

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Российский Государственный Университет нефти и газа им. И.М. Губкина

Кафедра машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности

П.Г.Кузьменков

РЕМОНТ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию в качестве учебного пособия для подготовки дипломированных специалистов по специальности 130602 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» направления 130600 «Оборудование и агрегаты нефтегазового производства», а также подготовки бакалавров и магистров по направлению 130500 «Нефтегазовое дело» рукописи Кузьменкова П.Г. «Ремонт бурового оборудования», представленной Российским государственным университетом нефти и газа им. И.М. Губкина.

Кузьменков П.Г. Ремонт бурового оборудования. Учебное пособие. – М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004.

В пособии приводятся основные сведения о ремонте оборудования для бурения скважин на нефть и газ.

Рассмотрены вопросы организации ремонта машин и оборудования на ремонтных предприятиях нефтяной и газовой отраслей.

Дано описание технологии ремонта, включающей подготовительные операции, разборку оборудования, дефектовку и сортировку деталей с использованием неразрушающего контроля и других методов.

Приведены различные способы восстановления деталей и сопряжений, типовые технологические процессы ремонта деталей, а также заключительные операции при ремонте машин и оборудования.

В заключительной части пособия охарактеризованы особенности ремонта отдельных видов бурового оборудования.

Учебное пособие по дисциплине «Эксплуатация, ремонт и монтаж машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов» для студентов, обучающихся по направлению 130600 – Оборудование и агрегаты нефтегазового производства, по специальности СП-01 «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов», для слушателей факультетов повышения квалификации (инженерно-технических работников НИИ, КБ, буровых предприятий, разрабатывающих и эксплуатирующих буровое оборудование).

Рецензенты: доцент, к.т.н. В.П. Грабович;
зав. лабораторией 4Л2 ОАО «ВНИИнефтемаш» В.Н. Судницын

© П.Г. Кузьменков, 2004

© РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004

Введение

Ремонт бурового оборудования обеспечивает поддержание и восстановление исправности машин и оборудования при проводке скважин на нефть и газ. От качества ремонта во многом зависит эффективность работы оборудования и затраты труда и материальных средств при бурении скважин. Применение прогрессивных технологических процессов ремонта обуславливает повышение надежности машин.

Условия работы бурового оборудования предъявляют высокие требования к его ремонтпригодности как на месте эксплуатации так и на базах производственного обслуживания и специализированных ремонтных предприятиях.

В связи с этим в работе рассматриваются вопросы организации ремонта на ремонтных предприятиях, включающие использование сетевого планирования, технологии ремонта и неразрушающего контроля. Рассматриваются способы восстановления деталей и сопряжений, обкатка и испытания отремонтированных машин.

Представлены особенности ремонта отдельных видов бурового оборудования, достижения отечественных ученых, проектных, научно-исследовательских и производственных организаций по разработке основ восстановления и ремонта бурового оборудования.

Организация ремонта бурового оборудования

Специфические особенности буровых работ на нефть и газ обуславливают работу оборудования под открытым небом в тяжелых климатических условиях, часто в труднодоступных районах, сложность демонтажа и транспортировки на новую точку бурения. Эти факторы создают дополнительные трудности при эксплуатации и ремонте оборудования вследствие чего организация ремонтной службы должна быть гибкой и мобильной.

Основной задачей ремонтных предприятий является поддержание бурового оборудования в работоспособном состоянии. Эти предприятия различаются по назначению и характеру ремонтных работ.

1.1 Структура управления ремонтным хозяйством буровых предприятий.

Ведущим подразделением ремонтного хозяйства нефтяной и газовой промышленности являются территориальные машиностроительные и ремонтно-механические заводы производственных машиностроительных объединений.

Ремонтно-механические заводы специализируются на капитальном ремонте определенных видов оборудования. Подобная специализация повышает качество ремонта и сокращает его продолжительность. Машиностроительные ремонтно-механические заводы изготавливают также запасные части к оборудованию, метизы, нестандартное и серийное оборудование.

В территориальных нефтегазодобывающих объединениях работы по правильной эксплуатации оборудования и поддержанию его в работоспособном состоянии осуществляют следующие подразделения:

- центральная база производственного обслуживания (ЦБПО);
- база производственного обслуживания (БПО) управления буровых работ (УБР);
- ремонтное подразделение управления технологического транспорта;
- ремонтные подразделения тампонажных контор;
- ремонтные бригады, осуществляющие текущее ремонтное обслуживание в районных инженерно-технических службах (РИТС).

Функции базы производственного обслуживания

УБР: прокат механического и энергетического оборудования, инструмента, средств и систем автоматизации, телемеханики и КИП, находящихся на балансе БПО; поддержание перечисленного оборудования в работоспособном состоянии; обеспечение своевременного материально-технического и текущего ремонтного обслуживания; осуществление планово-предупредительных осмотров состояния оборудования и его ремонта в соот-

ветствии с утвержденными планами-графиками; изготовление запасных частей, инструмента, метизов, крепежных деталей и т.д.; ликвидация аварий и установление их причин; контроль за эксплуатацией оборудования и недопущение нарушений правил его эксплуатации; отправка оборудования и приборов в капитальный ремонт и прием их из ремонта.

База производственного оборудования имеет статус цеха и подчиняется непосредственно начальнику УБР.

База производственного обслуживания состоит обычно из следующих цехов: прокатно-ремонтного бурового оборудования, прокатно-ремонтного труб и турбобуров, прокатно-ремонтного электрооборудования и электроснабжения, промывочных жидкостей, пароводоснабжения, автоматизации производства, инструментальной площадки.

Прокатно-ремонтный цех бурового оборудования производит обслуживание и плановый ремонт бурового и другого механического оборудования основного и вспомогательного производств в соответствии с планами-графиками ремонта, изготовление запасных частей, приспособлений и нестандартного оборудования, проведение пусконаладочных работ перед началом бурения и установление технического состояния бурового оборудования после окончания бурения скважин, укомплектовывает буровые установки при монтаже их и др.

Прокатно-ремонтный цех труб и турбобуров своевременно и бесперебойно обеспечивает бурящиеся скважины турбобурами и трубами нефтяного сортамента, проводит ремонт турбобуров, турбодолот и бурильных колонн.

Прокатно-ремонтный цех электрооборудования и электроснабжения обеспечивает снабжение электроэнергией производственных объектов, проводит техническое обслуживание и ремонт электрооборудования буровых установок и БПО.

При бурении скважин электробурами в составе БПО имеется прокатно-ремонтный цех электробуров (ПРЦЭ).

Инструментальная площадка снабжает буровые бригады необходимыми материалами, инструментом и запасными частями.

Цех автоматизации производства проводит техническое обслуживание и обеспечение бесперебойной работы КИП, средств автоматизации и телемеханики.

Структура и штаты БПО устанавливаются на основе объема и условий работы УБР, а её деятельность организуется в соответствии с утвержденными текущими и перспективными планами основного производства и оперативными указаниями центральной инженерно-технологической службы при изменениях производственной обстановки или возникновении аварийных ситуаций.

Техническое и методическое руководство механоремонтной службой УБР осуществляется отделом главного механика. Этот отдел разрабатывает и обосновывает проекты перспективных и оперативных планов ремонта, анализирует и оценивает их выполнение, контролирует обслуживание и ремонт согласно инструкций и требований системы ППР, устанавливает потребность

Техническое и методическое руководство механоремонтной службой УБР осуществляется отделом главного механика. Этот отдел разрабатывает и обосновывает проекты перспективных и оперативных планов ремонта, анализирует и оценивает их выполнение, контролирует обслуживание и ремонт согласно инструкций и требований системы ППР, устанавливает потребность в капитальном ремонте оборудования, составляет заявку на ремонтные предприятия, привлекаемые к работам подрядным и хозяйственным способом, контролирует качество ремонта, своевременную подготовку и сдачу ремонтного фонда и т.п.

На буровых предприятиях руководство работами по обеспечению правильного использования и поддержанию оборудования в работоспособном состоянии, его модернизации и механизации производства возложено на главного механика предприятия.

В подчинении главного механика в зависимости от объема и организации буровых работ находится отдел главного механика или механо-энергетический, прокатно-ремонтные цеха бурового оборудования, труб и турбобуров, вышко-монтажный цех, пуско-наладочные бригады и механики производственных цехов.

По структуре управления буровых предприятий главный механик подчинен главному инженеру УБР.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудования на основе системы ППР главный механик силами своего отдела, БПО, пуско-наладочных бригад и механиков производственных цехов, специализированных ремонтных заводов осуществляет ремонт оборудования.

Территориальное нефтегазодобывающее объединение по линии ремонтного обслуживания устанавливает связи с заводами ОАО «Нефтебур» и других ведомств, выполняющих те же функции, а также с управлением по комплектованию оборудования.

1.2 Организация текущего ремонта.

Текущий ремонт представляет собой наименьший по объему плановый ремонт, который состоит в частичной разборке отдельных узлов оборудования, замене изношенных деталей со сроком службы равном межремонтному периоду, регулировке механизмов обеспечения нормальной эксплуатации оборудования. При проведении этого вида ремонта выполняются работы и технического обслуживания. Ремонт обычно выполняется непосредственно на буровой обслуживающим персоналом, то есть силами буровой бригады и иногда с привлечением комплексных бригад БПО.

1.3 Организация среднего ремонта

Средний ремонт проводится путем частичной разборки оборудования и замены или восстановления изношенных деталей со сроком службы менее межремонтного цикла. При этом обеспечивается работоспособность обо-

дования. При ремонте одновременно выполняются и работы, предусмотренные при текущем ремонте. Средний ремонт выполняется непосредственно на буровой или же в цехах БПО ремонтными бригадами. Так, например, на буровой возможна замена барабанного вала лебедки.

1.4 Организация капитального ремонта.

Капитальный ремонт является наиболее сложным и трудоемким по объему видов планового ремонта для полного восстановления работоспособности и первоначальной характеристики оборудования. При этом производится полная разборка оборудования с заменой или восстановлением узлов и деталей, включая и базовые, со сроками службы равными межремонтным циклам. Одновременно проводятся работы, выполняемые при текущем и среднем ремонте. При капитальном ремонте может производиться модернизация оборудования. Ремонт выполняется на специализированных ремонтных заводах или в цехах БПО, ЦБПО.

Все виды плановых ремонтов проводятся в сроки, устанавливаемые годовыми планами-графиками ППР.

Внеплановый ремонт вызывается необходимостью восстановления работоспособности оборудования при авариях.

1.5 Организация ремонтных работ.

Организация этих работ включает:

- планирование работ по ремонту;
- техническую подготовку производства;
- использование прогрессивной технологии ремонта;
- механизацию слесарно-сварочных работ;
- развитие специализации ремонта по видам оборудования;
- расширение области применения узлового и обезличенного ремонта;
- обеспечение ремонтной документацией.

Планирование работ по ремонту направлено на проведение работ в кратчайшие сроки с минимальными затратами.

Техническая подготовка производства заключается в проведении перед ремонтом материальной, технологической и организационной подготовке работ.

Материальная подготовка состоит в обеспечении предстоящих работ необходимыми материалами и оборудованием.

Технологическая подготовка заключается в разработке технических условий (ТУ) на капитальный ремонт (КР), технологических процессов разборки, сборки, восстановления и в составлении дефектных ведомостей.

Организационная подготовка работ предусматривает определение исполнителей и заключение необходимых договоров с ними, источников финансирования ремонтных работ.

Предприятия, осуществляющие работы по ремонту, должны обеспечиваться ремонтной документацией в соответствии с ГОСТ 2.602.68 «Ремонтные документы». Комплектность документов устанавливается по ГОСТ 3.1108-74.

1.5.1 Способы организации основного производственного процесса ремонта.

Существуют различные способы организации капитального ремонта бурового оборудования, которые применяются на практике в зависимости от размера, массы и сложности его конструкции [1].

Обезличенный ремонт заключается в том, что оборудование демонтируют и отправляют на ремонт на завод, вместо него устанавливают аналогичное отремонтированное оборудование. Способ считается наиболее эффективным, так как позволяет сократить простой оборудования из-за ремонта, однако, при этом необходимо иметь в наличии сменные фонды оборудования. Последние определяются на основании графиков ремонта, количества одновременно сменяемых одинаковых машин и в зависимости от продолжительности ремонта машины.

Себестоимость и продолжительность ремонта одного типа оборудования могут быть существенно сокращены, при наличии на предприятии отремонтированных или новых узлов и деталей, которые после ремонта базовой детали (станции или рамы) устанавливаются на ней.

Обезличенный ремонт считается нецелесообразным для крупногабаритного оборудования из-за большой трудоемкости его монтажа, демонтажа и транспортировки. В этом случае используется **крупноузловой способ ремонта**, при котором изношенные узлы заменяются новыми или заранее отремонтированными.

Необезличенный ремонт применяется для ремонта уникального оборудования при невозможности использования обезличенного и крупноузлового способов. При этом, ремонт осуществляется восстановлением работоспособности собственных узлов и деталей машины. Его характеризуют: универсальность применяемого оборудования и рабочих мест, отсутствие обезличенных деталей, узлов и агрегатов, высокая квалификация ремонтников, трудоемкость и высокая стоимость.

Организация производственного процесса на ремонтном предприятии.

2.1. Основные параметры процесса ремонта.

Основными параметрами, определяющими организацию производственного процесса ремонтного предприятия, являются: такт ремонта, продолжительность пребывания машины в ремонте и фронт ремонта [2].

Такт ремонта – промежуток времени по истечении которого на ремонтное предприятие должен поступить или выйти из ремонта очередной объект (машина, агрегат).

Для специализированного ремонтного предприятия с постоянной и равномерной загрузкой одноименными объектами ремонта такт ремонта (τ) равен

$$\tau = \frac{\Phi_{в.р.}}{n}, \quad (2.1)$$

где $\Phi_{в.р.}$ – годовой фонд времени специализированного ремонтного предприятия; n – количество объектов, которые должны быть отремонтированы за год.

При выполнении ремонта различных моделей оборудования такт ремонта одноименных объектов, ремонтируемых в определенный период года, определяется по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_{в.м}}{n_1}, \quad (2.2)$$

где $\Phi_{в.м}$ – фонд времени предприятия (мастерской) за период, в течение которого выполняется ремонт машин данной модели; n_1 – количество одноименных объектов.

Такт ремонта, рассчитываемый по формуле (2.2) используется при организации ремонта последовательно по моделям.

При проведении смешанного ремонта машин данного вида и поступление их не упорядочено по моделям, трудоемкости ремонта всех машин выражаются в условных единицах относительно одной какой-нибудь модели и рассматривается фонд времени предприятия для периода ремонта разномодельного парка машин. При этом расчет производится с помощью использования коэффициентов приведения капитального ремонта машин и агрегатов к машине (агрегату) – представителю. В этом случае коэффициент машины-представителя берется равным единице, а других машин и агрегатов, в зависимости от сложности их ремонта может быть больше или меньше единицы (табл. 2.1) [2].

Таблица 2.1

Коэффициенты приведения капитального ремонта машин и агрегатов к машине (агрегату) – представителю.

Тракторы	Машина-представитель (ДТ-75)	Двигатели	Машина-представитель (СМД-14)
ДТ-75, Т-74	1,00	ЯМЗ-238, ЯМЗ-240	1,29
Т-38	0,80		
Т-4, Т-4А, Т-150	1,34	Д-36, Д-40, Д-48М	1,02
К-700, К-701	1,44		
МТЗ-50, МТЗ-52	0,70	СМД-14, Д-75	1,00
МТЗ-80, МТЗ-82	0,78	Д-50	0,88
Т-40	0,58	Д-38	0,80
Т-25	0,44	Д-37М	0,65

При этом факт ремонта (час/усл.маш) определяется по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{с.м}}}{n_2} \quad (2.3)$$

где $\Phi_{\text{с.м}}$ - фонд времени предприятия за период смешанного ремонта машин (агрегатов); n_2 - количество всех машин, ремонтируемых за указанный период, выраженное в единицах принятой условной машины (агрегата).

Для смешанного ремонта машин и поступления их по моделям целесообразно предварительно сгруппировать их пропорционально количеству по моделям согласно годового плана ремонта.

Например, специализированная мастерская должна за год отремонтировать 320 тракторов МТЗ-50 и 160 тракторов Т-40 [2]. В этом случае считается целесообразным сгруппировать поступление машин в ремонт следующим образом: МТЗ-50; МТЗ-50; Т-40.

При этом такт (час/группа машин) смешанного ремонта равен:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{с.м}}}{n_3} \quad (2.4)$$

где $\Phi_{\text{с.м}}$ - годовой фонд времени специализированной мастерской; n_3 - количество в группе машин (в данном примере $n_3=160$).

Такт ремонта, определенный по формулам 2.1-2.4, позволяет рассчитать необходимое количество рабочих на каждом ремонтном посту; время, по истечении которого должен быть завершен ремонт каждого агрегата и узла; скорость передвижения конвейера; количество оборудования в основных и вспомогательных цехах и др.

2.2. Формы организации труда

Форма организации труда определяется объемом работ и характером ремонтируемых объектов (многообразие моделей, типов ремонтируемых машин) существуют следующие формы организации труда: бригадная, постовая и бригадно-постовая [2].

Бригадная форма – весь объем основных ремонтных работ (разборно-сборочные, слесарно-пригоночные, регулировочно-обкаточные) выполняется бригадой рабочих. Однако сварочные, кузнечные, механические работы выполняются специальными рабочими.

Существенные недостатки этой формы: труд по ремонту не разделяется между отдельными исполнителями, низкая производительность труда, повышенный расход запасных частей, высокая стоимость ремонта и низкое качество.

Применяется бригадная форма при ремонте единичных специальных машин (бульдозеры, экскаваторы и др.) и малой производственной программе ремонта, когда нецелесообразно расчленять технологический процесс по постам.

Постовая форма – весь производственный процесс ремонта расчленен на группы операций. Одна такая группа завершает технологический процесс как, например, ремонт шатунно-поршневой группы бурового насоса, ремонт масляного насоса, ремонт и сборка коробки скоростей буровой лебедки и т.д.

При постовой форме организации труда существуют специализированные рабочие посты, то есть постоянные рабочие места согласно элементам технологии ремонта машин.

Под **рабочим местом** понимается определенная площадь ремонтного предприятия с оборудованием, приборами и приспособлениями, позволяющая выполнять операции технологического процесса ремонта.

Рабочий пост – комплекс работающих и рабочих мест для выполнения ремонтных работ в соответствии с расчетным тактом.

Для ремонта машин в соответствии с запроектированным технологическим процессом комплектуются рабочие посты, охватывающие все операции технологического процесса. При комплектовании этих постов следует руководствоваться следующими правилами:

1. Работы, проводимые на рабочем посту, должны быть технологически однородны по приемам, инструменту и оборудованию.
2. Работы, производимые на рабочем посту, должны, по возможности, носить законченный характер, не допуская обезличивания их, снижения ответственности исполнителей и обеспечения гарантии высокого качества работ.
3. Количество исполнителей на посту устанавливается с учетом удобства выполнения работ и при минимальном количестве исполнителей.
4. Сумма трудоемкостей работ на посту с учетом количества работающих должна, по возможности, соответствовать расчет-

ному такту (недогрузка не более 5%, перегрузка не более 10%), то есть соблюдаться условие:

$$\frac{T_n}{m} = (0,95 \div 1,1) \tau \quad (2.5)$$

где T_n - трудоемкость работ, подобранных на пост, m - количество рабочих на посту.

5. При длительности технологических операций, при подобранном количестве исполнителей на посту больше расчетного такта следует вводить дублирующие посты.

Укомплектованные в соответствии с перечисленными правилами рабочие посты позволяют с достаточной точностью определить количество рабочих, подобрать необходимое технологическое оборудование, инструменты и приспособления для выполнения процесса ремонта.

Высокая эффективность постовой формы организации труда определяется относительно широким разделением труда и специализацией исполнителей по отдельным операциям, что позволяет повысить производительность труда, улучшить качество из-за уменьшения количества одновременно ремонтируемых машин, лучше использовать площади цеха с более рациональным расположением рабочих мест, постов и отделений, исключить излишние транспортировки узлов и деталей ремонтируемых машин, снизить себестоимость ремонта в связи с повышением производительности труда, улучшения использования оборудования, приборов и приспособлений, а также площади цеха.

Бригадно-постовая форма – сочетание первых двух форм. При этом значительная часть работ по ремонту машин (разборка, сборка и ремонт наиболее простых узлов) выполняется бригадой, ремонтирующей машину, а остальную часть работ и специальные работы (механические, сварные и др.) производят на специальных рабочих постах. При небольшом количестве ремонта однотипных машин целесообразно применять бригадно-постовую форму организации труда. При ремонте единичных машин рекомендуется применение бригадной формы организации труда.

На специализированных ремонтных предприятиях при массовом ремонте машин или агрегатов (двигателей, топливной аппаратуры и т. д.) целесообразно применение постовой формы организации труда.

2.3 Продолжительность пребывания машины (агрегата) в ремонте.

Важным другим параметром, определяющим организацию производственного процесса, служит продолжительность пребывания машины в ремонте. Она представляет период времени от начала первой операции до конца последней операции ремонта данного объекта.

Операции ремонта машины делятся на три группы.

Первая группа – полностью зависимые операции: начало последующей операции может последовать только после окончания предыдущей (доставка машины на ремонт и наружная мойка; наружная мойка и разборка).

Вторая группа – частично зависимые операции: начало последующей операции может начаться через какой-то промежуток времени от начала до предыдущей (разборка машины и мойка узлов; мойка деталей и дефектовка).

Третья группа – полностью независимые операции (ремонт топливной аппаратуры, ремонт шатунно-поршневой группы, ремонт клапанного механизма).

Длительность пребывания машины в ремонте равна сумме длительностей всех зависимых и частично зависимых операций.

Однако наиболее точно продолжительность производственного цикла ремонта определяется графическим путём.

2.4 График ремонтного цикла.

График строится в прямоугольных координатах. На оси ординат сверху вниз вписывается последовательный перечень работ, составляющий технологический процесс ремонта объекта с указанием нормы времени, количества человек на посту, длительности выполнения операции, процента загрузки поста. На оси абсцисс в определенном масштабе откладываются часы работы и указываются промежутки, равные тактам (Рис. 2.1).

Работа скомплектованных постов изображается на графике прямой линией, показывающей начало и конец выполнения операции или работы поста. При этом частично зависимые операции наносятся на график с некоторым перекрытием предыдущей операции. Начала независимых операций наносятся на графике тотчас после завершения последней зависимой для них операции.

После нанесения на график работы представляется возможным определение длительности производственного цикла. Для чего по графику определяется количество часов (дней) от начала первой операции до конца последней.

На рис 2.1 приводится график производственного цикла ремонта трактора ДТ-75 [2]. Такт составляет 7ч. Длительность производственного цикла равна восьми дням 6ч. (62ч.).

Рассчитанный процент загрузки постов показывает, что основные посты загружены вполне удовлетворительно (% загрузки колеблется от 99 до 106%).

2.5. Фронт ремонта

Определяется количеством объектов (машин, агрегатов), одновременно находящихся в ремонтном предприятии.

Фронт ремонта выражается формулой

$$f = \frac{t_p}{\tau} \quad (2.6)$$

где t_p - длительность пребывания объекта в ремонте, определяемая из графика производственного цикла; τ - расчетный такт ремонта объекта.

При выражении фронта ремонта не целым числом его значение округляется в большую сторону до ближайшего целого числа.

Примечание: При проведении смешанного группового ремонта для определения фронта ремонта необходимо:

1. построить график производственного цикла на ремонте смешанной группы машин;
2. определить продолжительность пребывания в ремонте наиболее трудоемкой (из группы) машин ($t_{p,сг}$);
3. определить суммарный (для группы) такт ремонта ($\tau_{сум}$).
4. фронт ремонта, в этом случае, выражается зависимостью

$$f = \frac{t_{p,сг}}{\tau_{сум}} \quad (2.7)$$

При наличии данных о продолжительности производственного цикла, то есть о продолжительности пребывания объекта можно построить календарный график ремонта на месяц, квартал, год. Для чего на графике по вертикали выписать номера объектов, подлежащих ремонту, а по горизонтали числа месяца (без выходных и праздничных дней). Против первого объекта проводится линия, соответствующая по длине длительности ремонта объекта в днях. Против второго объекта проводится линия также соответствующая длительности ремонта, но отстоящая от первой на величину такта. И так по всем объектам.

Построенный таким образом график можно использовать не только для планирования, но и для учета фактического выполнения плана, проводя параллельно линии планового ремонта линию фактического пребывания машины в ремонте, то есть отмечая начало и конец ремонта каждой машины.

2.6 Система сетевого планирования и управления ремонтом машин.

2.6.1 Назначение системы сетевого планирования и управления.

Система сетевого планирования и управления (СПУ) является наиболее совершенным и действенным методом планирования и управления ремонтными работами [2]. Она представляет собой разновидность автоматизированной системы управления и предназначена для управления (в этом случае) деятельностью ремонтных бригад при выполнении запланированного объема

ремонтных работ, производимых в технологически обоснованные сроки и с достижением показателей качества согласно нормативно-технической документации.

В системах СПУ используется сетевая модель для иллюстрации процесса выполнения работ (хода ремонта). При этом весь процесс расчленяется на отдельные, четко обозначенные работы и представленные технологические зависимости и параметры всех работ и событий ремонта.

Сетевая модель изображается сетевым графиком.

Преимущества системы СПУ: возможность установления наиболее точно и обоснованно технологической последовательности и организационной связи между ремонтными работами и сроками их выполнения; выявление и детальное отражение отдельных операций; своевременное принятие мер для выполнения наиболее ответственных работ с наименьшими затратами; предвидение заранее возможных затруднений и принятия необходимых мер для их устранения; оперативная оценка хода ремонта с учетом возможных изменений при выполнении работы; обеспечение непрерывного планирования и управления на каждом этапе ремонтных работ; обеспечение четкого распределения обязанностей и взаимной связи между исполнителями ремонтных работ; анализ различных вариантов изменений технологической последовательности работ, распределения трудовых ресурсов и оборудования для получения оптимального решения. Результат использования перечисленных положений – сокращение длительности ремонта оборудования на 25-30%.

Увеличение сложности и объема ремонта приводят к росту преимуществ системы СПУ. Считается целесообразным её применение при участии в ремонте более 8-12 квалифицированных работников и длительности ремонта свыше 60-100 рабочих часов. При меньшей сложности работ достоинства использования системы СПУ снижаются из-за трудоемкости её осуществления.

Понятие «методы сетевого планирования» представляет собой лишь возможность составления сетевого графика, а «система СПУ» требует последовательно и неоднократно использовать данные сетевого графика для обоснования решения об изменении хода работ и соответствующей корректировке согласно полученным результатам сетевой модели. Видно, что понятие функционирующей системы СПУ значительно шире, чем составление сетевого графика. Система СПУ требует изменения всей системы и практики руководства работами при осуществлении целого комплекса мероприятий организационного и технического характера, а также внедрение системы оперативной информации руководителей о ходе работы. Из этого вытекает возможность систематического обновления сетевой модели ремонта, обеспечения необходимого соответствия этой модели управляемому процессу, а также оперативного принятия решений с учетом данных анализа и оптимизации параметров сетевого графика.

Внедрение системы СПУ только создает возможность получения эффекта, но не гарантирует достижение его. Эффективность применения зависит от умения руководителей пользоваться данной системой.

