, 187 с.
2. Вайнер Я. В., Давочкин М. А. Технология электрохимических покрытий. Л., «Машиностроение», 1972, 464 с.
3. Руководство по применению электромера ГЭИ-170 (В) при ремонте локомотивов (312-ЦТТЕП). ВНИИ железнодорожного транспорта, М., «Транспорт», 1966, 65 с.
4. Геллер Л. М., Ковенский Ю. Л. Ремонт гидравлической подвижной части. М., «Недра», 1964, 148 с.
5. Жедяевская Г. Д. «Автомобильный транспорт», 1963, № 3, с. 19—20.
6. Истомин В. И. Работы ВУГИ в области повышения надежности, долговечности и износостойкости горных машин — В кн.: Прочность и износ горного оборудования. М., Госгортехнадзат, 1959, с. 127—133.
7. Ильин В. А. Цинкование и кадмирование. Л., «Машиностроение», 1971, 88 с.
8. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев, «Техника», 1970, 396 с.
9. Кремень З. И., Павлючук А. И. Абразивная обработка. Л., «Машиностроение», 1967, 114 с.
10. Кадавер Л. И., Мясковский Л. М. Электролитическое осаждение железохромовых покрытий. «Технология и организация производства», Киев, № 5, с. 73—74.
11. Лайнер В. И. Современная гальванотехника. М., «Металлургия», 1967, 384 с.
12. Лайнер В. И., Кудрявцев Н. Т. Основы гальваностегии, в. I. М., Металлургиздат, 1953, 624 с.
13. Мелков М. П. Электролитическое наращивание деталей машин твердым железом. Саратов, Приволжское книжное издательство, 1964, 204 с.
14. Марченко Н. А., Лишко С. X., Матрохова А. П. Электрохимические методы повышения долговечности деталей машин. Киев, «Техника», 1969, 135 с.
15. Методика разработки нормативов расходов запасных частей к горношахтному оборудованию. М., Гипроуглемаш, 1974, 149 с.
16. Методические указания (инструкция) по составлению карт браковочных признаков. М., Гипроуглемаш, 1970, 47 с.
17. Новиков М. П. Основы сборки машин и механизмов. М., «Машиностроение», 1969, 632 с.
18. Научные труды Саратовского политехнического института. 1969, вып. 37, 124 с.
19. Обобщение опыта ремонта горношахтного оборудования. М., «Недра», 1964, с. 3—26. Авт.: Б. П. Воробьев, Н. С. Ровный, Ю. Л. Ковенский, Н. В. Норкин.
20. Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования. М., «Энергия», 1969, 223 с.
21. Плетнев Д. В., Бруснецова В. И. Основы технологии износостойких и антифрикционных покрытий. М., «Машиностроение», 1968, 272 с.
22. Пиявский Р. С. Упрочнение деталей электролитическим железованием. М., «Машиностроитель», 1968, № 12, с. 31—32.
23. Пархоменко А. И., Гришин А. А., Воробьев Б. П. Восстановление деталей гидромеханизированных крепей М87 электролитическими

покрытиями на рудоремонтных заводах. Киев, «Уголь Украины», 1971, № 9, 58 с.

24. Сборник инструкций к правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., «Недра», 1964. 263 с.

25. Сточик Г. Ф. Защитные покрытия в машиностроении. М., Машгиз, 1963. 288 с.

26. Симонов А. Л. Ремонт забойных машин. М., Углетехиздат, 1957. 142 с.

27. Тененбаум М. М. Пути снижения абразивного износа деталей редукторов угольных машин. — В кн.: Прочность и износ горного оборудования. М., Госгортехиздат, 1959, с. 201—210.

28. Труды Кишиневского сельскохозяйственного института им. М. В. Фрунзе, т. 59, 1970. 185 с.

29. Черкез М. Б. Хромирование. Л., «Машиностроение», 1971. 112 с.

30. Шилов П. М. Технология производства и ремонт горных машин. М., «Недра», 1971. 382 с.

31. Шадричев В. А. Основы выбора рационального способа восстановления автомобильных деталей металлопокрытиями. М., Машгиз, 1962. 287 с.