2.6.2 Правила построения сетевых графиков.

Основные элементы сетевого графика: событие, работа, зависимость.

Событие – начало или конец какой-либо работы. Оно не требует расхода ни времени, ни ресурсов. Изображается на графике кружком. Различают последующие и предыдущие события (начальное или конечное). События нумеруют порядковыми цифрами (числами) 0,1,2,...

Работа – процесс, в результате которого наступает какое-либо событие. Она представляет собой трудовой процесс требующий затраты времени и включающая в себя понятие «ожидание». Термин «действительная работа» – процесс, требующий для своего выполнения затрат времени, трудовых и материальных ресурсов. Обозначается на графике стрелкой, а в тексте номерами начального и конечного событий, например, 12,23,34 и т.д.

Зависимость, ожидание – связь между событиями (работами), не требующая затрат времени. Она показывает только зависимость одного события от другого. Обозначается также как и работа, но стрелка пунктирная или сплошная тонкая линия.

Связь может быть технологическая или ресурсная. При этом, в первом случае, не требуется временных затрат, людских или материальных ресурсов. Вместо термина «технологическая зависимость» иногда употребляется термин «фиктивная работа». Во втором случае имеет место переход рабочей силы или передача механизмов и оборудования с одной работы на другую.

Существует также понятие «внешняя работа», обозначающая необходимость поставки материалов, оборудования, технической документации и др.

Продолжительность работы (ожидаемая) обозначается латинской буквой t с индексами номера работы, например $t_{12}, t_{23}, t_{34}, \dots$

Путь – любая продолжительность работы в сети, где конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы.

Критический путь ($T_{кр}$), работа критического пути – важнейшие понятия сетевого графика.

$T_{кр}$ – наибольшее время, расходуемое на переход от начального к конечному событию. Обозначается жирной линией. Продолжительность критического пути определяет продолжительность ремонта в целом.

Работа критического пути представляет собой работу, входящую в последовательность, составляющую критический путь, лежащую на критическом пути.

Условные графические обозначения понятий и терминов:

→ действительная работа

→ ожидание

- — → технологическая зависимость или фиктивная работа
- · - · → ресурсная зависимость
- → начальное событие работы
- ● конечное событие работы



внешняя работа

Графические изображения работ производятся в организационной и технологической последовательности, в которой предусматривается их выполнение. При этом следует учитывать, что ни одна работа не может начинаться, пока не будут выполнены все предшествующие ей работы.

Сетевой график планирования позволяет предусмотреть и принять во внимание все организационные, производственные и технологические затраты времени с оформлением приема в ремонт, подготовки, проведением ремонта и сдачей готового объекта, а при анализе выявить организационные и технологические резервы для проведения ремонта в более короткие сроки с меньшими затратами.

Пример. Построить сетевой график для ремонта трактора ДТ-75 в специализированной мастерской, работающей по кооперации со специализированными предприятиями по ремонту агрегатов: заводом по ремонту двигателей, заводом по ремонту топливных насосов и гидросистем [2].

События и работы, из которых составляется сетевой график (рис. 2.2) представляют собой следующее (табл. 2.1)

Таблица 2.1

№	Наименование событий и работ	Ожидаемая продолжительность работы, дней
1	2	3
0	Оформить заказ на ремонт трактора ДТ-75	$t_{01} = 0$
1	Привезти трактор силами мастерской и установить на площадке	$t_{12} = 1,5$
2	Доставить трактор в мастерскую, снять с него электрооборудование, провести наружную мойку	$t_{23} = 0,9$
3	Разобрать трактор на узлы и детали	$t_{34} = 1,5$
4	Доставить двигатель в комплекте с топливной аппаратурой на моторемонтный завод	$t_{45} = 2,0$
5	Доставить топливную аппаратуру на завод по ремонту агрегатов	$t_{515} = 1,5$
6	Промыть детали и узлы трактора	$t_{46} = 0,5$
7	Продефектовать детали и продиагностировать узлы и агрегаты	$t_{67} = 0,4$
8	Доставить гидросистему на завод по ремонту агрегатов	$t_{78} = 2,0$

1	2	3
8	Доставить гидросистему на завод по ремонту агрегатов	$t_{78} = 2,0$
9	Отремонтировать топливную аппаратуру	$t_{1316} = 0,8$
10	Доставить топливную аппаратуру на моторемонтный завод	$t_{1617} = 1,0$
11	Отремонтировать двигатель и установить топливную аппаратуру	$t_{318} = 3,8$
12	Доставить двигатель из моторемонтного завода в мастерскую по ремонту тракторов	$t_{1819} = 2,0$
13	Отремонтировать гидросистему	$t_{89} = 2,4$
14	Доставить гидросистему в мастерскую по ремонту тракторов	$t_{910} = 2,0$
15	Укомплектовать трактор деталями	$t_{711} = 0,4$
16	Собрать узлы ходовой части и силовой передачи	$t_{1112} = 2,0$
17	Установить узлы силовой передачи и ходовой части	$t_{1213} = 1,0$
18	Обкатать силовую передачу	$t_{1314} = 0,3$
19	Установить двигатель на трактор	$t_{1420} = 0,1$
20	Установить направляющие колеса и гусеницы	$t_{2021} = 0,6$
21	Поставить кабину и полностью укомплектовать трактор	$t_{2122} = 0,8$
22	Установить гидросистему на трактор и проверить её	$t_{2223} = 0,8$
23	Обкатать трактор и устранить обнаруженные дефекты	$t_{2324} = 0,8$
24	Окрасить трактор	$t_{2425} = 0,2$
25	Доставить трактор на предприятие	$t_{2526} = 1,0$
26	Оформить документы о приемке трактора	$t_{2627} = 0,1$

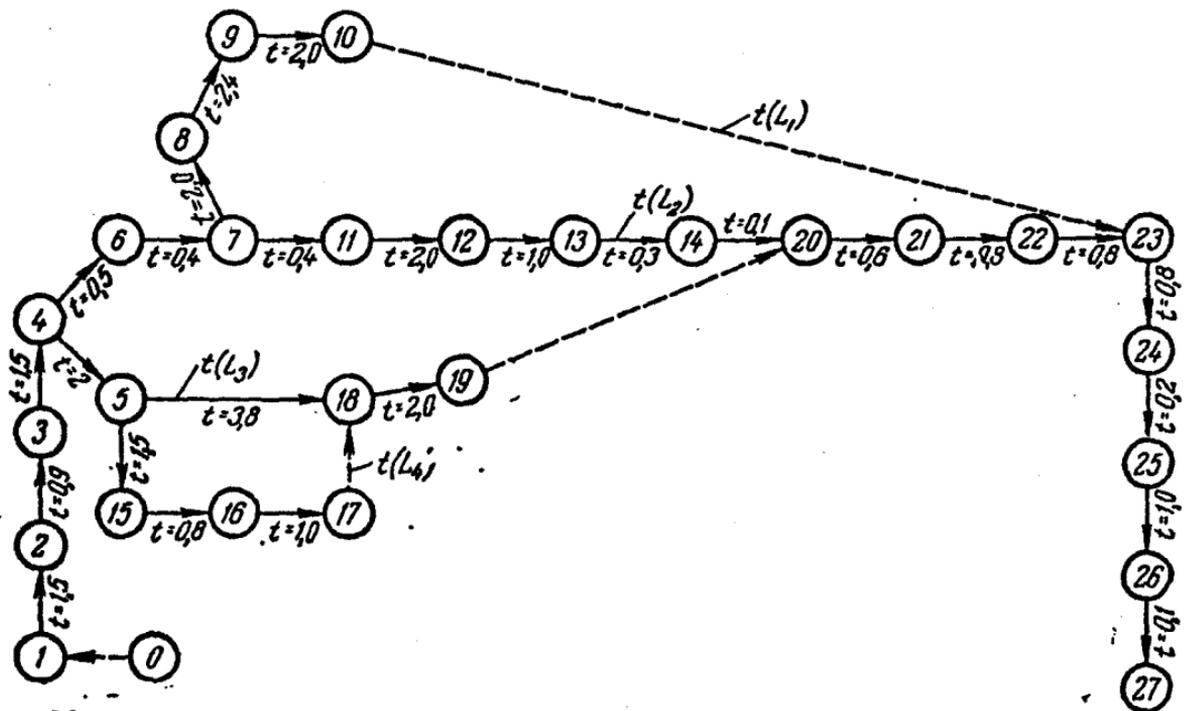


Рис. 2.2 Сетевой график на ремонт трактора ДТ-75 с различными критическими путями.

Определяем критический путь

1. Первый путь α_1 проходит через события:

1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,23,24,25,26,27.

Суммарное время выполнения работ по этому пути равно:

$$t(\alpha_1) = 0 + 1,5 + 0,9 + 1,5 + 0,5 + 0,4 + 2,0 + 2,4 + 0,8 + 0,2 + 1,0 + 0,1 = 13,3 \text{ дня}$$

2. Второй путь α_2 проходит через события:

1,2,3,4,5,6,7,11,12,13,14,20,21,22,23,24,25,26,27.

Суммарное время выполнения работ по этому пути равно:

$$t(\alpha_2) = 0 + 1,5 + 0,9 + 1,5 + 0,5 + 0,4 + 0,4 + 2,0 + 1,0 + 0,3 + 0,1 + 0,6 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,2 + 1,0 + 0,1 = 12,9 \text{ дня}$$

3. Третий путь α_3 проходит через события:

1,2,3,4,5,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27.

Суммарное время выполнения работ по этому пути равно:

$$t(\alpha_3) = 0 + 1,5 + 0,9 + 1,5 + 2,0 + 3,8 + 2,0 + 0,6 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,2 + 1,0 + 0,1 = 16 \text{ дней}$$

4. Четвертый путь α_4 проходит события:

1,2,3,4,5,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27.

Суммарное время выполнения работ по этому пути равно:

$$t(\alpha_4) = 0 + 1,5 + 0,9 + 1,5 + 2,0 + 1,5 + 0,8 + 1,0 + 2,0 + 0,6 + 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,2 + 1,0 + 0,1 = 15,5 \text{ дня}$$

По продолжительности выполнения работ, рассчитанные пути располагаются в следующем порядке:

$$t(\alpha_3) = 16,0 \text{ дней}, t(\alpha_4) = 15,5 \text{ дней}, t(\alpha_1) = 13,3 \text{ дней}, t(\alpha_2) = 12,9 \text{ дня}$$

Критический путь $t(\alpha_3) = 16,0 = T_{\text{кр}}$.

Определим резервы времени (P) по различным путям сетевого графика:

$$P(\alpha_1) = T_{\text{кр}} - t(\alpha_1) = 16,0 - 13,3 = 2,7 \text{ дня}$$

$$P(\alpha_2) = T_{\text{кр}} - t(\alpha_2) = 16,0 - 12,9 = 3,1 \text{ дня}$$

$$P(\alpha_3) = T_{\text{кр}} - t(\alpha_3) = 16,0 - 16,0 = 0$$

$$P(\alpha_4) = T_{\text{кр}} - t(\alpha_4) = 16,0 - 15,5 = 0,5 \text{ дня}$$

Из анализа сетевого графика видно следующее:

1. Транспортировка агрегатов на специализированные предприятия приводит к большим затратам времени, а именно: транспортировка гидросистемы – 4 дня, двигателя – 4 дня, топливной аппаратуры – 6 дней. Очевидно, что при необезличенном ремонте трактора нецелесообразно производить ремонт агрегатов на других специализированных предприятиях (по кооперации), т.к. длительность ремонта трактора увеличивается на 3,1 дня или на 20 %;
2. при обезличенном ремонте указанных трех агрегатов и наличии оборотных агрегатов, время на ожидание поступления агрегатов сведется к нулю, и, следовательно, сроки ремонта бу-

дут определяться наименьшим из путей графика, то есть вторым.

Из рассмотренного сетевого графика представляется возможным выявить неувязки в организации ремонта (транспортировка, обезличивание агрегатов), в обеспечении оборотными и обменными агрегатами и т.д. Сетевой график помогает планировать производственный процесс и внутри ремонтного предприятия.

2.6.3 Стадии разработки сетевых графиков.

Сетевой график без указания продолжительности работ и требующихся ресурсов называется «*топологией сети*». Поэтому вначале строится топология, в основу которой включается перечень работ, технологические и ресурсные зависимости.

Перечень работ определяется после изучения требований технической ремонтной документации на оборудование, типового технологического процесса ремонта, принятой системы ремонтного обслуживания, ознакомления с материалами проведенных ранее ремонтов и анализа существующей организации ремонтных работ. Перечень работ представляется в виде карточки-определителя работ с перечислением и кодированием их, указанием числа исполнителей и трудоемкости (например, в человеко-часах) каждой работы.

Используя данные карточки-определителя строят сетевой график, в нижней части которого строится эпюра трудовых ресурсов с указанием количества исполнителей и продолжительности ремонта по каждому событию.

Наиболее сложный и ответственный этап разработки сетевого графика — определение продолжительности и трудоемкости работ. Для их определения используются нормативы, результаты технического нормирования ранее выполненных подобных работ, экспертные оценки.

Использование только экспертных оценок, несмотря на их субъективный характер, при отсутствии каких-либо нормативов, позволяет получать положительные результаты.

Построив топологию сети и получив временные оценки работ, можно определить продолжительность критического пути и работ на нем, а также наиболее ранние из возможных и наиболее поздние из допустимых сроки начала и окончания работ и др.

Расчет сетевых графиков на ремонт компрессорных установок по методике центра научной организации труда в химической промышленности считается наиболее удобным.

Задача построения оптимальной сетевой модели производится путем обчета и сравнения различных вариантов графиков. Оптимизация обычно проводится по критерию максимального сокращения продолжительности ремонта при учете имеющихся ресурсов, особенно трудовых. В связи с этим, при расчетах сетевого графика устанавливается максимальная потребность в ресурсах при минимальной технической допустимой длительности ремонта и фиксированном объеме работ или же определяется максимальная продолжи-

тельность ремонта при заданных размерах ресурсов и объемах работ. Максимальное выравнивание неравномерности применения трудовых ресурсов – важная задача оптимизации. Оптимизированный сетевой график – жесткое, обязательное к выполнению, расписание ремонтных работ. Сетевые графики на ремонт отдельной компрессорной установки при наличии не более ста событий рассчитываются, в основном, вручную.

Разработка сетевого графика для конкретного ремонта может быть существенно облегчена использованием типовых сетевых графиков, рассчитанных для определенной марки компрессора на типовой объем капитального ремонта. При этом, производится корректировка типового графика для конкретного ремонта с учетом специфики производства, различий в условиях эксплуатации, конструктивных отличий и реального перечня работ в соответствии с дефектной ведомостью.

При необходимости проведения дополнительных работ они наносятся на сетевой график с учетом их зависимостей, а исключаемые работы снимаются с их зависимостями. В случае больших изменений (по времени или людским ресурсам) проводят в какой-то мере переоптимизацию графика, сохраняя нормы типового графика для работ, не подвергшихся коррекции.

Разработка и оптимизация сетевого графика проводится ремонтным персоналом, либо работниками службы СПУ с обязательным привлечением ремонтного персонала.

2.6.4 Управление ходом ремонта на основе сетевого графика.

Управление ремонтом на основе СПУ состоит из следующих этапов:

1. утверждение разработанного сетевого графика;
2. подготовка приказа о вводе сетевого графика;
3. разработка инструкции или положения о порядке управления ходом работ;
4. распределение обязанностей и определение взаимоотношений в ходе выполнения системы СПУ.

Руководитель ремонта полностью отвечает за весь ход ремонта и обладает достаточными правами для принятия определяющих решений. Этим руководителям, в зависимости от масштаба и значения ремонта, может быть назначен главный механик, старший механик производства, цеха и т.п. Руководитель ремонта назначает состав службы СПУ и определяет функциональные обязанности. Ему же и подчиняется служба СПУ, которая опирается на ответственных исполнителей работ – механиков, мастеров. Ответственные исполнители определяют параметры работ (временные и по трудоемкости), оценивают состояние хода работ на конец отчетного периода, участвуют в подготовке решений по управлению ходом ремонта и реализации выполнения этих решений.

Руководителем службы СПУ организуется совместная работа ответственных исполнителей и работников службы.

При оперативном управлении ремонтом контролируется фактическое состояние работ, выявляются и анализируются расхождения хода работ с планируемым, разрабатываются и принимаются организационные и технические мероприятия на устранение выявленных отклонений.

В начале каждого цикла управления на основе сетевого графика подготавливаются сменные задания всем ремонтным бригадам на планируемый отчетный период. Задания рассматриваются и утверждаются на оперативном совещании, организуемым руководителем ремонта. При проведении ремонтных работ по сменным заданиям особое внимание уделяется работам критического пути.

В конце отчетного периода снимается полная информация на всех участках о выполненных и дополнительных работах в процессе ремонта. Эта информация позволяет нанести на графике фронт выполненных работ на конец отчетного периода и отметить все выявленные изменения. Скорректированный таким образом график – основа для подготовки исходных данных на пересчет графика. Анализ результатов пересчета сетевого графика и полученных данных позволяет оценить общую тенденцию хода ремонта за отчетный период, выявить величину отклонения от запланированного срока окончания ремонта и спрогнозировать последующий ход работ с целью заблаговременного установления узких мест.

Помимо разработки рекомендаций по ускорению текущих работ производится разработка организационно-технических мероприятий по сокращению продолжительности предстоящих работ на критическом пути.

Сокращение продолжительностей критических путей, превышающих плановый срок, производится теми же методами, что и оптимизация исходного сетевого графика.

Принятые решения при рассмотрении влияния предлагаемых вариантов на конечный срок ремонта, утверждаются и разрабатываются новые сменные задания на выполнение работ в следующем отчетном периоде.

Строгая периодичность отчетов исполнителей – одно из основных условий проведения ремонтов по сетевым графикам.

Руководитель ремонта обязан постоянно обеспечивать строгое соблюдение сроков выполнения работ, форм представления отчетности и её обработки.

Управление ходом ремонта, согласно сетевого графика, оканчивается после сдачи оборудования в эксплуатацию.

2.7 Контроль качества ремонта

Качество ремонта машин представляет собой степень соответствия выпускаемой из ремонта машины техническим условиям, гарантирующим нормальную работоспособность машины в течение определенного времени.

Качество ремонта зависит от качества ремонтной документации, ремонтного оборудования и инструмента, качества запасных частей и материалов, качества труда людей, ремонтирующих машины.

Качество ремонта зависит от качества ремонтной документации, ремонтного оборудования и инструмента, качества запасных частей и материалов, качества труда людей, ремонтирующих машины.

Задачи контроля качества ремонта машин: предупреждение брака; проведение мероприятий по повышению качества ремонта; выявление, учет и анализ брака; обеспечение выпуска высококачественной готовой продукции.

2.7.1 Виды и причины брака.

В процессе ремонта машин могут возникать следующие виды брака: окончательный, исправимый и условный.

Окончательный брак представляет собой значительные отступления от технических условий, вследствие чего деталь становится непригодной для применения так как её невозможно или нерентабельно восстанавливать.

Исправимый брак имеет такие отступления от технических условий восстановления деталей, что для их устранения требуются дополнительные работы, если это целесообразно экономически. Например, черновина или несплошность при наплавке поверхности может быть устранена дополнительной наплавкой, или же перешлифовка диаметра цилиндра или вала на следующий ремонтный размер и т.д.

Условный брак представляется незначительными отступлениями от технических условий, но деталь может быть допущена к работе с некоторым снижением качества.

Брак этого вида обычно относится к деталям металлоемким, дорогостоящим и дефицитным. Приемка деталей с условным браком должна быть оговорена в акте приемки машины из ремонта.

Причины брака: неисправность или применение рабочего инструмента, приспособлений и оборудования несоответствующих по размерам и назначению; несоблюдение технических условий на разборку, ремонт, сборку, обкатку и испытание узлов, агрегатов и машин; несоответствие качества материалов, применяемых при ремонте и деталей поступающих на сборку, нарушение правил транспортировки деталей, агрегатов и машин; использование в некоторых случаях, бракованных деталей и узлов; плохой учет брака и недостаточный инструктаж рабочих; плохие условия работы (недостаточная освещенность, низкая температура, стесненность рабочих мест, запыленность в цеху); низкая квалификация рабочих.

2.7.2 Форма, виды и способы технического контроля.

Формы технического контроля в зависимости от его организации при ремонте машин различаются на: зависимый, полузависимый и независимый.

Зависимый контроль – контролер подчиняется непосредственно руководителю отделения или участка завода, начальнику базы, цеха. Система применяется на ремонтных заводах и базах производственного обслуживания и она называется цеховым контролем. Контроль, при отсутствии цеховых

Полузависимый контроль – контролер подчиняется непосредственно руководителю ремонтного производства. При этой системе инженер по техническому контролю назначается вышестоящей организацией. Эта система более эффективна и сам контроль более эффективен, чем при зависимой форме.

Независимый контроль – контролер находится в подчинении вышестоящей организации. Система наиболее объективна, но малооперативна. Применяется только в определенные периоды.

Виды технического контроля:

1. по степени охвата ремонтируемых объектов – сплошной, выборочный;
2. по охвату операций – пооперационный, групповой и выходной;
3. по времени проведения – систематический, периодический, летучий и инспекционный;
4. по месту проведения – стационарный, подвижный.

При **сплошном** контроле проверяются все без исключения детали и узлы. Особенно ответственные детали и узлы машин (коленчатые валы, подшипники, шатуны, топливная аппаратура, электрооборудование, гидросистемы и др.), а также детали при дефектоскопии.

При **выборочном** контроле проверяется лишь незначительная часть деталей и объектов. Применяется при проверке деталей изготавливаемых, восстанавливаемых и ремонтируемых большими партиями.

При **входном** контроле подлежит проверке сырьё, материалы и комплектующие изделия, поступающие на ремонтное предприятие от других предприятий. В этом случае производится выборочный контроль.

При **пооперационном** контроле проверка производится после каждой завершённой операции. Контроль обычно осуществляется на начальных операциях для устранения возможности появления брака на последующих операциях ремонта, то есть сварки, наплавки, расточки цилиндров и т.д.

При **групповом** контроле (промежуточном) он применяется после завершения группы операций, то есть после окончания процесса обработки детали, сборки части узла и т.п., например, после шлифования и полирования шеек коленчатого вала, сборки заднего моста с конической шестерней и коническими роликовыми подшипниками.

Выходной контроль проводится для проверки готовых деталей после их восстановления, отремонтированных и собранных узлов (масляный насос, шатунно-поршневая группа), агрегатов, гидросистем, редукторов и др.

Систематический контроль применяется повседневно, главным образом для проверки состояния средств производства, то есть оборудования, приспособлений и инструмента, в том числе и контрольного. При этом, повседневно оценивается качество выполнения обработки деталей, сборочных операций и т.п.

Периодический контроль проводится через определенные промежутки времени при выполнении различных операций технологического процесса ремонта.

Летучий контроль производится через неопределенные промежутки времени по распоряжению руководства предприятия для проверки качества выполнения операций процесса ремонта машины и контроля качества готовых деталей, узлов и агрегатов.

Инспекционный контроль осуществляется по указанию вышестоящих организаций для проверки качества ремонта или установления причин значительного брака в выпускаемой продукции.

Стационарный контроль проводится на специально оборудованных участках контрольно-измерительными приборами и оборудованием, установленным стационарно.

Подвижной контроль применяется на местах сборки узлов, агрегатов и машин, при ремонте крупных базисных деталей (рам, корпусов, редукторов и т.д.).

Способы контроля качества ремонта машин.

На ремонтных предприятиях используются следующие способы контроля качества ремонта машин: осмотр, проверка на ощупь, прослушивание, прослушивание с остукиванием, проверка с помощью универсальных мерительных инструментов, жестких мерительных инструментов, шаблонов, различных приборов и стендов.

Стадии контроля.

В процессе ремонта контроль качества проводится на следующих стадиях технологического процесса: приемка машин в ремонт; разборка и мойка машин; дефектация узлов и деталей; восстановления и изготовления деталей; сборки узлов, агрегатов, машин и их испытания и обкатки.

Документация на ремонт машин и оборудования.

3.1 Перечень государственных и отраслевых стандартов.

В настоящее время проведение всех видов ремонта бурового и нефтегазового промыслового оборудования регламентируется системой технического обслуживания и планового ремонта (ТО и ПР) введенной в нефтяной и газовой промышленности [3,4]. Сущность этой системы, её теоретическое обоснование и нормативы изложены в работе [5]. Система ТО и ПР базируется на ряде государственных и отраслевых стандартов.

К государственным стандартам относятся: ГОСТ 2.602-68 Ремонтные документы; ГОСТ 3.1115-79 Правила оформления документов, применяемых при ремонте машин; ГОСТ 2.603-69 Внесение изменений в эксплуатационную и ремонтную документацию; ГОСТ 2.604-68 Чертежи ремонтные; ГОСТ 2.609-79 Порядок разработки, согласования и утверждения эксплуатационных и ремонтных документов; ГОСТ 39-003-73 Технические условия на капитальный ремонт; Порядок построения, изложения, оформления; ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения; ГОСТ 28201-74 Порядок сдачи в ремонт и приемки из ремонта и др.

К отраслевым стандартам относятся:

Руководящий документ стандартизации. Организация ремонта оборудования.

Основные положения. РДС 39-01-038-80; Министерство нефтяной промышленности СССР, 1980г. Инструкция по неразрушающему контролю бурового инструмента в процессе эксплуатации. Полтава. УкрНИГРИ, 1977 г.

3.2 Содержание стандартов

В качестве примера рассмотрим коротко содержание государственного стандарта ГОСТа 2.602-68 Ремонтные документы, который устанавливает комплектность и правила составления ремонтных документов на изделия всех отраслей промышленности. ГОСТ 2.602-68 состоит из следующих разделов:

1. Общие требования;
2. Комплектность документов для ремонта;
3. Общее руководство по ремонту;
4. Общие технические условия на капитальный и (или) средний ремонт;
5. Руководство по среднему ремонту;
6. Руководство по капитальному ремонту;
7. Технические условия на капитальный и (или) средний ремонт;
8. Каталог деталей и сборочных единиц;
9. Нормы расхода запасных частей;

10. Нормы расхода материалов;

11. Ведомость документов для ремонта и приложений, в которых приводятся: характеристика видов ремонта; ведомость обоснования технических требований, принятых в том или ином документе; рекомендуемые формы следующих таблиц: по замене материалов, перечню технических документов, перечню конструктивных различий, перечню проверок, перечню модернизаций, перечню применяемого оборудования, приборов, стендов, приспособлений, технических требований на дефектацию и ремонт, перечню стандартизированного оборудования, перечню нестандартизированного оборудования, рекомендуемых моментов затяжек резьбовых соединений, сборочных единиц и деталей изделия, покупных изделий, взаимозаменяемости сборочных единиц и деталей изделия, применяемость сборочных единиц и деталей на изделие, норм расхода запасных частей на тот или иной вид ремонта изделия, норм расхода материалов, примеров оформления каталога, примеров заполнения норм расхода запасных частей и материалов на средний ремонт и примера заполнения ведомости документов для ремонта.

Номенклатура ремонтных документов ГОСТа 2.602-68, их содержание и условия составления представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

НОМЕНКЛАТУРА РЕМОНТНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Шифр документа	Наименование документа	Стадии разработки изделий				Дополнительные указания		
		Опытных партий		Установочных серий и массового производства				
		Виды ремонтов						
		Ср	Кап.	Ср.	Кап.			
1	2	3	4	5	6	7		
СО (для среднего ремонта) КО (для капитального ремонта)	Общее руководство по ремонту	○	—	○	—	—	○	Общее руководство по ремонту составляют в случае, когда общие указания по организации и технологии ремонта, а также общие технические требования к ремонту изделия данного класса, подкласса или группы (например, автомобилей различной грузоподъемности) целесообразно изложить в отдельном документе, исключив указанные выше сведения из руководств по ремонту изделий данного конкретного наименования.
РС	Руководство по среднему ремонту	○	—	●	—	—	—	Руководство по капитальному и (или) среднему ремонту изделий данного конкретного наименования составляют в случае, когда технически возможно и экономически целесообразно предусматривать капитальный и (или) средний ремонт изделия, если структурой ремонтного цикла предусматриваются для изделий данного наименования (модели, вида) капитальный и (или) средний ремонт или когда в соответствии с системой ремонта, принятой у заказчика, изделия данного наименования (модели, вида) подвергаются капитальным и (или) средним ремонтам.
РК	Руководство по капитальному ремонту	—	○	—	—	—	●	

УО (для среднего и капитального ремонта) ОС (для среднего ремонта) ОК (для капитального ремонта)	Общие технические условия на капитальный и (или) средний ремонт	○	○	○	○	Общие технические условия на капитальный и (или) средний ремонт изделия составляют в тех случаях, когда составляют общие руководства по ремонту. При составлении общих технических условий на капитальный и (или) средний ремонт общие руководства по капитальному и (или) среднему ремонту (общие) не составляют.
УР (для среднего и капитального ремонта) УС (для среднего ремонта) УК (для капитального ремонта)	Технические условия на капитальный и (или) средний ремонт	○	○	○	○	Технические условия на капитальный и (или) средний ремонт составляют при тех же условиях, при которых разрабатывают руководства по капитальному и (или) среднему ремонту. При выпуске технических условий на ремонт руководства по ремонту (на тот же вид ремонта) не выпускают. Допускается выпуск руководства на средний ремонт и технических условий на капитальный ремонт изделий данного наименования.
По ГОСТ 2.604-68	Чертежи ремонтные	—	○	—	○	Ремонтные чертежи разрабатывают в случае, когда заменой, на основе взаимозаменяемости, изношенных или вышедших из строя составных частей новыми (исправными) технически невозможен или экономически нецелесообразен.
КД	Каталог деталей и сборочных единиц	—	—	○	○	Каталог деталей составляют в случае, когда во время эксплуатации предусмотрены неоднократные ремонты изделия и связанные с ними заказы запасных частей, в дополнение к предусмотренным в комплектах ЗИП.

ЗС (для ср.ремонта) ЗК (для кап. ремонта)	Нормы расхода запасных частей	○	—	●	—	
МС (для среднего ремонта) МК (для капитального ремонта)	Нормы расхода запасных частей	○	—	●	—	
ВР	Ведомость документов для ремонта	○	○	●	●	Ведомость составляют в случае, когда имеется несколько ремонтных документов.
РД	Документы прочие	○	○	○	○	Необходимость составления документов устанавливается в зависимости от характера изделий и вида его.

Условные обозначения: ● — документ обязательный;

○ — необходимость составления устанавливается разработчиком по согласованию с заказчиком;

— — документ не составляется.

Помимо перечисленной технической документации следует отметить наличие технологической документации на ремонт изделий [6]. К ней относятся комплекты документов, устанавливаемые Единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП), которая означает совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску изделий заданного уровня качества при установленных сроках, объеме выпуска и затратах на основе новейших достижений науки и техники. Технологическая документация включает также следующие стандарты: Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – 2.001 и Единая система технологической документации (ЕСТД) – ГОСТ 3.1109, Единая система допусков и посадок, государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), Система стандартов безопасности труда (ССБТ) и другая нормативно-техническая документация. Содержание документации определяется особенностями организации производства (единичное, серийное или массовое) и размерами его производственной программы.

Глава 4.

Технология ремонта бурового оборудования.

4.1 Структура технологического процесса капитального ремонта.

Технологический процесс капитального ремонта представляет собой комплекс технологических и вспомогательных операций по восстановлению работоспособности оборудования, выполняемых в определенной последовательности. Операции капитального ремонта: приемка оборудования в ремонт; наружная очистка и мойка машины; разборка машины на агрегаты, сборочные единицы и детали; чистка и мойка деталей; дефектация деталей и их сортировка; ремонт (восстановление) изношенных или изготовление новых деталей; сборка сборочных единиц, агрегатов и машины; регулировка и наладка машины; обкатка и испытание после ремонта; окраска и сдача машины.

В нефтяной и газовой промышленности используются, в основном, следующие методы ремонта: индивидуальный и агрегатный (узловой). Применение этих методов обусловлено количеством однотипного ремонтируемого оборудования и условиями ремонта. Эти методы различаются по содержанию и последовательности операций [7]. Индивидуальный метод (Рис 4.1) характеризуется тем, что после разборки узлы и детали машины маркируются и после их ремонта устанавливаются на ту же машину, которой они принадлежат. Поэтому сборка агрегатов, узлов и машины в целом может производиться только после ремонта всех деталей, что значительно удлиняет продолжительность ремонта. В этом случае отремонтированная базовая деталь обычно простаивает из-за проведения ремонта всех агрегатов, т.е. имеется неравенство [7]:

$$t_{\text{с}} \ll \sum t_{\text{с}} K_{\text{с}}. \quad (4.1)$$

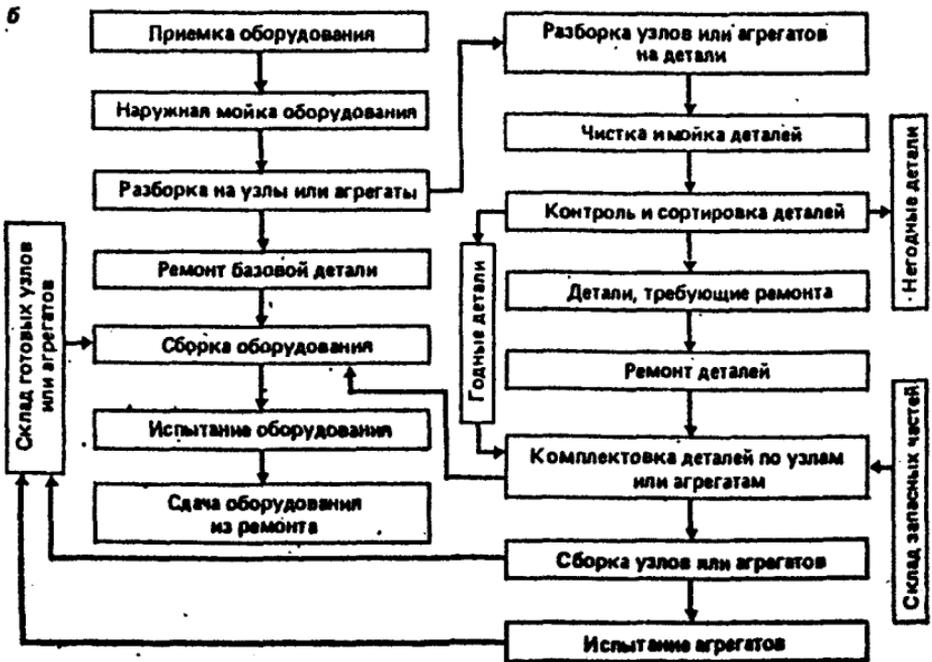
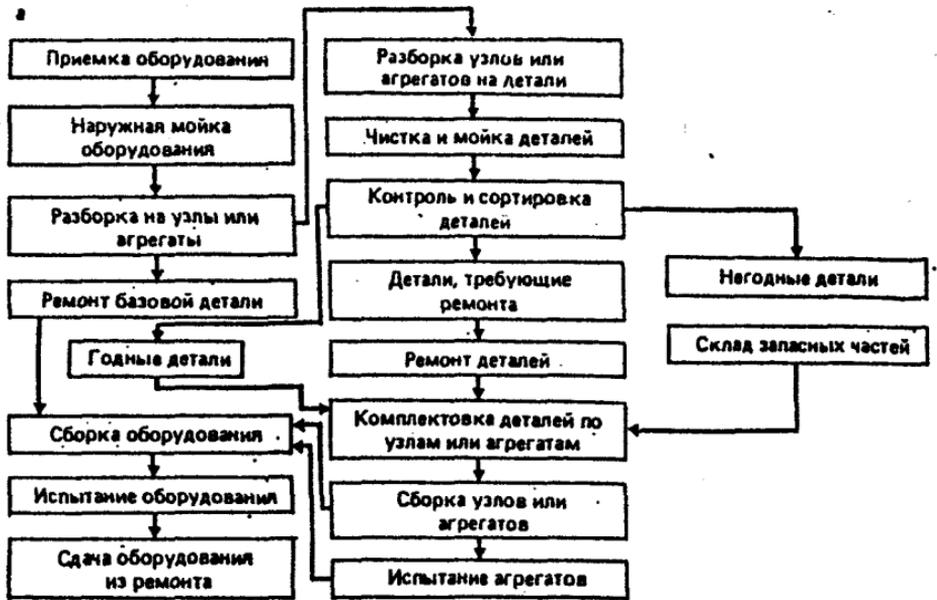


Рис. 41. Схема технологического процесса капитального ремонта оборудования индивидуальным (а) и агрегатным (б) методами

где t_0 - продолжительность ремонта базовой детали, сут; t_a - продолжительность ремонта агрегата (от разборки до сдачи из ремонта), сут; K_a - число одноименных агрегатов в машине, шт.

Время простоя базовой детали t_n равно:

$$t_n = \sum t_a K_a - t_0 > 0 \quad (4.2)$$

Применение индивидуального метода ремонта обусловлено необходимостью ремонта малого количества однотипного оборудования. При этом ремонт машины производится одной комплексной бригадой высококвалифицированных рабочих.

Недостатки индивидуального метода ремонта:

1. отсутствие специализации ремонтных работ и ограничение применения механизации, а, следовательно, снижение производительности труда;
2. длительность нахождения оборудования в ремонте из-за ожидания окончания ремонта всех деталей;
3. необходимость участия в ремонте рабочих высокой квалификации.

Особенностью индивидуального метода ремонта является то, что сборочные единицы и детали не обезличиваются и заказчик получает ту же машину из ремонта, которую он сдавал.

Технологический процесс капитального ремонта оборудования агрегатным методом (Рис. 4.1) характеризуется тем, что все детали, сборочные единицы и агрегаты, кроме базовой детали, обезличиваются. Следовательно, имеется возможность начинать сборку машины после ремонта её базовой детали из-за наличия оборотных отремонтированных агрегатов на предприятии.

При агрегатном методе ремонта должно соблюдаться неравенство:

$$t_0 \geq \sum t_a K_a, \quad (4.3)$$

Следовательно $t_n = 0$.

Длительность ремонта при этом значительно сокращается, и заказчик получает машину в кратчайший срок.

Агрегатный метод ремонта применяется на специализированных ремонтных заводах и центральных ремонтно-механических мастерских объединений при поступлении в ремонт значительного количества однотипного оборудования.

Основные преимущества этого метода ремонта:

1. специализация рабочих по отдельным видам работ;
2. более совершенная технология ремонта с применением специального технологического оборудования и оснастки;
3. широкое внедрение механизации работ;
4. повышение качества и снижения стоимости ремонтных работ;
5. сокращение продолжительности ремонта.

Необходимость наличия обменного фонда является недостатком агрегатного метода ремонта. В этом случае при ремонте тяжелого оборудования изношенный узел заменяется отремонтированным непосредственно на месте установки. Так, например, может быть заменен подъемный вал в сборе буровой лебедки при большом износе тормозных шкивов.

Потребность предприятия при агрегатном методе ремонта в обменном фонде агрегатов определяется согласно формуле:

$$A_{\text{нмр}} = \frac{(\sum t_o K_o - t_s) n_d}{t_o} \quad (4.4)$$

где $A_{\text{нмр}}$ - необходимое количество оборотных агрегатов, шт; t_o - продолжительность ремонта агрегата (от разборки до сдачи заказчику), сут; t_s - продолжительность ремонта базовой детали, сут; K_o - число одноименных агрегатов в одной машине, шт; n_d - суточная программа выпуска машин ремонтным предприятием, шт.

4.2 Подготовительные работы до сдачи оборудования в ремонт

Согласно графика плано-предупредительного ремонта обслуживающий персонал обязан подготовить оборудование к сдаче оборудования в ремонт.

Подготовка включает: слив масел, топлива и жидкостей из рабочих полостей; предварительную очистку и мойку оборудования; покрытие неокрашенных поверхностей консервирующей смазкой.

Слив масел необходим для повторного использования их после регенерации. Слив производится на специальной площадке, имеющей специальные емкости и, следовательно, устраняется загрязнение рабочих площадей.

Предварительная очистка до отправки в ремонт обусловлена наружным загрязнением оборудования песком, промывочной жидкостью и нефтью из-за работы его при бурении скважин и транспортировки под открытым небом. Она производится металлическими щетками, ручными или приводными скребками.

Далее осуществляется осмотр оборудования для обнаружения трещин, изломов, пробоин и прочих повреждений. Иногда может производиться мойка оборудования.

Оборудование до отправки должно быть полностью укомплектовано. Не разрешается замена деталей и узлов, пригодных для эксплуатации, изношенными или снятыми с другого оборудования.

При сдаче оборудования в ремонт к нему прилагаются следующие документы:

- 1) заводской паспорт с отметками данных по эксплуатации, видах и сроках проведенных ремонтов, замененных деталях и узлах, сведениями об отработанном времени и объемах выполненных работ;

2) акт о техническом состоянии оборудования, а при аварийном выходе оборудования из строя, также акт об аварии.

Приемка оборудования в ремонт оформляется приемо-сдаточным актом.

4.2.1 Наружная мойка оборудования.

Согласно схем технологического процесса капитального ремонта оборудования (Рис 4.1) этапу разборки на сборочные единицы или агрегаты предшествуют многократные моечно-очистные операции. До наружной мойки с машины необходимо снять ограждения и щиты, электрооборудование, шланги, аккумуляторы и др. оборудование во избежание его повреждения.

После слива охлаждающей жидкости, топлива и масла масляные картеры системы питания и охлаждения, топливные баки промывают кальцинированной содой, 5-% соляной кислотой или керосином с добавлением кальцинированной соды и едкого натра [1].

По окончании промывки масляные картеры и топливные баки дополнительно обрабатывают паром, который, проникая в труднодоступные места, не нарушает целостности окраски, устраняет возникновение коррозии и устраняет испарение влаги после обдува деталей.

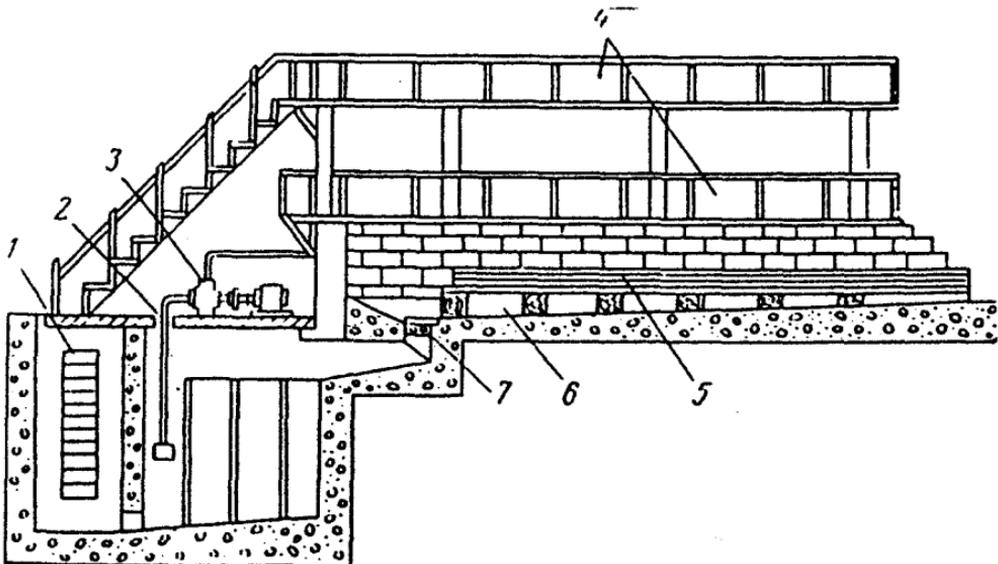


Рис 4.2. Площадка для мойки оборудования.

1 - трап для очистки отстойника; 2 - приемный патрубок насоса; 3 - моечный агрегат; 4 - рабочее место мойщика; 5 - узкоколейный путь; 6 - наклонный пол площадки; 7 - фильтр.

Наружная мойка производится на специальном участке, изолированном от участка разборки оборудования. Моечный участок в зависимости от объема производства и номенклатуры ремонтируемого оборудования может иметь одну универсальную или несколько специализированных площадок [7].

Площадка (Рис 4.2) или эстакада высотой 1 м для удобства мойки снизу имеет наклонный пол и оборудована устройством для перемещения машины при мойке, насосной установкой, системой трубопроводов, фильтрами и стойниками.

Мойка производится несколькими способами, а именно, вручную, напорной струей моечной жидкости, в специальных многоструйных моечных установках или же погружением в специальную моечную ванну.

Для мойки крупногабаритного бурового оборудования рекомендуется использование напорной струи водопровода или высоконапорных моечных установок. Применение высоконапорных установок более эффективно, чем водопровода и требует меньшего расхода воды. Эти установки можно перемещать от одной моечной площадки к другой.

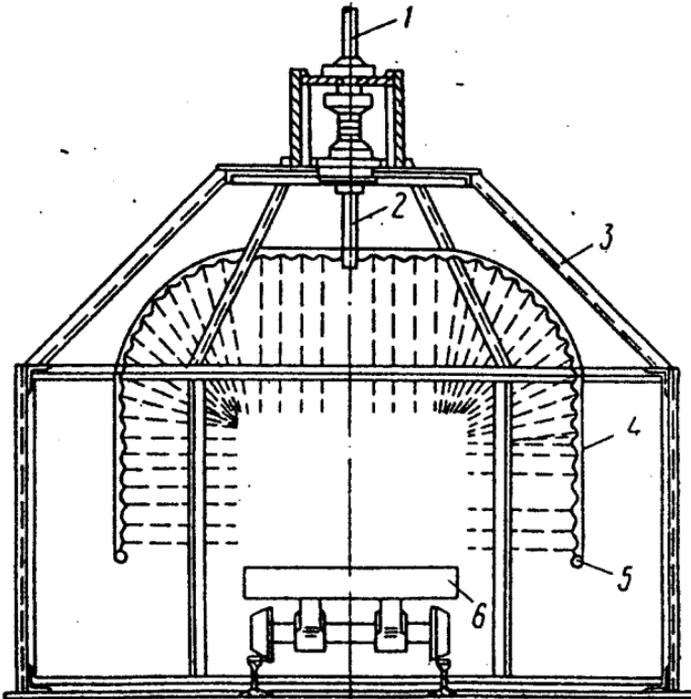


Рис. 4.3. Однокамерная моечная установка:

1 — подводящий патрубок; 2 — соединительный штуцер; 3 — кожух; 4 — перфорированная труба; 5 — насадка; 6 — тележка

Многоструйные моечные установки являются более производительными и их рекомендуется применять на специализированных ремонтных предприятиях с ограниченной номенклатурой ремонтируемого оборудования.

На рис. 4.3 представлена однокамерная моечная установка, которая имеет специальную камеру с набором сопел, установленных в подводящих трубах и имеющих фасонную форму, соответствующую контурам оборудования [7]. Подвергаемое мойке оборудование ввозится в камеру на тележке или транспортере. При этом имеется возможность автоматизации процесса мойки.

Для мойки значительного количества машин и деталей используются многокамерные моечные установки, где последовательно производится очистка деталей различными моющими и нейтрализующими жидкостями. Для перемещения оборудования между камерами применяется конвейер, установка также имеет устройства по подогреву, перемешиванию и очистке жидкости (Рис. 4.4).

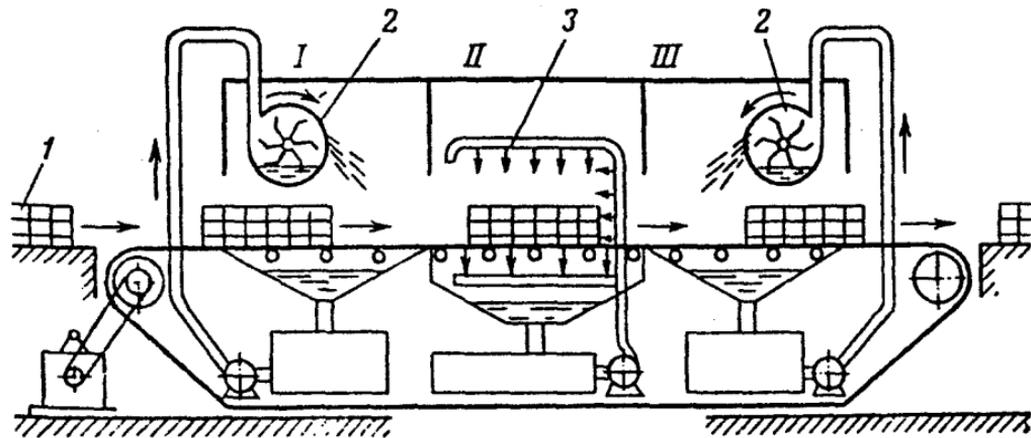


Рис. 4.4. Схема трехкамерной моечной установки:

1- изделие; 2- лопастной распылитель; 3- перфорированная труба с соплами
I, II, III – камеры

Мойка малогабаритного оборудования и мелких деталей осуществляется погружением в ванну с моющей жидкостью и некоторой выдержки или же многократным погружением и подъемом, что позволяет упростить и уменьшить иногда длительность процесса.

При мойке машин, кроме воды применяются мощные растворы с подогревом до 80-90°C, подаваемые высоконапорными вихревыми или плунжерными насосами.

4.3 Мойка узлов и деталей

Мойка производится после разборки машины на узлы и детали и предшествует операциям контроля и дефектации деталей. Нагар и следы коррозии удаляются с помощью скребков и металлических щеток. Для удаления старой краски и подготовки поверхности к металлизации применяется более эффективный способ – пневматический, то есть обдув чугунной или стальной дробью. Очистка поверхности производится также обдувом её измельченной крошкой косточковых плодов. Однако из-за невозможности удаления загрязнения с внутренних поверхностей деталей используются физико-химические способы очистки, а именно, погружение, струйный, вибрационный и др.

Погружение состоит в помещении деталей в ванну с обезжиривающим раствором и перемещения их ввиду ослабления действия раствора, из-за насыщения жиром. Для снижения поверхностного натяжения масляной пленки и отделения её от металла в моющие растворы добавляются щелочи и эмульгаторы: жидкое стекло, спирты, моющие вещества ОП-7, ОП-10 и др. Таким образом, применяется мойка деталей в передвижных камерах на месте разборки.

В стационарных ваннах установлена сетка, приподнятая над дном, для размещения деталей. При этом в ванне создается циркуляция моющей жидкости через погруженные детали, а пространство под сеткой является отстойником. Ванны для горячих растворов закрыты сверху откидными крышками для снижения испарения раствора и уменьшения охлаждения его. Мелкие детали, болты, гайки и шпильки хорошо промываются во вращающихся сетчатых барабанах, погруженных на $1/2 - 2/3$ диаметра в раствор.

Струйная мойка горячим раствором обычно производится на ремонтных предприятиях в моечных камерах однокамерных (только мойка), двухкамерных (промывка и ополаскивание) и трехкамерных (промывка, ополаскивание и сушка). Перемещение деталей из камеры в камеру производится специальным транспортером. Мелкие детали при этом помещаются в проволочные корзины.

В передвижных камерах используются также следующие растворители: бензин, керосин, дизельное топливо. Мойка в стационарных ваннах и струйным способом выполняется с помощью горячей воды ($70-90^{\circ}\text{C}$), холодных и горячих щелочных растворов. При этом широкое применение нашли растворы каустической соды концентрацией 10-15% в стационарных ваннах и 3-5% при струйной мойке. Добавка в растворы 15-18г/л поверхностно-активного вещества ДС-РАС или 2г/л сульфанола повышает производительность мойки на 20-30 % [1]. В последнее время вместо каустической соды нашли применение неагрессивные моющие препараты: АМ-15, МЛ-51, МЛ-52 и растворы с поверхностно-активными веществами, синтезированными на основе нефтепродуктов. Выбор по составу того или иного раствора для мойки зависит от его коррозионной активности.

Вибрационная мойка проводится в закрытых машинах и поэтому можно использовать токсичные растворители и эмульсии. Возникающие турбу-

лентные потоки жидкости улучшают качество и повышают производительность мойки.

Сущность ультразвуковой мойки заключается в создании в растворе с помощью генераторов типа ПМС-7 звуковых колебаний высокой частоты. При этом в жидкости возникают области сжатия и разрежения, приводящие к кавитационным явлениям. Локальные гидравлические удары, в этом случае, приводят к разрушению трудноотделяемых масляных загрязнений и превращению их в эмульсию, которая легко удаляется. Очистка проводится при комнатной температуре в растворах: тринатрийфосфате – 3 г/л; органическом полипродукте ОП-7-3 г/л.

Химико-термическая очистка производится для удаления нагара и накипи с деталей применением расплава солей и щелочи. Рекомендуемые концентрации и температуры солей: 60-65 % едкого натра, 30-35% азотнокислого натрия, 5% хлористого натрия, температура расплава 410-420°C. Продолжительность процесса 5-15 мин. После этого детали промывают в воде, а в последующем, в кислотном растворе для нейтрализации следов щелочи.

Для очистки чугунных и стальных деталей применяются ингибированные растворы соляной кислоты, а деталей из алюминиевых сплавов - растворы фосфорной кислоты. Заключительная операция при этом – промывка в горячей воде.

Электрохимическая мойка проводится в щелочных растворах (гальванических ваннах) при температуре 80°C и плотности тока 10-15 А/дм². Здесь к процессам эмульгирования, диспергирования и растворения добавляется механическое воздействие пузырьков газа, выделяющихся на границе металла и загрязнений.

4.4 Правила работы с моющими растворами

В процессе применения моющих растворов выделяются вредные испарения, поэтому помещения для мойки отделяются от других рабочих мест и оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией. Кроме того, необходимо при работе строгое соблюдение правил безопасности и противопожарной техники. Для защиты рук используются специальные предохранительные пасты: ХИОТ-6 и АБ-1 при мойке растворами, ПМ-1 при мойке нефтепродуктами. Руки также необходимо защищать с помощью резиновых перчаток при работе с растворами, вызывающими ожоги. Соблюдение чистоты и хорошей вентиляции моечного отделения являются обязательными. Перед началом каждой смены полы посыпаются свежими опилками, удаляемыми в конце смены.

Соблюдение особой осторожности необходимо при приготовлении кислотных растворов: запрещается вливать воду в кислоту во избежание бурной реакции и выброса раствора. Следует вливать кислоту в воду с одновременным перемешиванием раствора. Размельчение каустической соды проводится рабочим в защитных очках. При пуске моечной машины двери её должны быть закрыты и открываются лишь после остановки машины.

4.5 Разборка оборудования.