32. Электролитические сплавы. М., Машгиз, 1962. 312 с. Авт.: Федотьев Н. П., Бибяков Н. Н., Вячеславов П. М., Грилихес С. А.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	
Глава 1. Износ и разрушение деталей и узлов забойных машин	3
§ 1. Причины износа и разрушения деталей и узлов	5
§ 2. Меры по снижению износа и разрушения деталей и узлов	21
Глава 2. Организация капитального ремонта горношахтного оборудования на ремонтных предприятиях	14
§ 1. Основные направления в организации ремонта горношахтного оборудования	14
§ 2. Межремонтные сроки эксплуатации горношахтного оборудования	15
Глава 3. Ремонтные документы	30
§ 1. Состав ремонтной документации	30
§ 2. Определение допустимых износов элементов деталей и узлов	32
§ 3. Ремонтные чертежи	41
§ 4. Нормативы расхода запасных частей, дифференцированные по бассейнам (группам комбинатов) и средине по отраслям	44
Глава 4. Подготовка машин к ремонту	69
§ 1. Разборка машин	69
§ 2. Мойка узлов и деталей	70
§ 3. Дефектация деталей	70
§ 4. Общие технические условия на дефектировку деталей и узлов	74
§ 5. Оценка непригодности деталей	75
Глава 5. Технология ремонта и восстановления деталей	86
§ 1. Ручная электродуговая и газовая сварка и наплавка	87
§ 2. Полуавтоматическая и автоматическая сварка и наплавка	93
§ 3. Вибродуговая наплавка	98
§ 4. Хромирование	100
§ 5. Осталивание	112
§ 6. Цинование	124
§ 7. Электролитические сплавы	127
§ 8. Ремонт и восстановление элементов деталей и узлов	129
§ 9. Прочие способы восстановления	132
§ 10. Механическая обработка и упрочнение деталей, восстановленных различными способами	135
§ 11. Целесообразность применения различных способов восстановления деталей	136
Глава 6. Особенности ремонта узлов и деталей гидрооборудования	140
§ 1. Организация ремонта	140
§ 2. Восстановление деталей и узлов, изготовление ремонтных деталей гидромеханизированных крепей	141
§ 3. Ремонт индивидуальных гидравлических стоек	150
§ 4. Ремонт гидродвигателей и гидронасосов гидравлических подающих частей выемочных комбайнов	153
Глава 7. Сборка горношахтного оборудования	161
§ 1. Сборка узлов и машин	161
§ 2. Сборка рукавов высокого давления с разборными заделками	164
Глава 8. Основные требования к ремонту рудничного электрооборудования	167
§ 1. Общие сведения	167
§ 2. Гидравлические испытания взрывобезопасных оболочек	169
§ 3. Технические требования к взрывобезопасным оболочкам	170
§ 4. Требования к сборке взрывобезопасного электрооборудования	179

	Стр.
Глава 9. Смазка машин	183
§ 1. Общие сведения	183
§ 2. Выбор смазочных материалов	185
§ 3. Организация смазочного хозяйства на ремонтных предприятиях	190
Глава 10. Испытание и приемка оборудования	191
§ 1. Цель и задача стендовых испытаний	191
§ 2. Испытательные стенды	193
§ 3. Консервация и окраска	201
§ 4. Приемка	210
Список литературы	213

Воробьев Борис Порфирьевич
 Воробьев Владимир Порфирьевич
 Ковенский Юдель Лейбович
 Норкин Николай Владимирович
 Семенюта Григорий Михайлович
 Шахтин Илья Михелевич

Ремонт забойных машин

Редактор издательства Т. А. Антонова
 Переплет художника Б. Ю. Лисенкова
 Художественный редактор О. И. Зайцева
 Технический редактор А. Е. Матвеева
 Корректор В. И. Ионкина

Сдано в набор 24/X 1975 г. Подписано в печать 19/III 1976 г. Т-06432. Формат 60×90^{1/16}.
 Бумага № 2. Печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 12,84. Тираж 6000 экз. Заказ № 1160/5396-12.
 Цена 64 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
 Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете
 Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
 109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.