Согласно схем технологического процесса капитального ремонта (Рис. 4.1) машину после наружной мойки разбирают вначале на узлы и агрегаты, а затем производится разборка узлов на детали.

Качество разборки существенно влияет на качество, стоимость и сроки ремонта. Применение рациональных технологических схем разборки, инструментов и приспособлений позволяет сократить сроки разборки и устранить возможность повреждения деталей при этом.

Разборка обычно производится одной бригадой рабочих на одном рабочем месте или вводятся дополнительные рабочие посты для разборки отдельных агрегатов.

Схема разборки, предусмотренная технологическими картами и графиками, определяет последовательность проведения её в начале на узлы и агрегаты, а затем разборка на детали. В технологических картах приводится порядок разборки, применяемое оборудование, приспособления и инструмент, приемы работ, нормы времени и технические требования на разборку. Вначале с машины снимаются узлы и детали, которые препятствуют снятию последующих узлов и деталей. При этом разборке подвергают те узлы и детали, которые изношены или повреждены. Узлы и детали, не требующие ремонта, не разбирают, чтобы не нарушать их сопряжений и исключить необходимость последующей приработки.

Правильная укладка деталей и узлов при разборке исключает возможность их повреждения. Так, громоздкие и тяжелые детали и узлы ставят или укладывают на деревянные настилы или подставки у места разборки. Другие узлы и детали укладываются на специальные подставки на тележках, устраняющие их взаимный контакт и возможность повреждений при транспортировке. Крепежные детали укладываются в ящики и после их мойки доставляются на контроль (дефектовку).

4.5.1 Маркировка деталей при разборке.

При индивидуальном методе ремонта узлы и детали проходят маркировку, чтобы после ремонта их установить на ту машину, с которой они были сняты. При агрегатном методе ремонта маркируются сопрягаемые или приработанные детали для правильного взаимного их положения как, например, седло-клапан и др.

Метка деталей производится стальным клеймом (кернером) буквами, цифрами, электрографом или электроштихелем, кислотным клеймом и краской. Клеймение незакаленных деталей (кернением) не должно повреждать или деформировать рабочую поверхность. Для закаленных деталей используются другие способы нанесения меток. Так, например, при кислотном клеймении резиновым штампом смоченным в кислоте ставится клеймо с последующей нейтрализацией 10%-ным раствором кальцинированной соды.

4.5.2 Технология разборки типовых соединений.

Разборка резьбовых соединений. При разборке широко применяется механизированный инструмент с электрическим, пневматическим или гидравлическим приводом (гайковерты и шпильковерты), гаечные ключи, отвертки. Наборы гаечных ключей состоят из открытых, накладных, глухих, торцовых, одно- или двухрожковых, г-образных для круглых гаек и др. Кроме гаечных ключей при разборке применяются шпильковерты (простые, эксцентриковые или специальной конструкции), молотки слесарные простые и «мягкие» пассатижи. Для разборки резьбовых соединений машины при капитальном ремонте крутящий момент превосходит в 1,5-2,5 раза крутящий момент при сборке нового такого же соединения. Это вызывается работой соединений в агрессивных средах, где они корродируют. Подобные соединения промывают керосином или же погружают в ванну с керосином, где он проникает в резьбу и снижает коэффициент трения. Однако до разборки следует установить направление нарезки резьбы (правая, левая) во избежание деформации деталей воздействием большого крутящего момента. Разборка резьбовых соединений может быть иногда облегчена легким и частым обстукиванием соединения молотком, нагревом узла горячей водой, паром или открытым пламенем паяльной лампы либо газовой горелки. При нагреве соединения необходимо принимать во внимание возможную вероятность коробления деталей. До развинчивания резьбового соединения его необходимо расстопорить против самоотвинчивания.

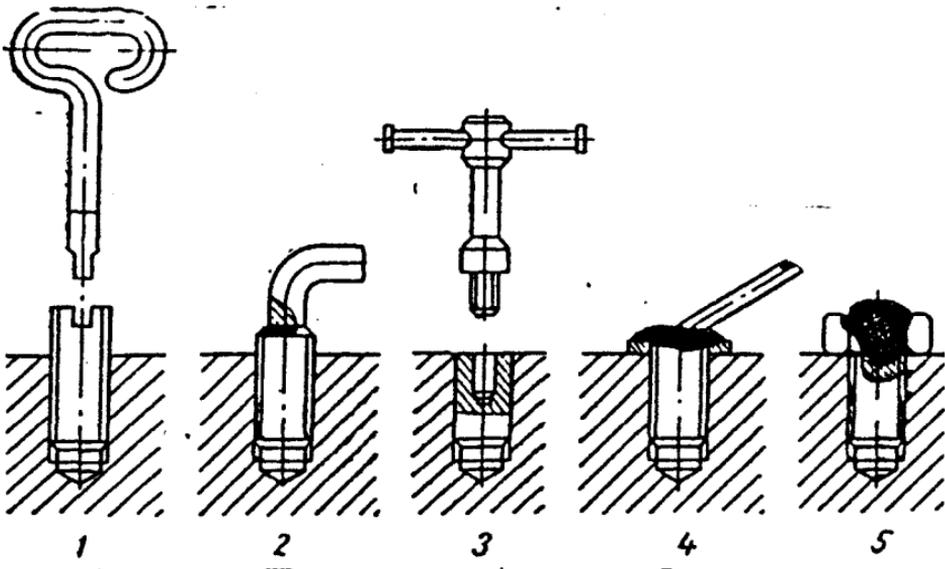
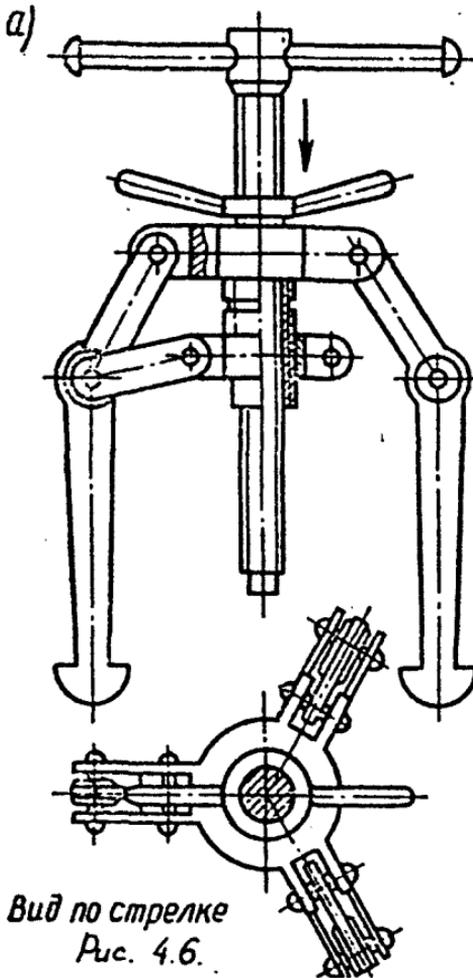


Рис. 4.5. Способы вывинчивания сломанных шпилек и болтов

1 - с помощью отвертки; 2, 4 - с помощью приваренного стержня; 3 - с помощью сверления и нарезания левой резьбы; 5 - с помощью приваренной гайки.

Поломанные шпильки и болты извлекаются следующим образом: конец шпильки или болта выступает над поверхностью – в нем прорезают паз под отвертку или же приваривают стержень; конец шпильки спрятан в гнезде, то в нем сверлят отверстие, нарезают левую резьбу и ввинчивают экстрактор, вращая который вывинчивают шпильку или же приваривают гайку и вывинчивают сломанный конец шпильки или болта (Рис. 4.5). При невозможности извлечения конца шпильки или болта этими способами, их высверливают и нарезают в детали резьбу большего диаметра, используя в дальнейшем ступенчатую шпильку.



Вид по стрелке
Рис. 4.6.

Разборка соединений с гарантированным натягом. Эти соединения обычно относятся к классу вал-втулка, то есть к цилиндрическим соединениям. Разборка таких соединений производится с помощью рычажных, винтовых и гидравлических прессов, а также различных съемников. Съемники могут быть универсальными (Рис. 4.6) и специальными (Рис. 4.7) и (Рис. 4.8). Усилие распрессовки создается винтом и гайкой с ходовой резьбой. Универсальный съемник позволяет производить снятие деталей различных диаметров посредством изменения длины тяг. Специальный цапговый съемник (Рис. 4.8) используется для удаления подшипников качения из гнезд [8]. Здесь: 1-винт, 2-гайка, 3-упор, 4-цапга. На рис 4.9 и 4.10 представлены гидравлические съемники для распрессовки поршней и седел клапанов буровых насосов, а на рис. 4.11-гидравлический пресс для распрессовки крупных деталей бурового оборудования. Для разборки деталей, соединенных горячей посадкой, используются прессы и мощные съемники. Нагрев наружной детали облегчает при этом процесс разборки. Однако при невозможности разборки, наружная деталь удаляется механической обработкой.

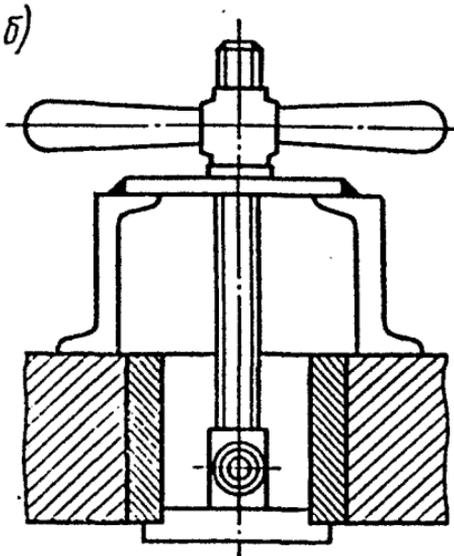


Рис. 4.7

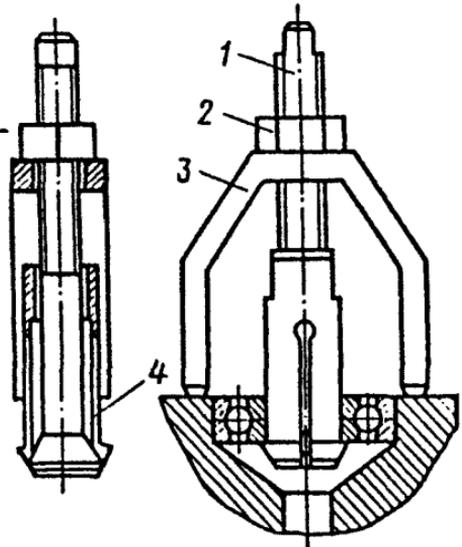
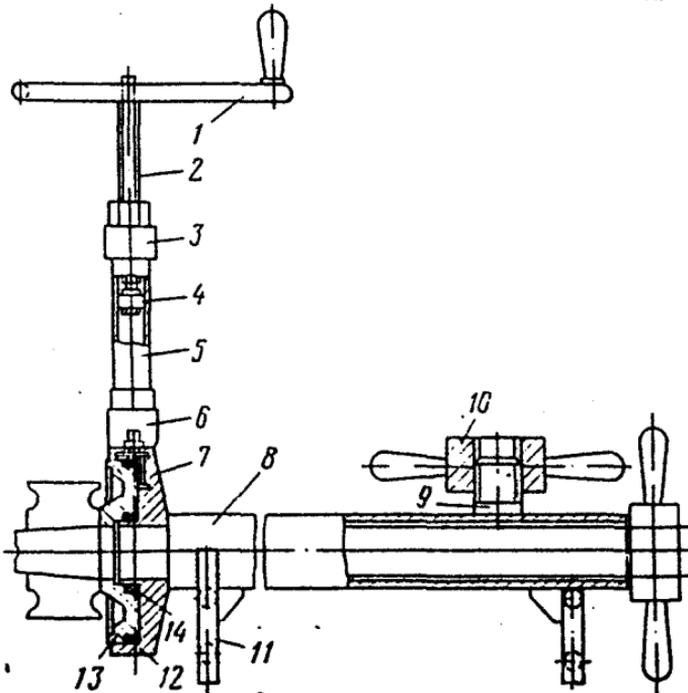


Рис. 4.8

Рис. 4.9

Гидравлический съемник поршней буровых насосов:

- 1-маховик;
- 2-винт;
- 3-крышка цилиндра;
- 4-поршень;
- 5-цилиндр;
- 6-муфта;
- 7-корпус;
- 8-труба;
- 9 и 11-стойки;
- 10-рукоятка;
- 12 и 14-уплотнения;
- 13-поршень.



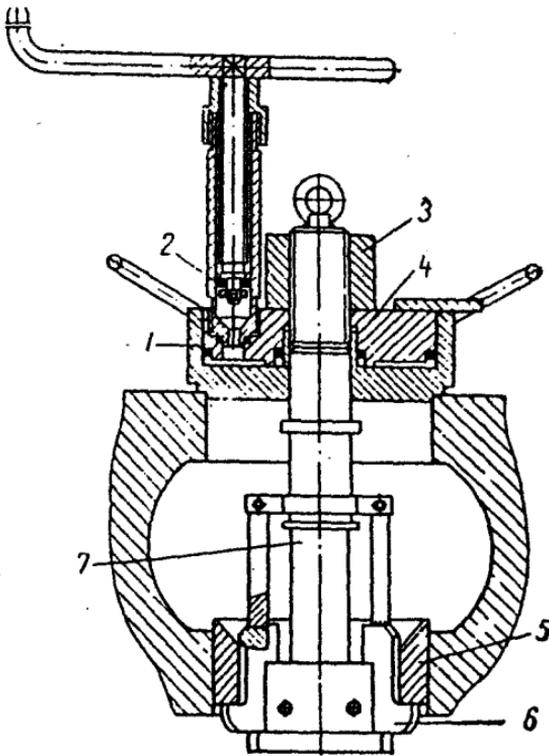


Рис. 4.10

Гидравлический съемник седел клапанов буровых насосов:

- 1-цилиндр;
- 2-гидравлический цилиндр с ручным приводом;
- 3-гайка;
- 4-поршень;
- 5-седло;
- 6-захват;
- 7-тяга.

Особенности демонтажа подшипников качения.

Необходимо оберегать от повреждений подшипники, их гнезда в корпусах и посадочные места валов. Отмечается, что лучшим способом демонтажа является снятие их с вала и удаления из гнезд с помощью прессов с наставками или же винтовых съемников. Усилие при этом прикладывается только к кольцу с напряженной посадкой, то есть избегая передачу усилия через тела качения. Стопорные кольца на валах или в корпусах перед демонтажем удаляют. При запрессовке подшипника с большим натягом на валу рекомендуется его предварительно прогреть маслом с температурой около 100°C , изолировав вал асбестом или картоном и обливая подшипник горячим маслом [1].

При разборке бурового оборудования, кроме перечисленных съемников и гидравлических прессов, применяются специальные стенды. На рис.4.12 представлен, например, механический стенд для разборки турбобуров.

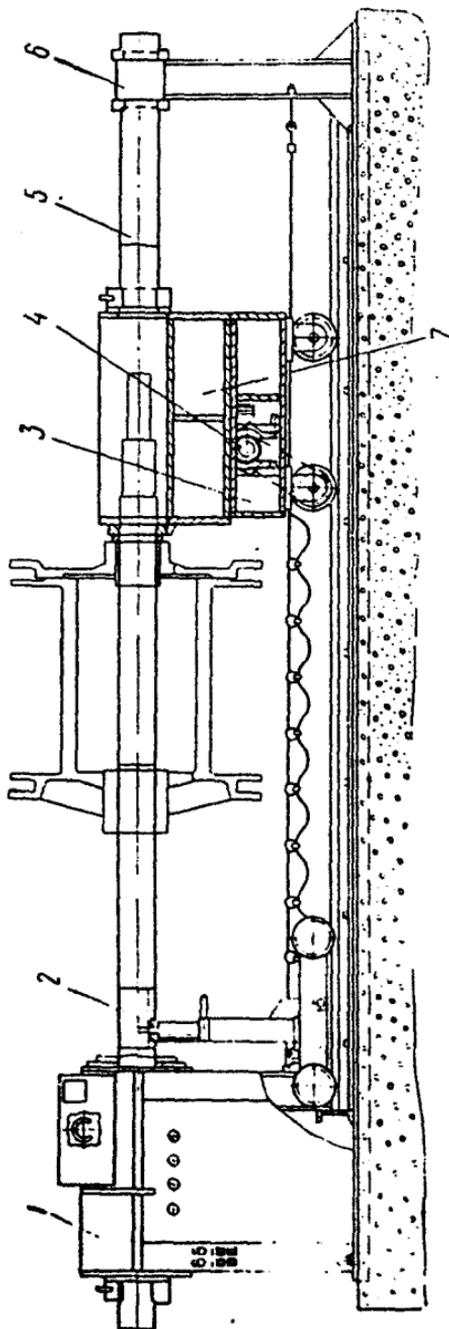


Рис. 4.4. Гидравлический пресс:

1 — передняя бабка; 2 и 3 — теленки; 4 — электропривод; 5 — штанга; 6 — задняя опора; 7 — траверса

4.6 Дефектовка и сортировка деталей.

Несоответствие продукции требованиям нормативно-технической документации называется дефектом [8]. Целью дефектовки является оценка технического состояния и определение её пригодности к дальнейшей эксплуатации. При этом определяется степень износа ремонтируемого оборудования и возможность дальнейшего использования его, а также причины выхода деталей из строя, как, например, неправильной сборки и эксплуатации, отсутствия смазки и т.д. Контроль и дефектовка проводится в соответствии с техническими условиями, в которых имеются специально разработанные таблицы или карты с перечислениями дефектов тех или иных деталей, способов их определения, применяемого контрольно-измерительного инструмента, номинальных, допустимых и предельных зазоров, натягов, а также приводятся рекомендации по ремонту и восстановлению деталей. В процессе дефектовки учитывается экономическая целесообразность восстановления детали, то есть чтобы её стоимость после ремонта не превышала стоимости новой детали.

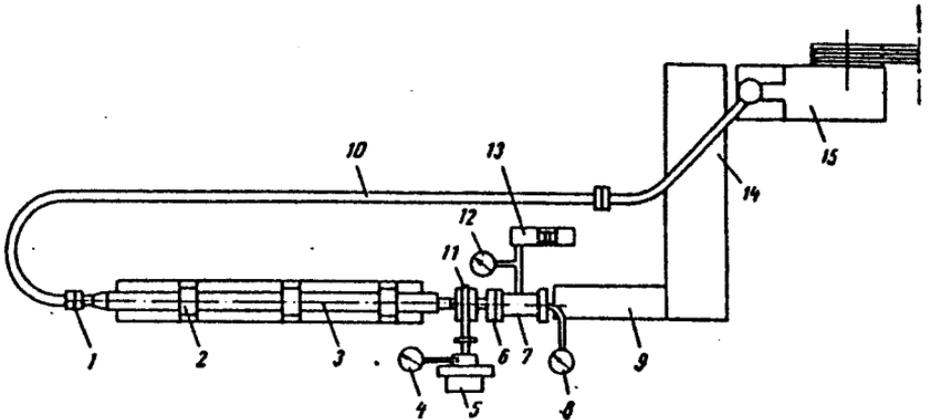


Рис. 42. Схема горизонтального стэнда.

1 — быстро соединяющаяся гайка; 2 — зажимные хомуты; 3 — турбобур; 4 — манометр ленточного тормоза; 5 — цилиндр ленточного тормоза; 6 — упорный подшипник; 7 — разгружающий домкрат; 8 — тахометр; 9 — сливной желоб; 10 — гибкий шланг; 11 — ленточный тормоз; 12 — манометр домкрата; 13 — электродвигатель насоса домкрата; 14 — приемный чай; 15 — насос стэнда.

Дефектовка включает следующие операции: контроль, сортировка и маркировка.

При контроле все детали сортируются на пять групп и маркируются краской: годные — зеленой; годные при сопряжении только с новыми или отремонтированными до номинальных размеров деталями — желтой; подлежащие ремонту на данном предприятии — белой; подлежащие ремонту на специализированном предприятии — синей; негодные или выбракованные — красной.

Годные детали поступают в комплекточное отделение или на склад годных деталей. Детали, подлежащие ремонту, направляются на склад деталей и последующего ремонта их в механических цехах. Негодные или выбракованные детали сдаются в металлолом или же используются частично для изготовления других деталей.

При износе деталей менее допустимых норм их выбраковка запрещается. Существуют следующие основные факторы выбраковки:

конструктивные — предельные изменения размеров деталей ограничиваются снижением их прочности или конструктивными изменениями сопряжений;

экономические — изменения размеров приводят к снижению производительности машины и других экономических показателей (увеличение механических потерь, расхода топлива, смазки и др.)

4.6.1 Способы контроля состояния узлов и деталей.

В практике существуют следующие способы контроля состояния узлов и деталей: внешний осмотр, проверка на ощупь, остукивание, применение измерительного инструмента, жесткого предельного инструмента, проверка с помощью специальных приборов, приспособлений и оборудования.

Внешним осмотром деталей определяются дефекты, видимые невооруженным глазом (трещины, обломы, остаточные деформации изгиба или кручения и др.)

Проверкой на ощупь или опробованием определяется наличие люфтов, легкость вращения подшипников, легкость перемещения шестерен по шлицевым валам, наличие усталостных раковин на зубьях шестерен и т.п.

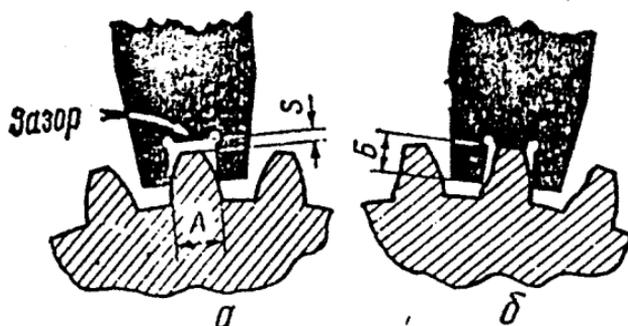


Рис. 4.13. Замер зубьев шестерен шаблоном:

a — положение шаблона на неизношенном зубе; *b* — положение шаблона на изношенном зубе.

Применением измерительного инструмента определяются отклонения сопряжений от заданного зазора или натяга, плоскостности, формы, профиля и т.д. При этом применяются штангенциркули, микрометры, индикаторные нутромеры, щупы, штангенрейсмусы, штангензубомеры, универсальные штативы с индикатором, поверочные плиты, линейки и другие измерительные приборы: оптиметры, миниметры, инструментальные микроскопы. Допуски контролируемых деталей должны быть больше погрешностей измерительных инструментов. Так, например, при допусках деталей 0,05–0,2 мм применяют микрометры с допусками 0,015–1,05 мм, а при допусках 0,2–0,5 мм применяют штангенциркуль с отсчетом 0,1 мм.

Простукиванием обнаруживаются неплотности посадок штифтов, шпилек в корпусах и крышках, промежуточных втулках, а также трещины, которые при нормальных посадках издадут звонкий металлический звук. При ослабленных посадках и наличии невидимых трещин издаваемый звук — дребезжащий.

Применение жесткого предельного инструмента позволяет установить величину износа деталей с наружными и внутренними цилиндрическими формами или фасонными поверхностями (зубья, шлицы, канавки поршневых колец, шпонок, шаровые поверхности и т. д.)

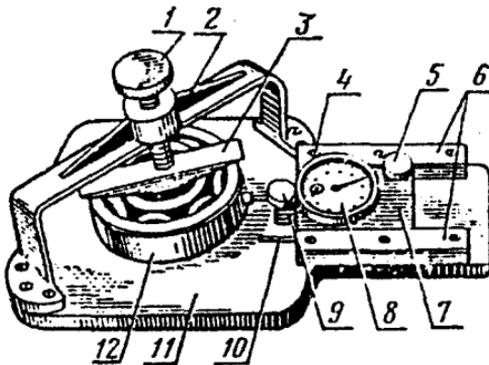


Рис. 4.14. Индикаторный прибор КИ-1223 для проверки радиальных зазоров в подшипниках качения: размер А шаблона равен допустимой без ремонта толщине зуба, а размер Б — нормальной высоте головки зуба. При наличии зазора S между вершиной зуба и шаблоном шаблон пригодна для дальнейшей работы. Определение рационального зазора в подшипниках качения представлено на рис. 4.14.

Контроль внутреннего диаметра производится с помощью однопредельных шаблонов (пробок), а для контроля наружного диаметра применяются предельные скобы, обычно многоразмерные.

4.6.1.1. Неразрушающий контроль.

Проверкой с помощью специальных приборов, приспособлений и оборудования определяются скрытые дефекты. Способ основан на использовании магнитного, капиллярного и акустического методов, контроля рентгеновскими лучами, радиационного, гидравлического и пневматического методов и т. д.

Перечисленные виды контроля относятся к так называемому неразрушающему контролю (НК) [9], который в соответствии с ГОСТ 18353-79 имеет строго определенные коды для каждого метода. Структура кода имеет шесть разрядов обозначаемых двумя цифрами. ГОСТ имеет десять основных видов НК: акустический (индекс 01), капиллярный (01), магнитный (03), оптический (04), радиационный (05), радиоволновой (06), тепловой (07), течениеметрический (08), электрический (09), электромагнитный - вихревых токов (10).

В свою очередь каждый основной вид НК разделяется по характеру используемых физических полей, излучений и веществ, их взаимодействию с

контролируемым объектом, первичным информативным параметром, а также по способу индикации и представления информации о результатах контроля.

В таблице 4.1 приводятся виды НК, используемые для контроля нефтепромыслового оборудования [9].

Таблица 4.1

Вид НК	Характер физических полей или излучений, взаимодействующих с контролируемым объектом	Характер взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом	Первичный информационный материал	Способ индикации первичной информации	Способ представления окончательной информации	Код методов НК по ГОСТ 18353-79	Аппаратура, используемая для осуществления данного НК
Метод неразрушающего контроля							
Акустический	Упругий ультразвуковой	Отраженного или рассеянного излучения	Временный	Пьезоэлектрический	Электронно-лучевой	01.03.02.03.01.05	УДМ-3,ДУК-60 Па М, УД-10УА
Капиллярный	—	Капиллярный	Цветной (хроматический)	—	Метрический	01.03.02.03.01.06	Кварц-6
Магнитный	Постоянного магнитного поля	Магнитный	Намагниченности	Магнитопорошковый	Визуальный	03.01.01.02.01.01	ДМП-2,МД-600,ПМД-3М,
					Электронно-лучевой	03.01.01.02.02.05	МД-9,МД-11
	Переменного магнитного поля	Магнитный	Намагниченности	Индукционный	Графический	03.01.01.02.04.02	МДУ-1,МДУ-2У
Визуальный					03.02.01.02.01.01	МГК-1, ИЩД-2 ДМП-2,МД-600	
Радиационный	Гамма	Прошедшего излучения (теневой)	Интенсивности излучения	—	Радиографический	05.02.01.01.00.02	«Газпром»,«Трасса», РИД-12, «Гаммарид-20», «Магистраль», «Магистраль-1», «Нева», РИД-44
Электромагнитных (вихревых токов)	Переменного электромагнитного поля	Индукционный	Амплитудный	Индукционный	Звуковой	10.01.01.01.01.03	РУП-200-5,РАП-150-5 и т.п.
						10.01.01.01.01.05	ДИП-1 ТВТ-3

Приведем расшифровку терминов и краткие характеристики различных групп НК.

4.6.1.1.1 Виды неразрушающего контроля.

При акустическом НК регистрируются параметры упругих колебаний ультразвукового и звукового диапазонов в образце с частотой от 50 Гц до 50 МГц и интенсивности не более 1 кВт/см^2 . Здесь напряжения и деформации связаны пропорциональной зависимостью, так как происходят в области упругих деформаций, т.е. в области линейной акустики.

При капиллярном НК имеет место капиллярное проникновение индикаторных жидкостей в поверхностные дефекты и последующей регистрации индикаторного рисунка.

При магнитном НК регистрируются магнитные поля рассеивания дефектов или магнитных свойств объекта контроля.

При электромагнитном НК (вихревых токов) регистрируются изменения взаимодействия собственного электромагнитного поля катушки с электромагнитным полем, наводимых вихревых токов, в образце.

4.6.1.1.2 Характер взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом.

Метод отраженного излучения (эхо-метод) представляет собой регистрацию волн, отражающихся от дефекта или поверхности раздела двух сред.

При методе прошедшего излучения (тенью) регистрируются волны, прошедшие через контролируемый образец. Так, например, при рентгенодефектоскопии принимается во внимание различная степень поглощения рентгеновских лучей при их распространении на одних и тех же расстояниях для различных сред. При этом поглощение будет более интенсивным с увеличением плотности среды и атомного номера элементов среды. В связи с чем, дефекты материала (трещины, раковины) меньше ослабляют лучи, чем включения из более плотных материалов. Поэтому рентгеновские лучи на противоположной поверхности образца являются ослабленными в различной степени.

При использовании метода рассеянного излучения регистрируются волны, рассеянные от дефекта или поверхности раздела двух сред.

4.6.1.1.3 Первичный информативный параметр.

При применении цветного (хроматического) метода регистрируется цветной контраст воздействия индикаторной жидкости или газа и фон поверхности образца.

При временном методе фиксируется время прохождения волны через контролируемый образец.

Регистрация интенсивности излучения при взаимодействии его с образцом производится при использовании радиационного метода.

Регистрация амплитуды колебаний при взаимодействии их с образцом применяется при амплитудном методе.

4.6.1.1.4 Способ индикации первичной информации.

При магнитографическом способе регистрируются магнитные поля рассеяния с индикатором – ферромагнитной пленкой.

При использовании магнитопорошкового способа регистрируются магнитные поля рассеяния с индикатором - магнитным порошком или магнитной суспензией.

При пьезоэлектрическом способе регистрируются акустические волны с индикатором – пьезоэлектрическим детектором.

При индукционном способе регистрируются магнитные поля рассеяния, магнитные свойства по величине или фазе индуктируемой ЭДС.

4.6.1.1.5 Способ представления окончательной информации.

В зависимости от используемого вида НК существуют следующие способы: *визуальный* – регистрация оптического излучения невооруженным глазом или с помощью оптических устройств; *графическим* – состояние контролируемого образца представляется в виде графика, кривой или фиксированного видимого изображения; *радиографический* – регистрация излучений и представления информации в виде фиксированного видимого изображения; *электронно-лучевой* – регистрация информации на ЭЛТ осциллографа, телевизора и т.д.; *метрический* – измерение определенных параметров сигнала, несущего информацию и представление её в цифровом или аналоговом виде; *звуковой* – использование звуковой сигнализации о состоянии образца.

4.6.1.1.6 Выявляемость дефектов различными видами неразрушающего контроля.

Выявляемость дефектов приведена в таблице 4.2, при оценке которых использована пятибальная система [10].

Дефекты, образующиеся в металлических изделиях, могут различаться по размерам и расположению, по природе и происхождению. Они могут возникать при следующих процессах: плавка и литье (раковины, поры, зоны рыхлости, включения, ликвационные зоны, горячие трещины, неслитины и т.д.), обработка давлением (внутренние и поверхностные трещины, расслоения, пресс-утяжины, рванины, заковы, закаты, плены, флокены и т.д.), термической и химико-термической обработке (зоны грубозернистой структуры, перегреве, пережоге, термические трещины, несоответствие толщины закаленного, цементированного, азотированного и др. слоев и т.д.), механической обработке (шлифованные трещины, прижоги), сварке (непровар, трещины и

т.д.), хранения и эксплуатации (коррозионные поражения, усталостные трещины, трещины термической усталости, ползучести и т.д.)

Таблица 4.2

Вид дефекта	Вид НК					
	01	02	03	05	10	визуально
1	2	3	4	5	6	7
Включения металлические, шлаковые, флюсовые	4	0	0	4	2	0
Волосовины	0	0	5	0	3	0
Грубозернистость околосшовной зоны	4	0	0	0	2	0
Закаты	3	2	0	0	3	2
Заковы	3	2	2	0	3	2
Заливины	0	0	0	0	2	4
Коррозия:						
атмосферная межкристаллитная	4	3	0	0	4	3
атмосферная поверхностная	0	3	0	0	4	4
газовая высокотемпературная	4	4	0	0	4	3
межкристаллитная	4	4	0	0	4	3
поверхностная	0	4	0	0	4	3
Ликвация:						
дендритная	0	0	0	2	0	0
зональная	0	0	0	2	0	0
по плотности	0	0	0	2	0	0
Науглероживание	0	0	4	0	4	0
Непровар	4	0	3	3	0	0
Неслитины	3	0	0	2	2	2
Несоответствие заданной структуре	0	0	3	0	4	0
Несоответствие толщины закаленного слоя при обработке ТВЧ	4	0	4	0	4	0
Несоответствие толщины цементированного, азотированного, оксидированного и др слоев.	3	0	3	0	4	0
Обзуглероживание	3	0	3	0	4	0
Окислы, плены, корочки	3	2	0	0	2	0
Перегрев	3	0	3	0	3	0
Пережог	3	0	3	0	3	0
Плены	0	0	0	0	0	3
Повреждения поверхности механические	0	0	0	0	0	4
Пористость газовая	3	2	2	4	4	0
Пресс-утяжкины	5	0	0	4	0	0
Прижоги	0	0	5	0	3	0
Пузыри газовые	3	0	0	0	0	0
Пятна мягкие	0	0	0	0	4	0
Разнотолщинность (листов)	5	0	3	1	3	0
Разностенность для труб, полок профилей в продольном направлении	5	0	3	1	3	0
Разрывы внутренние	4	0	0	4	0	0
Раковины усадочные	4	0	0	4	0	0
Расслоения	4	0	0	0	0	0
Рыхлота усадочная	3	2	0	4	0	0
Растрескивание при хранении	4	4	4	0	4	3
Рванины	4	4	0	0	4	5
Риски	2	4	0	0	4	4
«Скворечники»	4	0	0	4	2	2

Структура грубозернистая	3	0	3	0	3	0
Трещины:						
водородные	5	5	5	0	5	0
горячие	4	2	0	3	2	0
в заклепочных соединениях	4	0	2	3	4	0
контактные	3	0	3	0	3	3
отделочные	4	4	4	0	4	0
отслаивания	4	3	3	0	2	0
поверхностные, внутренние	4	2	2	2	2	2
ползучести	4	4	3	0	4	3
рихтовочные монтажные	5	5	4	4	5	0
сварочные	5	0	3	4	2	0
термические (в том числе закалочные)	4	4	4	0	4	0
термической усталости	4	4	0	0	4	3
усталостные	4	4	4	3	4	3
холодные	4	2	0	3	2	2
шлифовочные	0	5	5	0	4	0
Микротрещины закалочные	1	3	0	0	3	0
Флоксы	4	0	4	0	0	0

Все указанные дефекты имеют один общий признак – изменение следующих физических характеристик материала: удельной электрической проводимости, магнитной проницаемости, коэффициента затухания упругих колебаний, плотности, коэффициента ослабления излучений и т.д.

4.6.1.1.7 Особенности неразрушающего контроля и используемые средства.

Ультразвуковой эхо-метод широко используется при контроле нефтепромышленного оборудования и инструмента. Были созданы передвижные установки и лаборатории ПДУ-1М, БУР-1, ПКДЛ и др.[9].

Сущность ультразвукового эхо-метода заключается в отражении ультразвуковых волн от границы двух сред (толщи металла и пустот в виде трещин) в результате изменения плотности среды и акустического сопротивления.

Ультразвуковыми волнами или колебаниями называются упругие механические колебания с частотой более 20 кГц. Эти колебания посылаются в исследуемый объект и принимаются пьезоэлектрическими преобразователями – пластинками из монокристаллов кварца, сульфата лития и других металлов.

При воздействии электрического поля на пьезоэлемент в нем генерируются упругие деформации, зависящие по своей величине и направлению от параметров электрического поля. Если же на пьезоэлемент действуют механические усилия, то в нем возникают электрические напряжения строго соответствующие действующим усилиям. Распространяясь в виде узких пучков по заданному направлению, ультразвуковые колебания могут отражаться, преломляться и фокусироваться. Эти колебания, достигая границы раздела

двух фаз, отражаются от неё из-за наличия различных значений акустических сопротивлений сред. Угол падения при этом равен углу отражения указанных колебаний. Однако, часть ультразвуковых колебаний проходит во вторую среду, преломляясь в ней. Способность направленных ультразвуковых колебаний к отражению используется для обнаружения в деталях трещин, раковин, расслоений, газовых и шлаковых пор, а также измерения толщины.

Существуют следующие методы ультразвуковой дефектоскопии: метод просвечивания и импульсивный эхо-метод. Методы различаются способом приема сигнала от дефекта.

Метод просвечивания (рис. 4.15) основан на появлении звуковой тени за дефектом в детали при прохождении через неё ультразвуковых колебаний. В схеме ультразвукового дефектоскопа излучатель ультразвуковых колебаний 2 расположен на одной стороне детали 3, а приемник колебаний 4 - на другой стороне. При отсутствии в детали дефекта 7 ультразвуковые колебания, возбуждаемые генератором 1, пройдя через деталь, достигнут приемника 4, где преобразуются в электрические импульсы и далее после усиления этих импульсов в усилителе 5 достигает индикатора 6 регистрирующего прибора, вызывая отклонение стрелки последнего (рис. 4.15,а). При встрече с дефектом 7 (рис. 4.15,б) ультразвуковые колебания отразятся от него и не достигнут приемника 4, так как он будет расположен в звуковой тени. Стрелка индикатора 6 при этом не отклонится от первоначального (нулевого) положения.

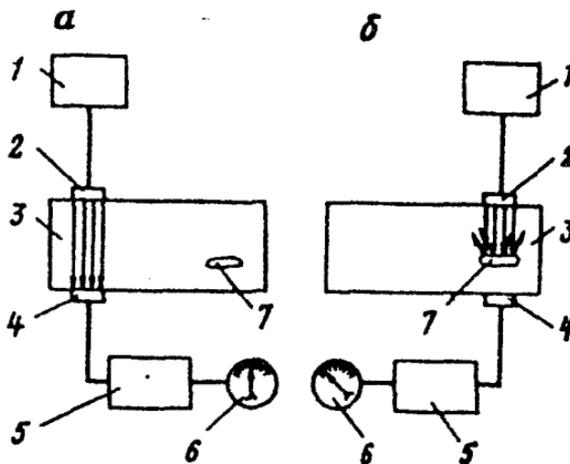


Рис. 4.15 Схема ультразвукового дефектоскопа, работающего по методу звуковой тени

Метод просвечивания или теневой метод используется ограниченно из-за необходимости наличия двустороннего доступа к контролируемым поверхностям. Поэтому он рекомендуется к применению для контроля деталей небольшой толщины.

Импульсивный эхо-метод получил широкое распространение при ультразвуковом контроле деталей нефтепромыслового оборудования.

Блок-схема импульсивного дефектоскопа (рис. 4.16) состоит из импульсивного генератора 6, который посылает электромагнитные колебания

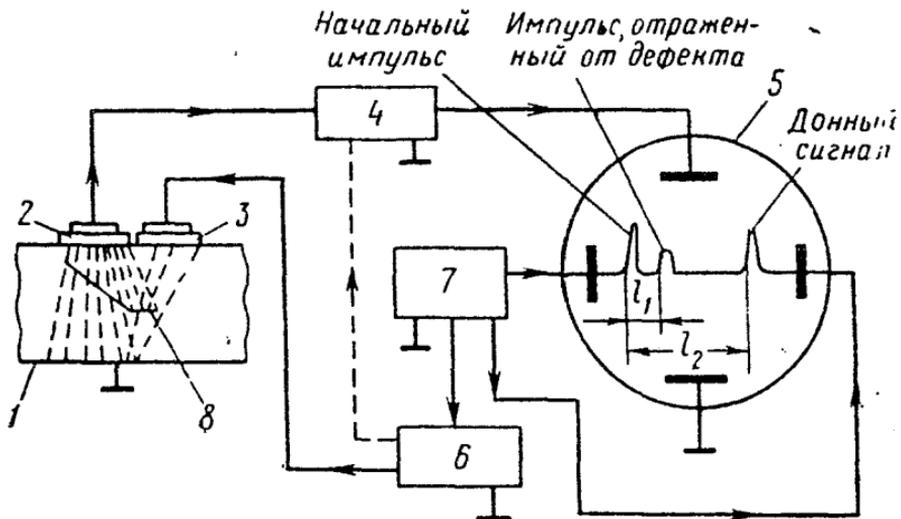


Рис. 4.16. Схема ультразвукового эхо-дефектоскопа

на пьезоэлектрический преобразователь 3 искательной головки и далее, контактируя с деталью 2 через слой смазки, ультразвуковые колебания в материале детали достигают противоположной её стороны или дефекта 8 и отражаются от них. Затем они принимаются пьезоэлектрическим преобразователем 2, расположенным в той же или отдельной искательной головке. В преобразователе 2 ультразвуковые колебания материала детали 1 преобразуются в электрические колебания и направляются в усилитель 4, а затем в электронно-лучевую трубку 5. Синхронно с запуском импульсного генератора 6 запускается генератор основной развертки 7 с целью получения на экране электронно-лучевой трубки горизонтальной развертки луча во времени [7].

В результате на экране электронно-лучевой трубки 5 имеем два изображения: сплошную горизонтальную линию – колебания основной развертки; пики эхо-сигналов – начальный импульс-отражение от поверхности детали, отражение от дефекта и донный сигнал-отражение от противоположной поверхности детали. При этом расстояния l_1 и l_2 характеризуют координаты расположения дефекта, а именно, l_1 соответствует глубине залегания дефекта, l_2 – толщине детали по отношению к начальному импульсу. Размер дефекта характеризуется величиной амплитуды отраженного эхо-сигнала.

Прозвучивание детали по нормали к её поверхности и различными углами к дефекту (рис.4.17) позволяет уточнить координаты, форму и размер дефекта.

При направлении импульсов ультразвуковых колебаний по нормали к дефекту амплитуда эхо-сигнала – максимальная, с увеличением угла α амплитуда этого сигнала уменьшается и становится равной нулю при совпадении направлений, например, трещины и импульсов.

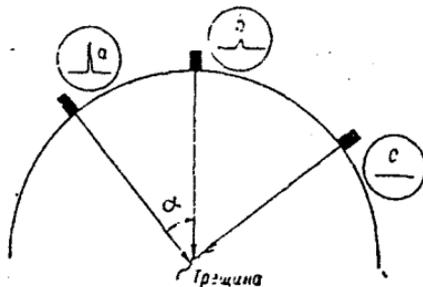


Рис. 4.17
Влияние направления импульсов ультразвуковых колебаний на величину эхосигнала от дефекта.

До начала дефектоскопии поверхности деталей очищаются от краски, коррозии и других загрязнений. Для обеспечения надежного акустического контакта искательной головки с поверхностью детали и устранения попадания воздуха между контактными поверхностями зазор должен быть заполнен маслом, например, МС-20 или АК-15 [7]. При увеличении криволинейности поверхности детали и температуры рекомендуется применение более вязких масел. Так, при высоких температурах и очень шероховатой поверхности детали рекомендуется применение трансмиссионных масел или солидола. При проведении дефектоскопии в холодное время года рекомендуется применение масел АК-10 или АС-9,5 [7].

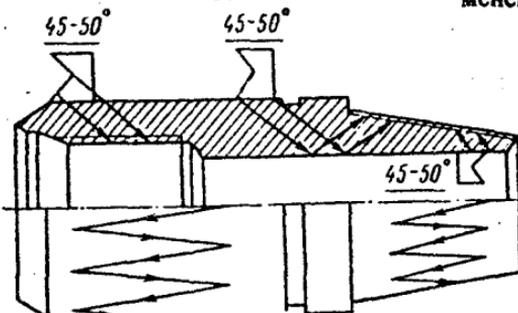


Рис. 4.18
Ультразвуковая дефектоскопия замков бурильных труб

Частоты ультразвуковых колебаний 2,5 и 5,0 МГц применяют для контроля внутренних и наружных резьб бурильных и эксплуатационных труб и замков с углами искательных головок 45-50° для стали и 50-55° для алюминия. При этом движение искательной головки зигзагообразное (рис. 4.18). При контроле резьб наиболее часто наблюдаются трещины в месте сбега резьбы.

Ультрадефектоскопия вала турбобура представлена на рис. 4.19. Контроль ведется на частотах 2,5 и 5,0 МГц, переходы же от одного диаметра к другому прозвучиваются на частоте 2,5 МГц со стороны меньшего диаметра [7].

Капиллярные методы нашли широкое применение при НК нефтепромыслового оборудования. Так, например, для контроля ряда деталей бурового оборудования применение ультразвуковой дефектоскопии затруднительно из-за их сложной формы (сварные узлы рамы кронблока, пальцы штропа и

палец, соединяющий крюк со штропом в установке БУ-75, ствол вертлюга на участке мелкой резьбы и т.п.). Для контроля этих деталей, т.е. поиска поверхностных трещин, используется цветной метод. Указанный метод издавна

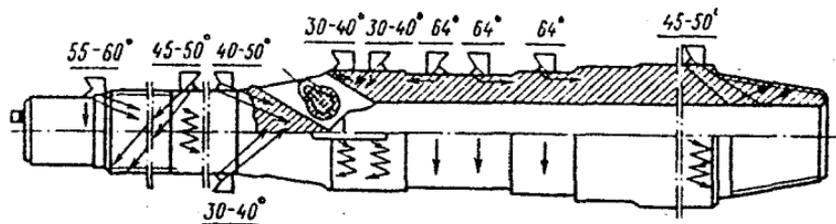


Рис. 4.19. Ультразвуковая дефектоскопия вала турбобура

применялся при ремонтах бурового оборудования с использованием машинного масла (керосина) и мелового раствора. При этом контролируемая поверхность детали тщательно очищается и на неё наносится слой подогретого масла. По истечении 5 минут поверхность тщательно протирается, покрывается меловым раствором и сушится. Затем поверхность подогревают до 50°C. При наличии скрытых трещин масло выступает на поверхность и обозначает их контуры на меловом покрытии. Целью капиллярной дефектоскопии является обнаружение скрытых поверхностных дефектов невооруженным глазом при искусственном повышении контрастности дефектного и неповрежденного участков. Достижение этого условия обеспечивается изменением светоотдачи дефектных участков поверхности при нанесении специальных составов.

Сущностью капиллярной дефектоскопии является нанесение на поверхность изделия специального слоя свето- или цветоконтрастного жидкого индикаторного вещества (пенетранта), которое втягивается под действием капиллярных сил в дефекты. В результате такие дефекты оказываются заполненными индикаторным веществом. Далее удаляют с поверхности или нейтрализуют избыток индикаторной жидкости с помощью специальных составов. После чего извлекается и локализуется индикаторное вещество у кромок дефекта посредством нанесения на поверхность проявителей, обладающих диффузионными и сорбционными силами.

Условия желательного использования цветного метода:

1. для уточнения визуального наблюдения тонких трещин, обнаруженных, например, ультразвуковым методом;
2. для разграничения ложных и истинных дефектов при магнитной дефектоскопии;
3. при необходимости подтверждения выявленного дефекта разрезкой очень громоздкого оборудования и вследствие этого разрезка нежелательна или невозможна;
4. для контроля деталей сложной конфигурации, а также уникальных, редко встречающихся;

5. для контроля деталей из ферромагнитных материалов, например, легкосплавных бурильных труб [9].

Подготовка поверхности к контролю.

При цветном методе дефектоскопии особое внимание уделяется чистоте контролируемой поверхности, так как смачиваемость металлов существенно зависит от чистоты поверхности. Присутствие тончайших пленок посторонних веществ изменяет характер взаимодействия между молекулами жидкости и твердого тела. На металлах образуются адсорбционные пленки газов и жиров при недолговременном пребывании их в атмосфере. Пленки могут заполнять дефекты, препятствуя поступлению в них пенетрантов. На смачиваемость металлов особенно резко влияют жировые загрязнения. В связи с чем, перед дефектоскопией рекомендуется поверхности деталей обезжирить. Для чего применяется ацетон или авиационный бензин Б-70 (ГОСТ 1012-72) [9]. Далее, чтобы удалить из полостей дефектов масла, бензин и ацетон, детали прогревают в сушильной печи до температуры 80-100°C.

Существуют и другие способы подготовки крупногабаритных деталей без применения сушильных печей. Так, например, при температуре деталей 10-30°C используется перхлорэтилен или перхлорэтилен с бензином в соотношении 1:1, которым с помощью хлопчатобумажных салфеток обрабатывается поверхность с последующей сушкой. При температуре деталей 30-50°C применяется смесь трехэтилена с парафином (на 100г трехэтилена 2г парафина), которой обрабатывают поверхность щетками или тряпками и затем тряпками, смоченными в ацетоне, поверхность протирается и сушится не менее 30 минут.

Чистота поверхности после механической обработки её не имеет значения, т.е. цветным методом можно контролировать поверхности после чистой или грубой обработки (резанием). Отмечается, что первой важнейшей операцией является очистка поверхности детали от грязи, масла, нагара, окислы, лакокрасочного покрытия [9].

Обработка контролируемой поверхности пенетрантом

В качестве основного красителя при цветном методе, применяемого при приготовлении индикаторных растворов используется Судан IV - жирорастворимый темно-красный краситель (ТУ КР 3109 - 64). Заменителем этого красителя служит Судан III красно-оранжевого цвета.

Для дефектоскопии нефтяного оборудования опробированы следующие составы пенетрантов:

1. 50% бензола, 50% скипидара (с Суданом IV);
2. 40% керосина, 40% бензола, 20% скипидара (с Суданом IV).

К указанным растворам добавляется «Судан» в количестве не более 1% до получения интенсивной красной окраски.

Первый пенетрант меньше испаряется и имеет лучшую смачивающую способность из-за большего содержания скипидара и более низкого значения поверхностного натяжения его.

Индикаторная жидкость наносится мягкой кистью 3-4 раза, так чтобы вся поверхность была покрыта ею. Продолжительность проникновения пенетранта в дефекты 3-5 мин.

Очистка поверхности от индикаторной жидкости.

Рекомендуются следующие составы:

1. 5%-ный раствор кальцинированной соды в воде - O_{201} ;
2. 70%-ный раствор трансформаторного масла с 30% керосина - O_{205} .

Основное требование при этом – наименьшее вымывание пенетранта из дефектов. Очистка поверхности производится ветошью, смоченной в одном из вышеуказанных растворов. Удаление же цветного раствора проводится тотчас после окончания пропитки во избежание его засыхания.

Обработка контролируемой поверхности проявителем.

После очистки поверхности от индикаторной жидкости на неё наносится проявитель. Рекомендуются следующие составы:

1. 300г мела, 0,5л воды, 0,5л этилового спирта - $П_{206}$;
2. 300г мела на 1л этилового спирта.

Наиболее широко используется первый состав, однако для выявления очень тонких дефектов (типа межкристаллитной коррозии) применяется второй состав – более высокочувствительный проявитель.

Нанесение проявителя производится пульверизатором краскораспылителем и после испарения дисперсионной жидкости на поверхности остается тонкий сухой слой мела, который адсорбирует индикаторную жидкость от дефектов. Этот метод называется мокрым и позволяет равномерно наносить слой проявителя на сложную поверхность.

Наблюдение индикаторных следов дефектов.

В результате адсорбции индикаторной жидкости на белом меловом покрытии появляются следующие следы дефектов: красные полосы – следы трещин, пятна - следы пор. Эти следы с течением времени увеличиваются до тех пор, пока индикаторная жидкость из дефектов будет полностью адсорбирована мелом.

После этого обработанную поверхность дважды осматривают: через 3-5 минут после высыхания мела и через 20-30 минут для определения характера и размеров в первом случае, крупных дефектов и мелких дефектов во втором случае. Размеры следов могут быть большего размера, чем истинные размеры дефектов. Так, например, при раскрытии дефекта равным 0,01 мм, ширина видимого следа может достигать 1мм. Наибольшая чувствительность метода цветной дефектоскопии обеспечивается при комнатной температуре.

Люминесцентный метод дефектоскопии также относится к капиллярным методам обнаружения скрытых дефектов. Однако, при этом методе краситель заменяется флуоресцирующей жидкостью, которая представляет собой смесь, состоящую из 250 см³ трансформаторного масла, 500 см³ керосина, 250 см³ бензина в соотношении 1:2:1 и 0,25г красителя (дефектоля) на 1л раствора. Жидкость наносится на очищенную и обезжиренную поверхность детали с помощью кисти или окунания, обладая хорошей смачивающей способностью, она проникает в дефекты. Далее поверхность протирается насухо и просушивается обдувом - подогретым сжатым воздухом. При небольшом нагреве детали в дальнейшем, флуоресцирующая жидкость выступает из дефектов на поверхность и при освещении ультрафиолетовыми лучами ярко светится желто-зеленым цветом [7].

Источником ультрафиолетового излучения служат ртутно-кварцевые лампы ПКР-2 и ПКР-4, 77ПЛУ-2 и СДШ-250 в сочетании с ультрафиолетовым светофильтром УФС-3. В качестве достоинства люминесцентного метода отмечается высокая чувствительность и возможность выявления не только глубоких, но и микроскопических поверхностных трещин.

Для обозначения технологических процессов и использования конкретных дефектоскопических материалов рекомендуется единая система со следующими буквенно-цифровыми элементами [10].

Первый элемент - заглавная буква, указывающая используемый метод (цветной - Ц и т.д.). Второй элемент - заглавная буква, указывающая используемый способ проявления («мокрый» сорбционный - М и т.д.). Третий элемент записывается в скобках с перечислением буквенно-цифровых обозначений трех основных дефектоскопических составов, представляющих данный комплекс. Четвертый элемент - римская цифра, указывающая уровень реализуемой чувствительности.

Так, например, один из процессов согласно этой единой системе обозначается следующим образом: ЦМ (Н₂₁₇, О₂₀₁, П₂₀₆) II.

Здесь уровень чувствительности II характеризуется следующими минимальными размерами дефекта: ширина до 10 мкм, глубина до 100 мкм, длина до 1 мм.

Магнитопорошковый контроль бурового оборудования и инструмента.

Магнитопорошковый метод контроля (МПК) представляет собой один из эффективных методов неразрушающего контроля деталей из ферромагнитных материалов. Он широко применяется для обнаружения поверхностных и близко расположенных к поверхности трещин, раковин и несплошностей металла. Метод имеет преимущество, заключающееся в его наглядности, простоте, надежности и универсальности применения. Правильное применение метода МПК обосновано введением в отечественной промышленно-

сти ГОСТ 21105-75. Этот стандарт устанавливает способы и технологию контроля, виды и способы намагничивания деталей, уровни чувствительности, требования к аппаратуре и материалам контроля, а также освещенности деталей в процессе испытаний. Метод МПК позволяет обнаруживать опасные дефекты в следующих деталях спуско-подъемного комплекса: проушинах и защелках элеваторов для бурильных труб, штропах для подвески элеваторов, стволе вертлюга, челюстях машинных ключей др. Перечисленные элементы оборудования введены в обязательный перечень деталей периодически подвергаемых неразрушающему контролю.

В табл. 4.3 приведены основные области применения метода МПК [9].

Для повышения надежности контроля метод МПК применяется в комплексе с ультразвуковым, что позволяет обнаруживать поверхностные и внутренние дефекты деталей. Метод МПК может применяться как поверочный, дублирующий, например, при контроле

Таблица 4.3

Объект контроля	Выявленные дефекты
А. Проверка в условиях буровой	
Элеваторы корпусные для бурильных и обсадных труб (проушины, места перехода проушин к цилиндрической части корпуса, створка, защелка)	Закаты, надрывы, расслоения материала, трещины, дефекты металлургического происхождения: флокены, волосовины, неметаллические шлаковые включения и др.
Штропы для подвески элеваторов (места изгибов, сварочный шов).	Трещины, расслоения, закаты, расслоения металла, наружные дефекты сварного шва.
Машинные ключи для бурильных и обсадных труб (сменная челюсть, защелка).	Трещины различного происхождения, в том числе термические и усталостные.
Крюк (штроп в месте изгиба, боковые рога, скоба).	Закаты, расслоения металла, задиры, трещины.
Крюкоблок (боковые рога, скоба)	Трещины, расслоения, задиры, острые надрезы.
Вертлюг (штроп - серьга в месте изгиба)	Закаты, надрывы, расслоения, трещины.
Б. Проверка при капитальном ремонте.	
Кронблок (оси блоков - галтельные переходы)	Трещины
Талевый блок (оси блоков, щеки, пальцы для подвешивания серьги, серьга).	Трещины
Крюк (штроп, ствол, гайка ствола, ось боковых рогов, пальцы штропа, траверса).	Трещины, расслоения и пр.

Крюкоблок (ось блоков, ствол, ось боковых рогов, ось для подвешивания собственного крюка, гайка ствола).	Трещины
Вертлюг (штроп – серьга в местах проушин и изгиба, пальцы штропа, ствол)	Дефекты типа трещин, расслоений, острых надрезов.
Автоматический элеватор (проушины корпуса, штропы, пальцы для соединения корпуса со штропом).	Трещины, расслоения и пр.
Элеваторы корпусные для бурильных и обсадных труб.	По п. А.
Машинные ключи для бурильных и обсадных труб.	По п. А.

обработанных патрубков другими методами, а именно, ультразвуковым, магнитиндукционным и др.

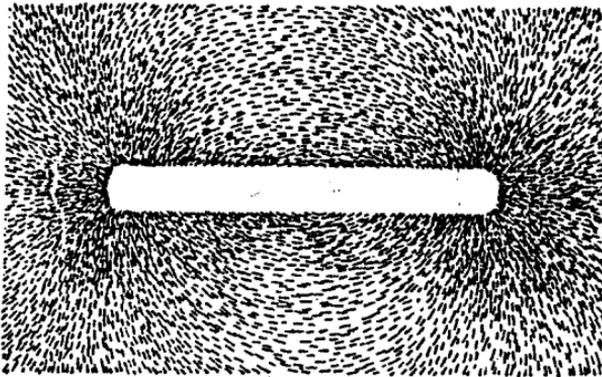


Рис. 4.20

Сущность метода МПК заключается в намагничивании детали и последующего смачивания её магнитной суспензией. При прохождении магнитного потока через деталь около скрытого дефекта происходит рассеивание магнитных силовых линий с образованием местного магнитного поля. Частицы магнитного порошка (суспензии) осаждаются в зоне поля рассеяния (рис. 4.20) и указывают место расположения дефекта [8].

Магнитная суспензия состоит из керосина и трансформаторного масла в пропорции 2:1, а также магнитного порошка (оксида железа) в количестве 35-50г на 1 литр жидкости.

Существует три схемы намагничивания (рис. 4.21): А-А' - циркулярное, заключающееся в пропускании электрического тока через проводник внутри, детали (А) или через деталь (А'); Б-Б' - полосное (продольное), посредством электромагнита (Б) или соленоида (Б'); В-В' - комбинированное с одновременным использованием циркулярного и полосного намагничивания. Ком-

бинированное намагничивание применяется для выявления продольных, поперечных и расположенных под углом к оси детали дефектов. При намагничивании используется постоянный (двухполупериодный выпрямленный), переменный, однополупериодный и импульсный токи.

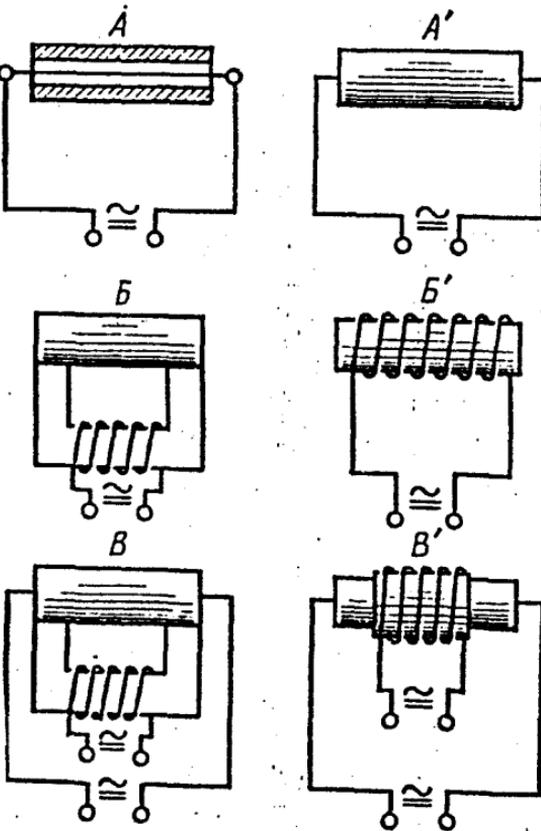


Рис. 4.21.

Ширина дефекта, мкм

2,5 10 25

Протяженность дефекта определяется по длине валика осажденного порошка. При этом минимальная протяженность определяемой части дефекта равна 0,5 мм.

Применяемые магнитопорошковые дефектоскопы: стационарные универсальные, передвижные и переносные, специализированные. Передвижные и переносные дефектоскопы предназначены для контроля крупногабаритных деталей по частям, в полевых условиях и т.п. Специализированные дефектоскопы используются для автоматического контроля деталей одного типа в крупносерийном производстве. Основные узлы дефектоскопов: источники тока, устройства для подвода тока к детали, соленоиды, электромагниты для полюсного намагничивания устройства для нанесения на деталь суспензии, осветительные устройства, приборы для измерения силы тока или напряженности поля.

Согласно ГОСТ 21105-75 существует три уровня чувствительности [9]. Условный уровень чувствительности А Б В

4.6.1.1.8. Просвечивание деталей рентгеновскими лучами и радиоактивными элементами.

Применение рентгеновских лучей позволяет определить пятна и полосы в металле детали, которые на рентгенограмме будут иметь различную яркость. Использование для просвечивания деталей гамма-лучей радиоактивных изотопов кобальта 60, цезия 137 и др. обеспечивает определение внутренних дефектов в металле. Проникающая способность гамма-лучей в металле до 300 мм.

4.6.1.1.9. Гидравлический и пневматический методы дефектоскопии.

Эти методы широко применяются при ремонте корпусных деталей. Обнаружение трещин производится путем создания давления жидкости или газа внутри детали и выдержке в течение пяти минут. Постоянство давления, определяемое по манометру, свидетельствует об отсутствии утечек и, следовательно, герметичности детали. При использовании пневматического метода деталь погружается в воду, выходящие пузырьки воздуха указывают расположение трещины. Крупногабаритные детали смачиваются мыльным раствором и, при наличии трещин, в местах их расположения будут появляться пузырьки.

4.7 Сопоставление дефектовочной ведомости.

Дефектовочные ведомости составляются на каждую разобранную машину, поступившую в ремонт. Согласно дефектовочной ведомости определяется потребность в запасных частях и материалах, объемы работ по ремонту оборудования и восстановлению изношенных деталей.

Глава 5

Способы восстановления деталей.

5.1. Износ сопряжений и способы их восстановления.

В процессе работы сопряжений их элементы изнашиваются и изменяются следующие структурные параметры: шероховатость поверхности, геометрическая форма, размеры. Эти изменения приводят к изменению зазора в сопряжении и взаимного расположения деталей. Однако, предельная величина зазора в сопряжении не обеспечивает его нормальной работоспособности. В связи с чем необходимо восстановить величину первоначального зазора в сопряжении, т.е. посадку. Восстановление посадки сопрягаемых деталей производится следующими способами:

1) без изменения размеров деталей, что достигается регулировкой зазора, заменой одной из изношенных деталей, перестановкой изношенной детали в дополнительную рабочую позицию;

2) изменением первоначальных размеров;

3) восстановлением первоначальных размеров.

Регулировка зазора применяется ограниченно в малоответственных и легкодоступных сопряжениях. Она связана с перемещением деталей для достижения первоначального зазора. Однако в этом случае ресурс сопряжения снижается из-за искажения геометрической формы и изменения первоначальной шероховатости поверхности из-за износа.

Регулировка зазора выполняется удалением или постановкой прокладок, регулировкой с помощью резьбовых или клиновых соединений, автоматической регулировкой, например, пружинами и т.д. Этот способ применяется в сопряжениях подшипников, зубчатых конических передачах, рычажных механизмах и др.

Замена одной из изношенных деталей или перестановка её в дополнительную рабочую позицию не позволяет достигнуть первоначального ресурса сопряжения вследствие того, что новая деталь будет работать в сопряжении с частично изношенной деталью и зазор S будет больше первоначального: $S_n < S < S_{\text{max}}$, где S_n - первоначальный зазор; S_{max} - зазор в изношенном сопряжении; S - зазор после восстановления посадки заменой детали. Необходимо отметить возможность использования этого способа в течение некоторого периода времени работы достаточного до очередного планового ремонта.

Восстановление первоначальных размеров зазора в сопряжении производится применением ремонтных размеров и использованием дополнительных ремонтных размеров. При этом достигается полное восстановление начальных структурных параметров сопряжения и полное восстановление работоспособности.

5.2. Классификация способов ремонта деталей.

При ремонте деталей восстановление посадок в сопряжениях, механической прочности, износостойкости и коррозионной стойкости обеспечиваются различными способами. При этом предпочтительно применять способы, не снижающие основные физико-механические и эксплуатационные характеристики как, например, усталостную прочность или же, при невозможности, изменять указанные характеристики в минимальной степени.

Классификация способов ремонта изношенных деталей приведена на рис. 5.1 [7].

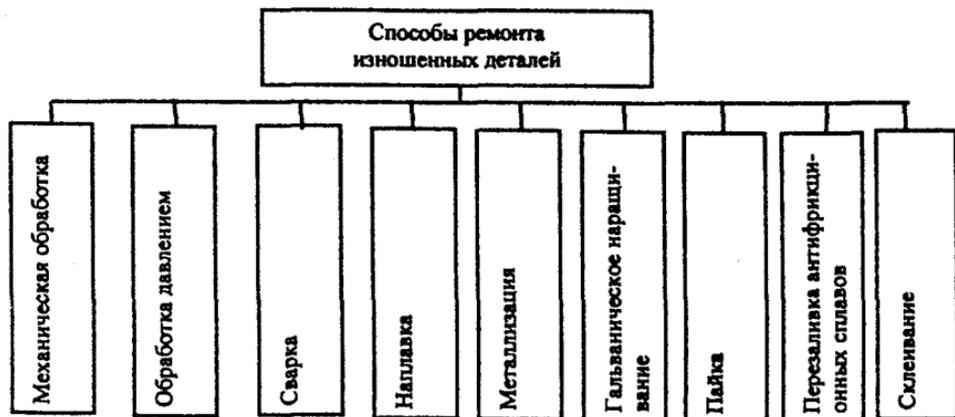


Рис. 5.1. Классификация способов ремонта изношенных деталей.

Существует два основных пути восстановления деталей:

- 1) наращиванием изношенной поверхности;
- 2) пластическим деформированием изношенной детали.

5.3. Ремонт деталей методами механической обработки.

Механическая обработка применяется при восстановлении деталей наплавкой, металлизацией напылением, электролитическими покрытиями и другими методами. Она предшествует подготовке поверхности для наплавки, например, и является завершающей операцией после восстановления детали тем или иным способом. Механическая обработка в качестве самостоятельного метода восстановления используется: при обработке деталей под ремонтные размеры, при постановке дополнительных ремонтных деталей, при замене части детали.

5.3.1. Восстановление деталей способом ремонтных размеров.

Способ характеризуется тем, что одна из сопряженных деталей, наиболее сложная и дорогостоящая, обрабатывается до снятия изношенной поверхности или до получения определенного заранее заданного размера, а вторая деталь заменяется новой или отремонтированной под заданный размер первой детали. Новые полученные размеры деталей называются *ремонтными*. Существует два вида ремонтных размеров: стандартные и свободные.

Стандартные ремонтные размеры задаются заранее на основании изучения износа сопрягаемых поверхностей. При этом, согласно системе стандартных ремонтных размеров, организуется выпуск сопрягаемых деталей для ремонта в виде запасных частей.

В случае механической обработки детали под свободный ремонтный размер с её поверхности снимается слой, достаточный для получения правильной геометрической формы и необходимой шероховатости. Поскольку заранее неизвестна величина свободного ремонтного размера, то для изготовления запасных частей сопряженные детали изготавливаются в полуобработанном виде с припуском на окончательную чистовую обработку [11]. В качестве недостатков свободных ремонтных размеров являются:

- 1) невозможность изготовления детали, пока не отремонтирована другая деталь более трудоемкая;
- 2) отсутствует взаимозаменяемость деталей.

Методика определения величины и количества стандартных ремонтных размеров на примере восстановления вала при одностороннем износе состоит в следующем.

По формуле определяем ремонтный размер

$$d_{pl} = d_H - 2(U_{\max} + Z), \quad (5.1)$$

где d_H - первоначальный диаметр вала;

U_{\max} - максимальный односторонний износ;

Z - припуск на механическую обработку.

(Рис. 5.2)

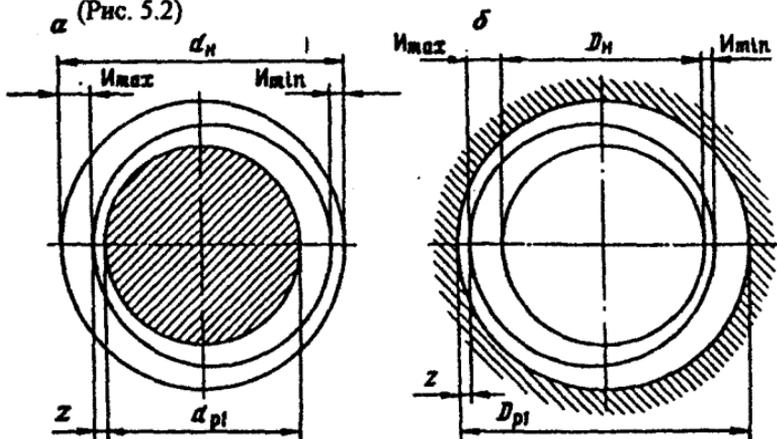


Рис. 5.2 Схема для определения ремонтных размеров вала (а) и отверстия (б)

Выражение $2(U_{\max} + Z) = w$ называется ремонтным интервалом.

Ремонтные размеры шейки вала при условии, что для каждого межремонтного срока износы примерно одинаковы, определяются с помощью следующих выражений:

I ремонтный размер

$$d_{p_1} = d_H - w$$

II ремонтный размер

$$d_{p_2} = d_H - 2w \quad (5.2)$$

$$d_{p_n} = d_H - nw$$

Число ремонтных размеров для валов определяется по формуле

$$n_p = (d_s - d_{\min})/w \quad (5.3)$$

Подобным образом определяется величина и количество ремонтных размеров для детали с отверстием (Рис. 5.2, б). На рис. 5.2, б первый ремонтный размер D_{p_1} при восстановлении втулки; U_{\max} - наибольший односторонний износ отверстия; Z - снимаемый слой металла при обработке отверстия под ремонтный размер.

В таком случае ремонтный размер для отверстия втулки равен

$$D_p = D_H + 2(U_{\max} + Z) \quad (5.4)$$

Таким образом, формулы для определения ремонтных размеров втулки имеют вид:

$$D_{p_1} = D_H + w$$

$$D_{p_2} = D_H + 2w$$

$$D_{p_n} = D_H + nw,$$

где n - число ремонтных размеров, определяемых по формуле

$$n_{\text{отс}} = (D_{\max} - D_H)/w \quad (5.5)$$

где D_{\max} - максимально допустимый диаметр отверстия.

Припуск на сторону при чистовой обточке и расточке ориентировочно равен $0,05 \pm 0,1$ мм, а при шлифовании $0,03 \pm 0,05$ мм.

Размеры ремонтных деталей указываются с отклонениями, т.е. с увеличениями или уменьшениями от номинального размера. При этом ремонтное увеличение (разность между ремонтным и номинальным размерами) указывается со знаком «+», а ремонтное уменьшение (разность между номинальным и ремонтным размерами) - со знаком «-». К обозначению деталей-полуфабрикатов, добавляются к номерам основных деталей буквы Р или РП

(ремонтная полуобработка) и цифры, указывающие порядковый номер ремонтного размера.

Обработка деталей под ремонтный размер достаточно широко применяется при ремонте бурового оборудования (табл. 5.1) [7].

Таблица 5.1

Ремонтные размеры для некоторых деталей бурового оборудования

Восстанавливаемая поверхность	Первоначальный размер, мм	Ремонтные размеры, мм			
		I	II	III	IV
Шпоночный паз кривошипного вала бурового насоса У8-3	50 ^{+0,17} (по ширине)	52,0	54,0	58,0	60,0
Отверстие малой головки шатуна бурового насоса У8-3	180А (диаметр отверстия)	181А	182А	—	—
Внутренняя резьба вертлюга У6-130-1	M130x3	M135x3	—	—	—

Способ ремонтных размеров обладает следующими преимуществами: простота технологического процесса ремонта и увеличение срока службы более дорогой и трудоемкой детали сопряжения; высокая экономическая эффективность; организация предварительного изготовления заменяемых деталей сопряжения, что сокращает сроки и стоимость ремонта.

Недостатки способа ремонтных размеров: необходимость замены одной из деталей сопряжения; необходимость наличия резерва запасных частей; усложнение организации процессов комплектования деталей, сборки узлов и хранения деталей на складах.

Однако, несмотря на перечисленные недостатки, способ ремонтных размеров применяется при ремонте крупных и дорогих деталей бурового оборудования, а именно, при ремонте цилиндров компрессоров и двигателей внутреннего сгорания, цилиндрических втулок буровых насосов, шеек коленчатых валов, зубчатого венца стола ротора и т.д.

5.3.2. Способ дополнительных ремонтных деталей.

Сущность способа заключается в том, что изношенную или поврежденную поверхность детали удаляют и затем на обработанной поверхности устанавливают дополнительную ремонтную деталь. Так, например, при восстановлении концевой шейки вала её обрабатывают до меньшего размера, если это допустимо по условию механической прочности, а затем напрессовывают на шейку дополнительную втулку и обтачивают её до номинального посадочного размера и требуемой шероховатости поверхности. При необходимо-

сти дополнительного крепления втулки на шейке вала используются штифты, резьбовые стопоры и электросварка.

Восстановление изношенной шейки в средней части вала производится с помощью разрезной втулки из двух половин, которые крепятся на заранее обработанной шейке с помощью штифтов или электросварки и затем проводится механическая обработка наружной поверхности втулки.

При ремонте деталей с изношенными отверстиями их растачивают на больший размер и запрессовывают ремонтную втулку, внутреннюю поверхность которой затем обрабатывают до номинального размера. Рекомендуемые толщины стенок ремонтных втулок: из стали не менее 2,0-2,5 мм, из чугуна 4,0-4,5 мм [7].

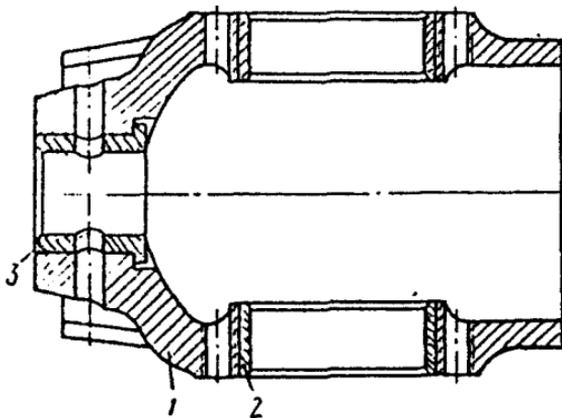


Рис 5.3

Ремонт корпуса крейцкопфа способом дополнительных ремонтных деталей:
1-корпус крейцкопфа; 2-ремонтная втулка под палец; 3-ремонтная втулка под надставку штока

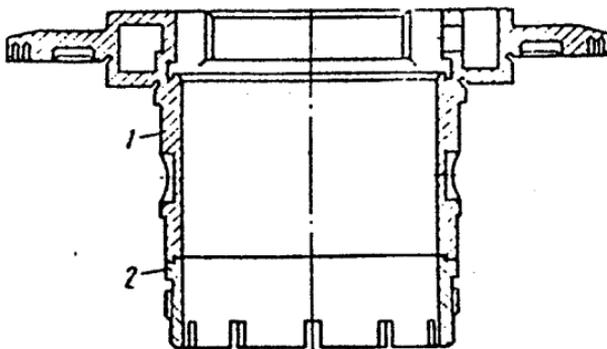
Применение дополнительных ремонтных втулок для восстановления изношенных резьбовых отверстий в корпусе крейцкопфа приведено на рис. 5.3. В этом случае, изношенное отверстие вначале растачивают, а затем в него запрессовывают предварительно изготовленную втулку с дополнительным креплением её электросваркой. После этого внутренняя поверхность втулки растачивается и нарезается первоначальная резьба.

Недостатком способа является некоторое ослабление механической прочности основной детали из-за механической обработки.

5.3.3. Способ замены части детали.

Способ ремонта состоит в замене изношенной части детали дополнительной деталью. При этом, изношенная часть удаляется и на её место присоединяется дополнительная деталь с помощью сварки, резьбы, клея или другим способом. После чего производится механическая обработка присоединенной детали для получения требуемых размеров и шероховатости поверхности. Подобный вид ремонта применяется, например, при износе резьбовых концов корпуса турбобура, стола ротора, концевых шеек коленчатого вала, посадочных отверстий под подшипники качения в редукторах, коробок передач, ступиц шкивов, шестерен и др.

В качестве недостатков данного способа отмечается сложность ремонта для термически обработанных сталей [7].



Пример использования указанного способа приведен на рис. 5.4 при ремонте стола ротора, где нижний изношенный конец его отрезается газовой горелкой и вместо него приваривается надставка. Последняя затем обрабатывается и на наружной поверхности её нарезается резьба под роторную гайку.

Рис. 5.4.

Ремонт стола ротора заменой части детали:

1-стол; 2-дополнительное ремонтное кольцо

5.4. Ремонт деталей методами пластического деформирования.

Этот способ ремонта состоит в восстановлении первоначальной формы детали пластическим деформированием за счет перераспределения материала детали. Материал детали с нерабочих частей вытесняется на изношенные участки, и таким образом восстанавливаются размеры изношенных поверхностей. Этот способ ремонта обусловлен созданием давления на деталь с помощью пресса или молота.

Ремонт деталей пластическим деформированием требует наличия следующих условий [7]:

- 1) необходимость запаса материала на нерабочих частях детали;
- 2) наличие соответствующей пластичности материала;
- 3) прочностные свойства детали после ремонта не должны быть ниже свойств новой детали;
- 4) минимальные объемы механической и термической обработок;
- 5) предварительный отпуск или отжиг деталей из закаленных или поверхностно-упрочненных сталей.

Способ пластического деформирования нельзя применять при ремонте деталей, изготовленных из непластичных материалов, как, например, из чугуна, деталей с низкими запасами прочности и сложной формы.

Ремонт проводится без предварительного нагрева и с предварительным нагревом деталей.

При ремонте деталей *в холодном состоянии* пластическая деформация происходит в результате сдвигов частиц внутри кристаллов металла (внутрикристаллическая деформация) и сопровождается увеличением предела текучести, снижением вязкости и повышением твердости. При ремонте *в горячем*

состоянии пластическая деформация обуславливается сдвигами целых зерен металла (межкристаллическая деформация) [8]. Нагрев деталей приводит к изменению физико-механических свойств и структуры металла. Следовательно, ответственные детали после обработки давлением необходимо подвергать повторной термической обработке.

В холодном состоянии ремонтируются детали, изготовленные из бронзы, латуни, малоуглеродистых сталей с содержанием углерода до 0,3%. В горячем состоянии ремонтируются детали из высокоуглеродистых сталей.

Основными операциями при ремонте деталей давлением являются раздача, обжатие, осадка, вдавливание, вытяжка, растяжка и накатка.

Раздача применяется для увеличения наружного изношенного диаметра таких деталей как, например, поршневых пальцев, втулок, пустотелых валов и др. При раздаче давление P от внешних сил совпадает по направлению с деформацией δ (рис. 5.5,а). Схема раздачи поршневого пальца представлена на рис. 5.5,б. Палец 2 с зазором устанавливается в матрице 4, которая в свою очередь установлена в основании штампа 1. На палец 2 действует усилие гидравлического пресса 3.

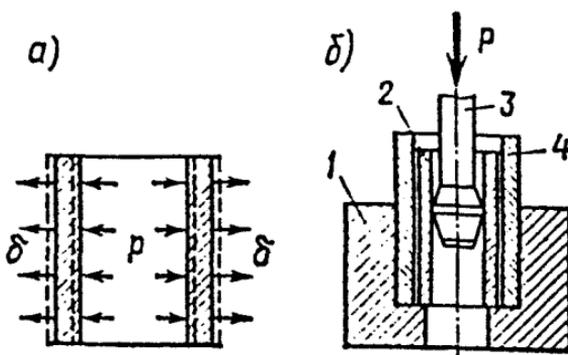


Рис. 5.5

Внутри пальца вводится пуансон 3, на который действует усилие гидравлического пресса. При движении пуансона наружный диаметр пальца увеличивается (раздается) до требуемого размера. Для повышения пластичности металла до раздачи производится высокий отпуск пальца при температуре 650-680°C.

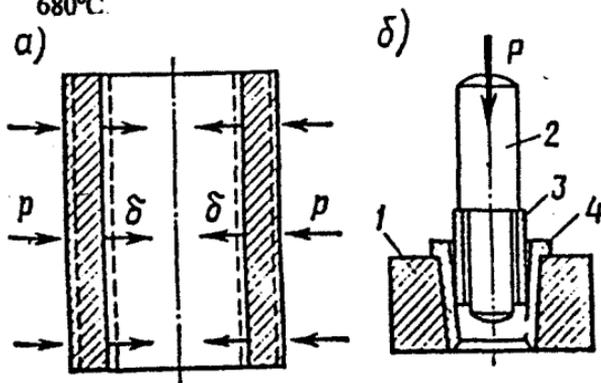


Рис. 5.6

Далее, по окончании раздачи производится закалка наружной поверхности токами высокой частоты, предварительное и чистовое бесцентровое шлифование, суперфиниширование и полирование.

Величина давления P при раздаче определяется по формуле

$$p = 1,15\sigma_T \ln \frac{R}{r} \quad (5.8)$$

где P - давление, мПа; σ_T - предел текучести металла детали, мПа; R и r - наружный и внутренний радиусы деталей, мм.

Обжатие используется с целью уменьшения внутреннего изношенного диаметра полых деталей путем изменения наружного диаметра (рис. 5.6, а). Схема обжатия бронзовой втулки приведена на рис. 5.6, б.

Втулка 3 пуансоном проталкивается через матрицу 4, размещенную в основании штампа 1. В связи с уменьшением наружного диаметра втулки после обжатия её поверхность покрывают с помощью гальванизации слоем меди. Внутренний диаметр втулки после запрессовки её в корпус обрабатывается разверткой до номинального размера. В процессе обжатия её поверхность покрывают с помощью гальванизации слоем меди. В процессе обжатия направление давления внешних сил, также как при раздаче, совпадает с направлением деформаций. Обжатием восстанавливаются втулки шатунов, сепараторы роликовых подшипников, звенья гусениц при износе проушин под пальцы и др. [8].

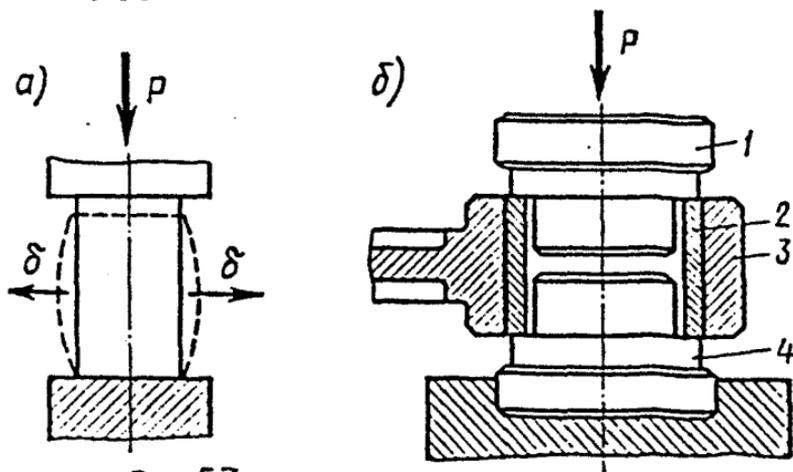


Рис. 5.7

Осадка предназначена для увеличения наружного диаметра сплошных деталей и увеличения наружного диаметра втулок уменьшением из длины. В процессе осадки направление деформации δ (рис. 5.7,а) перпендикулярно направлению внешней силы P . Схема осадки втулки 2 (рис. 5.7,б) шатуна 3 оправками 1 и 4, действующими на торцы втулки. Оправки установлены с зазорами по отношению к внутренней поверхности втулки, которая осаживается вместе с шатуном и, следовательно, не распрессовывается. В результате изменения длины втулки диаметр её отверстия может быть уменьшен на

0,15-0,25мм. Поэтому после осадки отверстие обрабатывается разверткой до номинального диаметра.

Этот способ используется для восстановления толкателей клапанов двигателей внутреннего сгорания.

Давление P при осадке определяется по формуле [8].

$$p = \sigma_T \left(1 + \frac{1}{6} \frac{D}{l}\right) \quad (5.7)$$

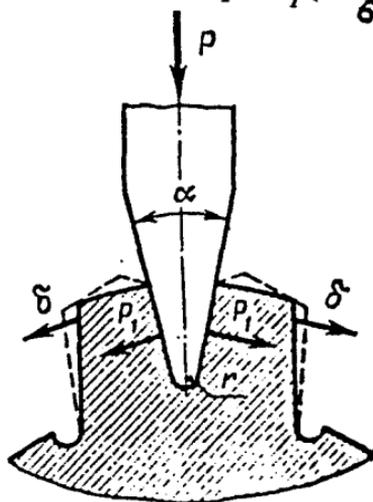


Рис. 5.8

где P - давление, МПа; D - наружный диаметр втулки после осадки, мм; l - длина втулки, мм.

Вдавливание представляет собой перераспределение металла детали с нерабочих поверхностей на изношенные для их увеличения. При этом объединяются процессы раздачи и осадки, так как сила P_1 (рис 5.8) направлена под углом к направлению деформации δ . Вдавливание используется в процессе восстановления изношенных боковых поверхностей шлицев, зубьев шестерен, шаровых пальцев и др.

Технология восстановления шлицевого вала следующая: отпуск, вдавливание, обтачивание вала, фрезерование боковых поверхностей шлицев, термообработка, шлифование [8].

Вытяжка применяется для увеличения длины таких деталей как, например, рычагов, тяг, стержней при местном сужении поперечного сечения (рис. 5.9).

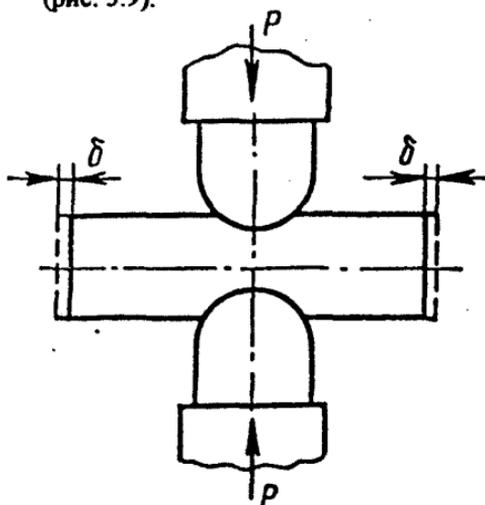


Рис. 5.9

Вытяжка производится в горячем состоянии, т.е. с местным нагревом детали до 800-850°C. При этом, направление деформации δ перпендикулярно направлению действия силы P .

Растяжкой увеличивается длина детали, но по сравнению с вытяжкой, направление деформации совпадает с направлением действия силы.

Накатка деталей производится для увеличения наружных или уменьшения внутренних размеров деталей путем вдавливания металла на отдельных участках изношенной поверхности. Применяется при восстановлении

неподвижных посадок. Накатка шейки вала 1 роликом 2, представлена на рис. 5.10, где D_1 - диаметр шейки вала до накатки, а D_2 - после накатки.

Увеличение диаметра шейки 1 на 0,2-0,4 мм происходит под действием зубцов ролика 2 и силы P . Материал роликов - стали У12А или ШХ-15, угол заострения зубцов $60-70^\circ$ и твердость HRC 55-58. При накатке ролик крепится в суппорте токарного станка на специальной державке [8]. Накатка деталей твердостью HRC < 30 производится в холодном состоянии при обильном охлаждении машинным маслом. Затем деталь шлифуется под заданный размер. Восстановление деталей накаткой производится, если они воспринимают давление не более 7 МПа. При накатке направление действующей силы P противоположно направлению деформации δ .

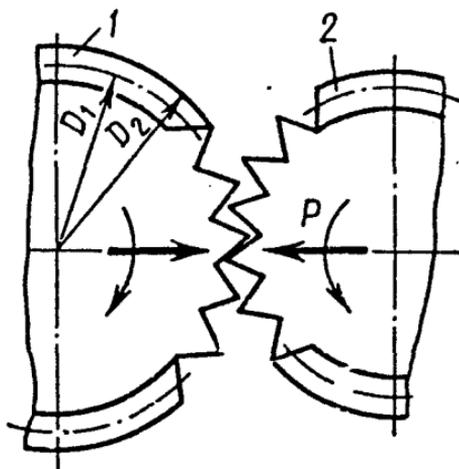


Рис. 5.10

Правка применяется для устранения изгибов, скручиваний и короблений деталей. Способ используется для восстановления валов, шатунов, тяг, кронштейнов, балок, кузовов и др. При этом направления действия силы P_D или крутящего момента $M_{кр}$ (рис. 5.11) совпадают с направлением изгиба $\delta_{из}$ и скрученности $\delta_{ск}$.

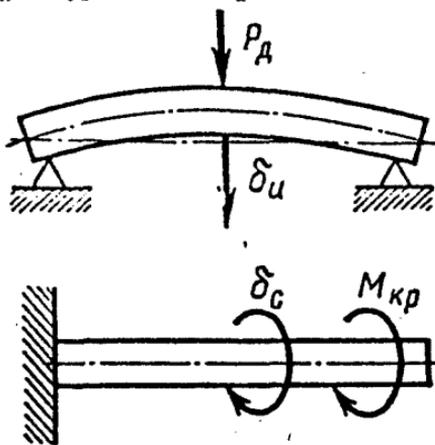


Рис. 5.11.

Оборудование для правки-прессы, домкраты и специальные приспособления. Правка может производиться следующими способами: холодной правкой, горячей правкой, с местным нагревом, местным наклепом; рассмотрим эти способы.

Холодная правка - всё сечение или же только поверхностные слои деталей подвержены пластической деформации. В деталях возникают значительные остаточные напряжения, вызывающие с течением времени деформации.

Поэтому для выравнивания внутренних напряжений детали после правки подвергаются стабилизирующему нагреву: до 400-450°C с выдержкой в течение 0,5-1,0 часа, если при термообработке новых деталей температура отпуска была выше 500°C; до 200-250°C с выдержкой в течение 2-3 ч. при температуре отпуска новых деталей ниже 500°C [8].

Изгибающий момент при пластической деформации всего сечения детали равен

$$M_{\max} = S_m \sigma_T \quad (5.8)$$

где S_m - статический момент площади поперечного сечения детали;
 σ_T - предел текучести материала детали.

При достижении предела текучести только в поверхностном слое (правка валов и деталей прямоугольного сечения)

$$M = M_{\max} / 1,5$$

Валы с прогибом более 8 мм на 1 м длины подвергаются *горячей правке* с нагревом до температуры 600-800°C. Далее детали термообрабатываются для восстановления необходимой структуры и механических свойств металла.

Правка крупных валов и толстого листового металла производится с помощью *местного нагрева*. При этом используются внутренние напряжения, возникающие при нагреве. Способ основан на местном нагреве массивной детали до температуры 800-900°C с выпуклой стороны наибольшего прогиба. Последующее охлаждение нагретого участка приводит к уменьшению объема металла и возникновению напряжений растяжения выпрямляющих деталь.

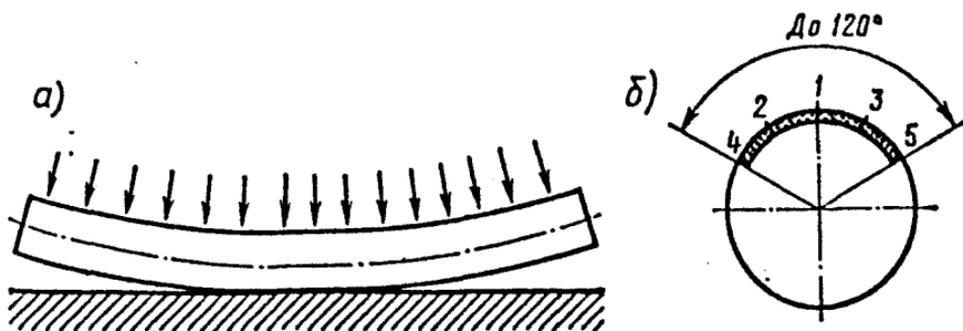


Рис. 5.12

Местным наклепом правятся изогнутые детали и небольшие коленчатые валы. Способ основан на действии остаточных внутренних напряжений сжатия при наклепе. На рис. 5.12,а приведена схема правки вогнутого участ-

ка детали с помощью пневматического молотка с шаровидной головкой. Порядок ударов по периметру при правке цилиндрической поверхности детали дан на рис. 5.12,б. Данный вид правки дает высокую точность и не приводит к снижению усталостной прочности детали.

Правка коленчатого вала (рис. 5.13) наклепом щек производится пневматическим молотком со специальным приспособлением. Положение осей коренных шеек $a-b'$ и $c-d'$ до правки, $a-b$ и $c-d$ после правки.

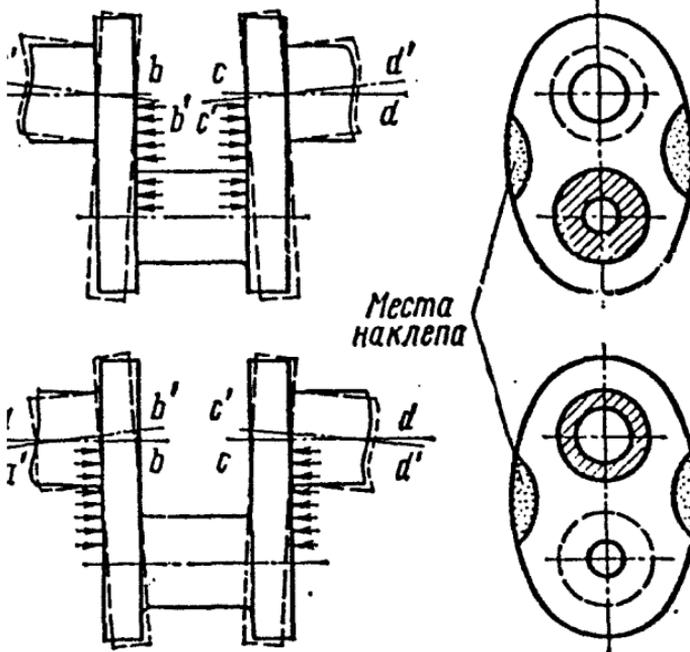


Рис. 5.13

Валы и оси после правки проверяются в центрах индикаторами, плоские детали – линейкой и щупом, рычаги и кронштейны контролируются с помощью специальных приспособлений.

Необходимо отметить, что правка статическим нагружением (на прессах) представляет собой трудность получения стабильной формы из-за обратного последствия, снижения усталостной прочности и уменьшения несущей способности детали. В связи с этим, используется двойная правка, когда деталь перегибается в обратную сторону и далее повторной правкой выпрямляется.

Правка деталей наклепом дает возможность по сравнению со статическим нагружением осуществлять правку на любом направлении и участке детали.

Преимущества ремонта деталей давлением: высокое качество восстановления, использование стандартного оборудования, экономичность процесса из-за отсутствия необходимости в наращивании металла.

В качестве недостатков данного вида ремонта можно отметить ограниченную номенклатуру изделий, необходимость, в ряде случаев, повторной термической обработки, специальной оснастки для деталей каждого типоразмера.

Ремонт деталей давлением в нефтяной и газовой промышленности применяется при ремонте изношенных бронзовых втулок подшипников скольжения, шестерен, полых деталей, шеек валов, для правки изогнутых и скрученных валов, штанг, труб и др.

5.5 Ремонт деталей сваркой и наплавкой.

Первоначально необходимо разграничить процессы сварки и наплавки.

Сварка есть процесс создания неразъемного соединения деталей или их частей при межатомарном или молекулярном взаимодействии. Сварка применяется для соединения металлов и неметаллических материалов, например, стекла, пластмасс и др. Процесс сварки металлов заключается в местном нагреве соединяемых частей деталей до перехода их в пластическое (сварка давлением) или в расплавленное состояние (сварка плавлением) [7]. Необходимо, чтобы металл сварного шва имел те же свойства, что и металл детали.

При ремонте стальных деталей бурового оборудования используется в основном ручная электродуговая и ограниченно ручная газовая сварка. При ремонте деталей из чугуна применяется обычно ручная газовая сварка и ограниченно электродуговая с нагревом либо всей детали, либо с местным нагревом или без подогрева. Детали из цветных металлов при ремонте сваривают с помощью ручной газовой или аргонодуговой сварки.

Оборудование для сварки при ремонте используется то же самое, что и при сварке новых деталей.

Сварка применяется для соединения отдельных частей деталей, заварке трещин, раковин и пр.

Наплавка, являясь разновидностью сварки, представляет собой процесс нанесения расплавленного металла на изношенную поверхность детали, предварительно нагретую до температуры плавления. При этом соединение наплавленного металла с основным происходит за счет образования металлической связи.

Наплавка используется для восстановления первоначальных размеров деталей и придания поверхности определенных свойств, вследствие подбора физико-химических свойств и структуры наплавляемого металла.

Основные требования к процессу наплавки [7]:

- 1) процесс наплавки не должен изменять первоначальный химический состав и структуру наплавляемого металла, т.е. доля основного металла в наплавляемом должна быть минимальной;

- 2) при наплавке не должны изменяться: первоначальный химический состав, структура, напряженное состояние и прочность металла ремонтируемой детали;
- 3) сцепление наплавленного металла с основным должно быть достаточно высоким.

Во избежание выгорания компонентов основного и наплавленного металла и недопущения перемешивания их не рекомендуется доведение основного металла до расплавленного состояния и образования переходной зоны с резко отличающимися свойствами необходимо, по возможности, обеспечивать меньший перегрев наплавленного металла. Однако, подобное требование трудно осуществить, так как для улучшения прочности сцепления наплавленного металла с основным необходим перегрев наплавленного и расплавление основного металла с образованием переходной зоны. В связи с чем, на практике эта задача решается соответствующим подбором технологического режима наплавки для обеспечения достаточной прочности сцепления и минимального изменения исходного состава наплавленного и основного металла.

У деталей, при износе поверхностей трения, которые должны быть наплавлены, требуется небольшое количество металла с заданными свойствами. В связи с этим процесс наплавки является высокoэкономичным.

Наплавка широко применяется при ремонте таких деталей как валы, зубчатые колеса, муфты, звездочки, клапаны буровых насосов и др.

При ремонте деталей используются ручные и механизированные виды наплавки (Рис. 5.14) [7].



Рис. 5.14 Классификация видов наплавки.

На ремонтных предприятиях нефтяной и газовой промышленности наиболее распространены ручная газовая и электродуговая наплавки, а также автоматическая и полуавтоматическая наплавки.

Тип и марка наплавляемого материала зависят от материала ремонтируемой детали, её формы, размеров, технических требований, условий работы и вида наплавки. Так, например, широко применяются стальные углеродистые и легированные сварочные проволоки при восстановлении размеров изношенных деталей. Для получения специальных свойств наплавленного слоя используются: высокохромистые проволоки Св-10Х13, Св-10Х17Г и Св-08Х14ГТ для получения износостойкости и коррозионной стойкости; хромоникелевые аустенитные проволоки Св-06Х19Н9 и Св-06Х19Н9Т для получения коррозионной и кавитационной стойкости.

При наплавке высоколегированных и высокоуглеродистых сплавов широко используется порошковая проволока, изготовленная из низкоуглеродистой стальной ленты толщиной 0,5-1,0 мм и наполненная порошковыми сплавами. При этом обеспечивается высокое легирование наплавляемого слоя и повышается производительность наплавки. Порошковые проволоки марок ПП-3Х2В8, ПП-Х10В14, ПП-Х42ВФ, ПП-Г13А и др. применяются при проведении наплавки под слоем флюса; проволоки марок ПП-2Х3В10ГТ, ППХ12ВФТ, ПП-30Х10Г10Т используются при наплавке в углекислом газе. Порошковые проволоки с внутренней защитой ПП-3Х4ВЭФ-0, ПП-У15Х12М-0 и др. содержат, кроме легирующих элементов, газо- и шлакообразующие компоненты для защиты зоны наплавки при наплавке открытой дугой.

Достоинствами ручной газовой и электродуговой наплавки являются: простота процесса, возможность регулирования химического состава и свойств наплавленного слоя через покрытия или проволоку или же комбинированным способом.

Во избежание появления деформаций и трещин при наплавке используются следующие приемы: предварительный нагрев детали до 200-400°C, предварительный изгиб детали в направлении обратном деформации, погружение детали в воду без смачивания направляемой поверхности, расположение направляемых роликов в определенной последовательности, высокий отпуск детали после наплавки [7].

5.5.1. Ручная газовая сварка и наплавка.

Ручная газовая сварка и наплавка осуществляется использованием тепла, образующегося при сгорании ацетилена, пропанбутановых смесей и др. в среде кислорода. В процессе горения расплавляется основной и присадочный материал (рис 5.15). При ремонте наиболее широкое распространение получил ацетилен [7].

Количество подаваемого в горелку ацетилена и кислорода при сварке или наплавке зависит: во-первых от требуемого качества сварного шва или

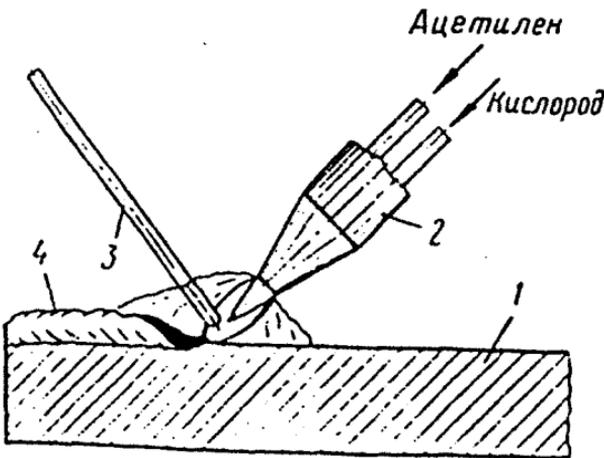


Рис. 5.15. Схема газовой наплавки:
 1 — наплавляемая деталь; 2 — газовая горелка; 3 — присадочный материал; 4 — наплавленный металл

наплавки, во-вторых от необходимой производительности процесса. Соотношение ацетилена и кислорода влияет на свойства получаемого пламени, которое может быть нормальным, науглероживающим и окислительным. Рассмотрим характеристики пламени. При соотношении кислорода и ацетилена равным 1,0-1,2 образуется нормальное или нейтральное пламя, являющееся восстановительным по отношению к свободной заиси железа и ограничивающим окисление поверхности в зоне плавления.

Науглероживающееся пламя образуется при соотношении кислорода и ацетилена 0,8-0,9, а окислительное пламя возникает при соотношении 1,2-1,5.

Нормальное пламя применяется при сварке алюминиевых сплавов и стали с содержанием углерода до 0,5%, а науглероживающее пламя - при сварке деталей из серого чугуна и стали с содержанием углерода выше 0,5%.

Наибольшее распространение для сварки получили инжекторные горелки среднего давления ГС-53 и ГСМ-53, которые предназначены, соответственно, для сварки черных и цветных металлов толщиной 0,5-30 мм, для сварки низкоуглеродистой стали толщиной 0,2-0,4мм. Факторы, влияющие на качество сварного шва: расход ацетилена, угол наклона горелки к оси шва, скорость перемещения горелки. В зависимости от вида и толщины свариваемого металла определяется расход ацетилена, который в свою очередь влияет на выбор соответствующего номера наконечника сварочной головки (таблица 5.2) [7].

Выбор наконечника сварочной горелки

Параметры		Номер наконечника	Параметры		Номер наконечника
Расход ацетилена, л/ч	Толщина свариваемого металла, мм		Расход ацетилена, л/ч	Толщина свариваемого металла, мм	
20-65	0,2-0,7	0	400-700	4,0-7,0	4
50-135	0,5-1,0	1	700-1100	7,0-11,0	5
135-250	1,0-3,0	2	1150-1750	10-18	6
250-400	2,5-4,0	3			

Горелка ГКУ-01-55 с бензино-кислородным пламенем применяется: при сварке деталей из цветных металлов, заварке трещин и раковин небольшой длины и чугунных деталей с толщиной стенок 10-15 мм, сварке малоуглеродистых сталей толщиной до 7 мм.

На качество шва и наплавленного слоя существенно влияет при ручной газовой сварке и наплавке состав присадочного материала. В связи с этим, при сварке необходимо применять присадочные материалы по химическому составу близкие к материалу детали. Сварка же высоколегированных сталей производится с использованием специальной проволоки, легированной хромом, никелем, ванадием, молибденом, титаном и др.[7].

Защита металла шва от окисления и удаление окислов при сварке осуществляется применением флюсов в виде порошка или пасты. Сварку деталей, изготовленных из низкоуглеродистых сталей, возможно проводить без флюсов.

Во избежание нежелательного глубокого расплавления основного металла и смешивания с наплавочным материалом при газовой наплавке производится регулированием нагрева металлов.

Выгорание углерода и легирующих элементов минимальное, а также получение высокой плотности наплавленного слоя достигается при использовании науглероживающего пламени, т.е. с избытком ацетилена. Наплавленный слой имеет обычно толщину от 2,5 до 4,0 мм.

Неравномерность толщины наплавленного слоя является недостатком газовой наплавки. Сложность сварки чугунных деталей обусловлена влиянием следующих факторов: большим содержанием в чугуне углерода и кремния, неоднородностью структуры, чувствительностью к температурным изменениям, появлением трещин из-за неравномерного нагрева и быстрого охлаждения, образованием в зоне сварки отбеленного чугуна высокой твердости и трудно обрабатываемого.

Существует два вида сварки деталей из чугуна: без подогрева и с подогревом. В первом случае сваривают детали несложной формы и небольших

размеров, во втором случае производится сварка деталей сложной конфигурации.

Технология сварки с подогревом: предварительный нагрев до температуры 650-700°C для предупреждения отбеливания чугуна и появления остаточных напряжений; в процессе сварки температура детали не должна быть менее 350°C; по окончании сварки снова нагрев до температуры 650-700°C и медленное охлаждение.

При сварке из-за частичного выгорания углерода и кремния имеет место отбеливание чугуна. Содержание элементов в присадочных материалах, обуславливающих получение качественного шва, должно составлять 3,0-3,6% углерода, 3,0-4,8% кремния и 0,5-0,8% марганца для удаления серы из сварочной ванны.

Сварка чугуна без подогрева производится с использованием чугунных стержней марки Б, при сварке с подогревом применяются чугунные стержни марки А с меньшим содержанием кремния.

Тугоплавкие окислы удаляются из сварочной ванны с помощью флюсов на основе буры и хлористого калия.

Сварка деталей из алюминия и алюминиевых сплавов имеет особенность из-за наличия следующих свойств:

- 1) низкая температура плавления (около 600°C) и большая жидкотекучесть;
- 2) высокая теплопроводность;
- 3) способность окисляться на воздухе с образованием тугоплавкой окисной пленки с температурой плавления 2050°C;
- 4) высокая растворимость водорода в расплавленном алюминии, обуславливающим образование пористости в сварном шве.

Растворение окисной пленки производится по следующей технологии: предварительный нагрев детали до температуры 300-350°C; нанесение флюса на основе хлористых и фтористых соединений, например, флюса АФ-4А в виде пасты на свариваемые поверхности деталей и на присадочный пруток. В состав присадочного материала вводится не менее 3% кремния, позволяющего снизить склонность алюминия к растрескиванию.

При сварке деталей из алюминия и алюминиевых сплавов обычно используются стержни из силумина.

Ввиду того, что основной источник водорода в сварочной ванне – влага, перед сваркой рекомендуется подогрев детали и флюса [7].

Аргонно-дуговая сварка деталей из алюминия и его сплавов производится с помощью неплавящегося вольфрамового электрода в среде защитного газа – аргона. Присадочным материалом при сварке является проволока того же состава, что и основной металл. Сварка ведется на переменном токе без использования флюса, ввиду того, что аргон хорошо защищает расплав алюминия от окисления и шов получается прочным, без пор и оксидов.

Деталь перед сваркой подвергается местному или общему нагреву до температуры 200-250°C для предотвращения коробления детали и образования трещин, а также улучшения кристаллизации расплавленного металла. После сварки деталь необходимо подвергнуть термообработке при температуре 300-350°C с последующим медленным охлаждением для снятия внутренних напряжений в зоне сварки.

5.5.2. Ручная электродуговая сварка и наплавка.

Основной источник тепла при сварке и наплавке – электрическая сварочная дуга, образующаяся между электродом и свариваемым металлом и расплавляющая металлы. Качество сварки и наплавки зависит от диаметра, типа и марки электрода, величины сварочного тока, напряжения на дуге, рода и полярности тока, скорости сварки и положения шва в пространстве.

При сварке и наплавке обычно применяются металлические электроды, имеющие слой покрытия для стабилизации горения дуги, защиты расплавленного металла от кислорода и азота воздуха и легирования наплавляемого металла. Электродные покрытия состоят из следующих групп компонентов: стабилизирующих, шлакообразующих, газообразующих, раскисляющих, легирующих и связующих. Электроды выпускаются диаметром 1,6-12,0мм и длиной 225-450мм.

Стальные электроды подразделяются в зависимости от назначения на типы и марки, которые в свою очередь выбираются в зависимости от химического состава металла детали и требований к сварному шву или наплавляемому слою. Электроды некоторых типов и марок для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей приведены в табл. 5.3 [7].

Таблица 5.3

Тип электрода	Марка электрода	Применение
Э-34	АН-1	Для конструкций неответственного назначения.
Э-42	ОММ-5, СМ-5, ЦМ-7, ВСП-1, ВСЦ-2, ОМА-2, АНО-1.	Для конструкций из углеродистых сталей общего назначения.
Э-42А	УОНИ-13/45, СМ-11, УП-1/45, ОЭС-2.	Для конструкций из углеродистых сталей, работающих в тяжелых условиях.
Э-46	ОЭС-3, ОЭС-4, АНО-3, АНО-4, МР-1, МР-3, ЭРС-2	Для конструкций из углеродистых и низколегированных сталей общего назначения.
Э-46А	Э-138/45Н	То же для конструкций ответственного назначения

Наплавка изношенных поверхностей производится специальными электродами для получения необходимой твердости и высокой износостойкости (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Электроды для электродуговой наплавки

Марка электрода	Свойства наплавленного слоя
ОММ-5, УОНИ 13/55, К-51, К-52, ОЭС-2	Низкая твердость НВ 120-200
ОЭН-250, ОЭН-350, ОЭН-400	Средняя твердость НВ 250-400
Т-540, ЦН-4, ЭН-60М, ОЭИ-1	Высокая твердость после термической обработки HRC 57-62

Выбор диаметра электрода зависит от толщины наплавляемого слоя, например при толщине менее 2 мм рекомендуется применять электрод диаметром 3 мм, а при толщине наплавки большей величины – электроды диаметром 4-5 мм.

В зависимости от диаметра электрода определяется величина сварочного тока:

$$I_{св} = (20 + 4d_{эл})d_{эл} \quad (5.7)$$

где $I_{св}$ - величина сварочного тока, А; $d_{эл}$ - диаметр электрода, мм.

Длина дуги определяет напряжение в дуге и составляет 0,5-1,1 диаметра электрода. Обычно напряжение $U_{max} \leq 60 В$.

Сварка и наплавка производится постоянным и переменным током. Выбор рода тока и полярности зависит от толщины и химического состава металла. Высоколегированные стали небольшой толщины свариваются постоянным током обратной полярности, т.е. деталь подсоединяется к катоду, чтобы уменьшить её нагрев. На аноде имеет место более высокий нагрев. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей средней и большой толщины наибольшее распространение получил переменный ток.

В качестве источников переменного тока применяются сварочные трансформаторы марок СТЭ-22, СТЭ-23, СТЭ-24, ТС-300, ТС-500 и др. Для сварки и наплавки постоянным током широко применяются сварочные генераторы марок ПС-300, ПС-500, ПСО-300, ПСО-500, выпрямители – ВСН-3М, ВСГ-3А, ВС-3А, ВС-200 и ВС-300 и передвижные агрегаты типа СУГ-2 и САК [7].

Технология наплавки изношенных поверхностей: наплавка производится в несколько слоев с перекрытием соседних валиков на 1/3 ширины, обеспечивая таким образом отжиг ранее наплавленного валика и препятствуя образованию закаленной зоны; необходимо очищать предыдущий слой от шлака перед наплавкой последующего; во избежание коробления детали от нагрева наплавка производится с перерывами, необходимыми для остывания

наплавленного слоя и соблюдения определенного порядка наложения валиков. Порядок наплавки валиков заключается в следующем: после наплавки первого валика деталь поворачивается на 180° и наплачивается второй валик и, так систематически меняя места наложения валиков, направляется первый слой (рис. 5.16).

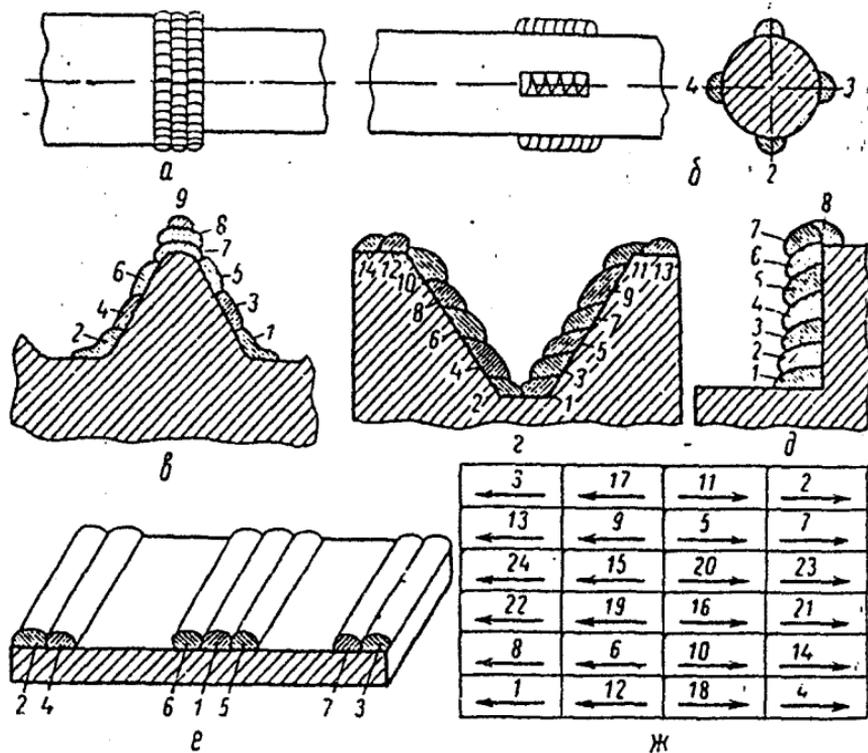


Рис. 5.16 Порядок (обозначен цифрами) наложения валиков при наплавке:

а — вала по спирали; б — вала участками; в — зубья; г — впадины; д — вертикальной плоскости широким валиком; е — малых участков на плоскости; ж — большого участка плоскости.

Наплавка закаленных деталей производится с погружением ненаплаваемой части детали в воду для устранения отпуска. Легированные стали наплаваются с использованием большой плотности тока и предварительного подогрева поверхности.

Повышение производительности ручной электродуговой наплавки может быть достигнуто при применении металлических электродов с присадочными прутками, пучков электродов или же электродов больших диаметров с повышенным коэффициентом наплавки α .

Целесообразно применять ручную электродугую наплавку:

- 1) при небольшом объеме работ;
- 2) при наплавке в труднодоступных местах.

Преимущества данного вида наплавки заключаются в удобстве и простоте процесса. К недостаткам относятся: низкая производительность ($\alpha = 5-7$ г/(А·ч), низкая стабильность дуги и пониженное качество наплавки.

5.5.3 Автоматическая электродугая наплавка под слоем флюса.

Наплавка производится для восстановления плоских, цилиндрических, ионических и фасонных поверхностей в один или несколько слоев.

Схема наплавки тел вращения представлена на рис. 5.17 между поверхностью детали 5 и электродной проволокой 3 горит электрическая дуга под слоем флюса 1, подаваемого непрерывно в зону наплавки. Одновременно с флюсом в зону дуги автоматически подается электродная проволока. В результате плавления флюса выделяется газ, защищающий расплавленный металл от окружающего воздуха и выгорания легирующих элементов. Шлаковая корка 7, образующаяся при плавлении флюса, препятствует разбрызгиванию жидкого металла и способствует сохранению тепла дуги. Расплавленный металл электрода 3 смещается в направлении вращения детали и смешивается с расплавленным металлом детали. Наплавленный валик покрывается шлаковой коркой 7 и частично неиспользованным флюсом 1. Наличие шлаковой корки, образующейся при остывании расплавленного флюса, позволяет снизить скорость охлаждения наплавленного металла, создать благоприятные условия формирования шва и получить гладкую поверхность наплавки с плавными переходами от валика к валку.

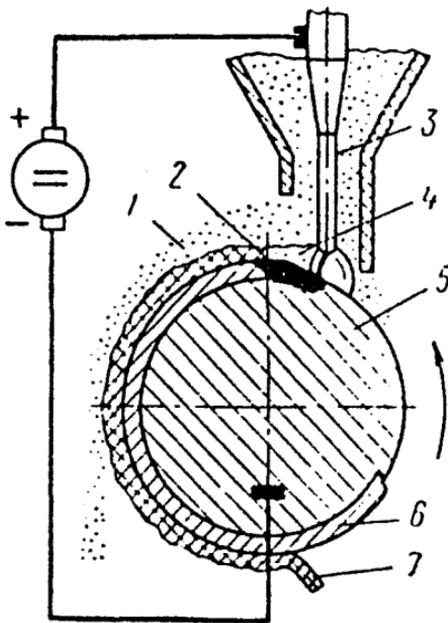


Рис. 5.17. Схема наплавки под слоем флюса:

- 1 — нерасплавленный флюс; 2 — жидкий металл; 3 — электрод; 4 — расплавленный шлак; 5 — деталь; 6 — наплавленный металл; 7 — шлаковая корка

Питание дуги осуществляется обычно постоянным током обратной полярности. Источниками тока служат сварочные генераторы постоянного тока (ПС-300, ПСГ-500 и др.) или выпрямители (ВСГ-А, ВСГ-3М и т.д.).

Для наплавки применяется универсальное оборудование или специализированные установки. Так, для наплавки цилиндрических деталей выпускаются сварочные автоматы: ПДШМ-500, ПАУ-1, А-580 и А-384; для наплавки плоских деталей – автоматы УАНФ-12. Также получил широкое распространение в ремонтной практике переносной шланговый полуавтомат А-765.

Повышение производительности наплавки под слоем флюса достигается применением многоэлектродной наплавки (до 8 электродов), пластинчатых электродов или электродной ленты.

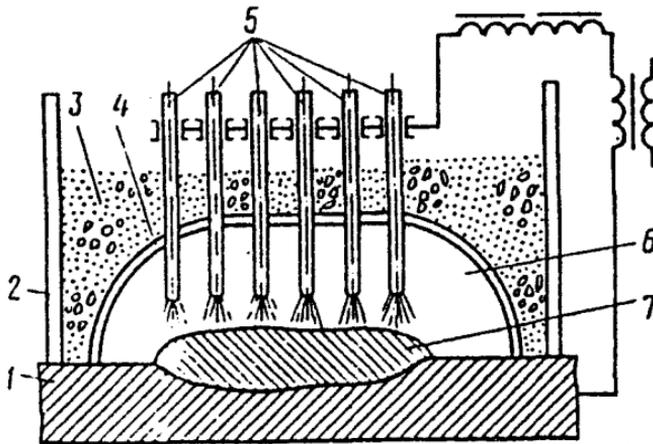


Рис. 5.18

На рис. 5.18 представлена схема многоэлектродной наплавки [8]: 1 – наплавляемая деталь; 2 – металлические пластины, ограничивающие расположение флюса; 3 – флюс; 4 – оболочка из расплавленного флюса; 5 – электроды; 6 – газовый пузырь; 7 – наплавленный слой. При многоэлектродной наплавке уменьшается глубина проплавления металла, повышается коэффициент наплавки на 30-40% по сравнению с одноэлектродной наплавкой.

Получение требуемых свойств наплавляемого металла достигается использованием следующих способов легирования [7]:

- 1) легированной электродной проволокой с обычными флюсами;
- 2) порошковой проволокой с обычными флюсами;
- 3) обычной сварочной проволокой с легирующими флюсами;
- 4) обычной электродной проволокой и обычными флюсами с предварительной засыпкой легирующих материалов на наплавляемую поверхность (обычно ферросплавов) или использованием обмазок, наносимых на наплавляемую поверхность.

Легированные электродные проволоки Св-18ХГСА, Св-30ХГСА, 40ХФА и др. или специальные наплавочные проволоки и обычные плавные флюсы получили широкое распространение при наплавке под флюсом.

При наплавке в зависимости от химического состава основного металла детали и электродов применяются плавные и керамические флюсы. К плавным флюсам относятся высокомарганцовистые и высококремнистые флюсы АН-348А, АН-348АМ и ОСЦ-45М.

Наплавка сильно изношенных поверхностей деталей производится с использованием керамических флюсов АНК-18, ЖС-14 и ЖС-500, легирующих металл наплавки с получением у наплавленного металла высокой твердости. Так, например, применение флюса АНК-18 позволяет получить твердость наплавленного металла НВ 350-450.

Обычно толщина слоя флюса над слоем наплавленного металла равна 40-60 мм.

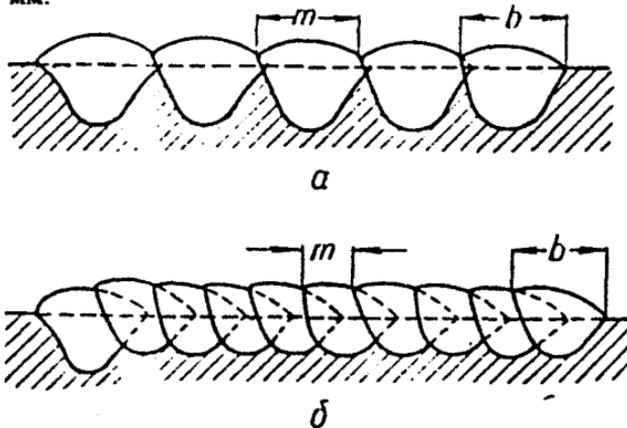
На качество наплавки влияют: сила сварочного тока ($I_{св}$), скорость наплавки (v_n), скорость подачи сварочной проволоки ($v_{пз}$), диаметр сварочной проволоки ($d_{эл}$).

Сила тока при автоматической наплавке определяется по формуле

$$I_{св} = 110d_{эл} + 10d_{эл}^2, \quad (5.8)$$

где $I_{св}$ - сила сварочного тока, А; $d_{эл}$ - диаметр сварочной проволоки,

мм.



В процессе наплавки каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий примерно на половину ширины (рис. 5.19). Уменьшение шага наплавки приводит к уменьшению перехода примесей из основного металла в шов.

Рис. 5.19

Схема наплавки валиков:

а - большой шаг наплавки;

б - малый шаг наплавки

Автоматическая наплавка под слоем флюса имеет следующие преимущества по сравнению с ручной электродуговой наплавкой:

- 1) высокая производительность;
- 2) высокое качество наплавленного слоя;
- 3) широкое регулирование свойств наплавленного слоя;
- 4) наличие закрытой дуги, улучшающее условия труда;
- 5) лучшее использование электроэнергии и материала проволоки.

Основной недостаток наплавки под слоем флюса – высокая доля основного металла в наплавленном слое ($\gamma_o = 50-70\%$) из-за значительного проплавления основного металла.

Для уменьшения этого недостатка наплавка производится: по винтовой линии с малым шагом; вводятся в зону горения дуги дополнительные прутки или проволоки; применяется многоэлектродная наплавка с питанием от одного источника тока; наплавка ленточным электродом, представляющим собой тонкую широкую ленту с перемещающейся по кромке ленты дугой.

Применение перечисленных мероприятий позволяет снизить долю основного металла в наплавленном слое до 10% или до нуля в верхнем слое при трех или четырех слоях наплавки. Одновременно увеличивается коэффициент наплавки на 20-40% и производительность процесса.

Существуют ограничения для применения автоматической наплавки под слоем флюса: восстановление отверстий малых диаметров и наружных поверхностей диаметром менее 40 мм [7].

Целесообразно применение данной наплавки при восстановлении больших количеств однотипных деталей и наплавке слоя металла от 5 до 40 мм.

5.5.4. Наплавка в среде защитных газов.

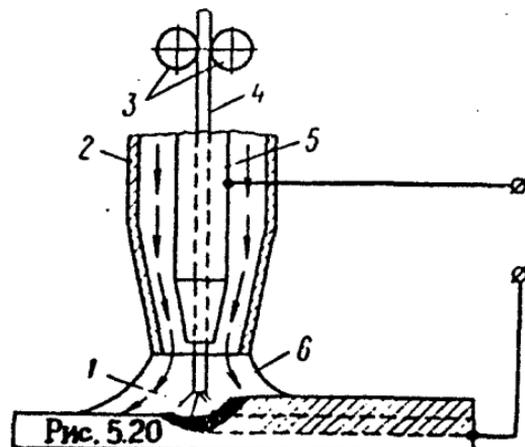


Схема наплавки в среде защитных газов

- 1-электрическая дуга; 2-сопло;
3-подающие ролики; 4- электродная проволока; 5- токоподводящий мундштук;
6-защитный газ.

Углеродистые легированные стали и чугун наплавляются в среде углекислого газа, а высоколегированные стали – в среде аргона. Эти газы в зоне наплавки изолируют сварочную дугу и окружающее её пространство от кислорода и азота воздуха (рис. 5.20).

Высокая температура сварочной дуги вызывает диссоциацию углекислого газа с образованием атомарного кислорода, который окисляет металл и приводит к выгоранию железа и других примесей стали.

Для устранения окисления и восполнения выгоревших примесей при наплавке используется электродная проволока, легированная марганцем и кремнием. Эти элементы связывают кислород и раскисляют ранее образовавшуюся закись железа, в результате чего образуются окислы марганца и кремния, переходящие в шлак.

Во избежание образования пор и трещин в металле шва содержание углерода в электродной проволоке должно быть небольшим.

При наплавке деталей в среде защитных газов используются следующие марки сварочных проволок: Св-08ГС, Св-12ГС и Св-08Г2С для деталей из углеродистых и низколегированных сталей; Св-10Х17Т и Св-06Х19Н9Т для деталей из хромистых и хромоникелевых сталей; для деталей с особыми свойствами – порошковая проволока.

Наплавка производится на серийном оборудовании для автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса с использованием устройства для подсушки и подачи углекислого газа.

Благодаря применению наплавки на постоянном токе уменьшается глубина проплавления и увеличивается содержание электродного металла в наплавленном слое. Рекомендуется наплавлять цилиндрические детали кольцевыми валиками по винтовой линии с поперечными колебаниями или же продольными валиками. Технология наплавки в среде защитных газов зависит от размера, конструкции и химического состава и металла детали. Для уменьшения деформации плоских деталей рекомендуется наплавлять их отдельными участками, «вразбежку» [7].

Данный вид наплавки применяется при невозможности или затруднительности подачи флюса и удалении шлаковой корки, а именно при наплавке мелких деталей, внутренних поверхностей и деталей сложной формы.

Преимущества наплавки в среде защитных газов: высокая производительность, простота ведения и управления процессом. Недостатки этого вида наплавки: сложность работы на открытом воздухе вследствие срыва струи углекислого газа ветром и наличие окислительной способности углекислого газа.

5.5.5. Вибродуговая наплавка.

Вибродуговая наплавка является разновидностью дуговой наплавки плавящимся металлическим электродом. При вибродуговой наплавке электродный материал расплавляется теплом, выделяющимся в результате периодически повторяющихся электрических разрядов, т.е. прерывисто горящей дугой. Прерывистость горения дуги связана с наличием вибрации электродной проволоки вдоль её оси, происходящих из-за воздействия электромагнитного или механического устройства.

Схема установки для вибродуговой наплавки приведена на рис. 5.21 [8]. Наплавляемая деталь 1 устанавливается в центрах токарного станка, а наплавочная головка – на суппорте станка. Подача электродной проволоки 5

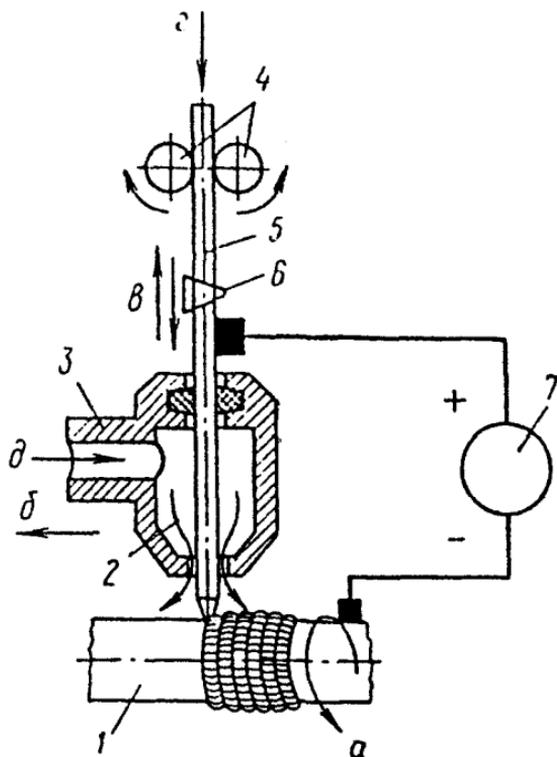


Рис. 5.21. Схема вибродуговой установки:

a — направление вращения детали; *б* — направление перемещения головки; *в* — направление вибрации электрода; *г* — подача электрода; *д* — подача охлаждающей жидкости; *1* — деталь; *2* — охлаждающая жидкость; *3* — сопло; *4* — подающие ролики; *5* — электродная проволока; *6* — вибратор; *7* — генератор

Рекомендуется вести наплавку на постоянном токе обратной полярности. Использование переменного тока при наплавке может приводить к появлению пропусков в наплавленном слое [8].

В ремонтной практике используются наплавочные головки марок КУМА-5, УПИ, 4ТЗ, ОКС-6569, ОКС-1252 и др.

из кассеты производится роликовым механизмом 4 в вибрирующий мунштук 6. Электромагнитный вибратор осуществляет продольные колебания относительно оси с частотой 25-100 Гц. Охлаждающая жидкость насосом подается в канал 3 и далее в зону горения дуги. Катушка самоиндукции, установленная в сварочной цепи, предназначена для резкого повышения напряжения в сварочной цепи в момент разъединения электродной проволоки и поверхности детали. Длительность цикла вибрации 0,01 с. При этом, электрод контактирует с деталью (короткое замыкание), а затем, отходя от неё, размыкает электрическую цепь и в этот момент возникает дуговой разряд, сопровождающийся выделением основного количества тепла (80-90%). Материал электрода расплавляется, и капля жидкого металла переносится на деталь. Стабильность процесса наплавки и равномерность наложения наплавочного материала обеспечиваются вибрацией электрода с амплитудой 1,5-2,5 мм.

В качестве источников питания применяются источники тока с жесткой внешней характеристикой: генераторы АНД-500/250, селеновые выпрямители ВС-300 и ВС-600, преобразователи ПД-305 и ПСГ-500 и др.

При вибродуговой наплавке производится предварительная подготовка поверхности, заключающаяся в очистке её от грязи, ржавчины и масла. Для деталей, имеющих неравномерный износ, предусматривается предварительная механическая обработка – шлифование или проточка до 0,4-0,5мм на диаметр. Припуск на механическую обработку равен 0,45-0,60мм.

Выбор технологии наплавки обусловлен конструкцией детали, так например, режимы наплавки бесступенчатых цилиндрических поверхностей зависят от диаметров деталей (табл.5.5) [12].

Таблица 5.5

Режимы наплавки	Диаметр детали, мм				
	До 20	20-40	40-60	60-80	80-100
Толщина слоя наплавленного металла, мм.	0,3	0,7	1,1	1,5	2,5
Диаметр электродной проволоки, мм.	1,6	1,6	2,0	2,0	2,5
Сила тока, А	120-150	120-150	150-210	150-210	150-210
Скорость наплавки, мм/мин	2,2	1,2	1,0	0,6	0,3
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,6	0,4	0,8	1,0	1,1
Расход охлаждающей жидкости, дм ³ /мин	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7
Шаг наплавки, мм/об	1,0	1,3	1,6	1,8	2,3
Амплитуда вибрации проволоки, мм	1,5	1,8	2,0	2,0	2,0
Угол подачи проволоки к детали, град.	35	35	45	45	45

При наплавке стальных деталей применяются сварочные и наплавочные проволоки типа Св-08, Св-08ГА, Св-08Г2С, Нп-30ХГСА, углеродистые и низколегированные проволоки типа 08 кп, 10,20,45,65Г,80 и др. Возможно использование и других проволок с содержанием углерода до 0,7% и легированных марганцем до 1%. Считается целесообразным применение пружинных проволок 2 класса по ГОСТ 9378-75.

Наплавка чугунных деталей производится с использованием сварочных проволок Св-08 и Св-08А или низкоуглеродистых проволок из сталей 08кп и 10 и других близких по составу [12].

Охлаждающая жидкость, подающаяся в зону, смежную с наплавкой, выполняет следующие функции: защищает расплавленный металл от окисления кислородом и азотом воздуха, увеличивает скорость охлаждения наплавленного и основного металла, обеспечивает малую глубину проплавления (1-

3 мм). При этом применяется 3-6% раствор кальцинированной соды в воде или 20-30% водный раствор глицерина. Подача жидкости производится насосом на наплавленные участки детали на расстоянии 10-40 мм от зоны горения дуги.

В качестве охлаждающей среды при вибродуговой наплавке может применяться углекислый газ или воздух. Наплавка в углекислом газе характеризуется следующими режимами (табл. 5.6), скоростью подачи проволоки – 1,2-1,6 м/мин [12].

Таблица 5.6

Режимы наплавки	Толщина наплавляемого слоя				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Диаметр электродной проволоки, мм	1,0-2,0	1,2-2,2	1,4-2,5	1,6-2,5	2,0-2,5
Сварочный ток, А, для диаметра проволоки: минимального максимального	75-175 150-300	92-225 165-375	100-250 190-400	120-300 190-400	150-350 190-400
Рабочее напряжение, В, для диаметра проволоки: минимального максимального	17-20 20-24	18-21 21-25	18-22 22-26	19-23 22-26	20-24 22-26

При восстановлении деталей малых диаметров с резьбой вибродуговой наплавкой в углекислом газе используются: проволока ОВС диаметром 1,6мм; сварочная углеродистая проволока диаметром 1,0-1,6мм марок Св-08, Св-18ХГСА, Св-10ХМА и др.

Восстановление деталей с поврежденными резьбами большого диаметра (более 30мм) производится вибродуговой наплавкой под слоем флюса.

При восстановлении резьб длинномерных деталей считается наиболее целесообразным вибродуговая наплавка в атмосфере с предварительной проточкой поврежденной резьбы. [12]. При этом наплавка начинается от края детали, а после наплавки деталь охлаждается на воздухе.

Сила тока (А) при наплавке определяется по формуле:

$$I = \frac{\pi d_{np}^2}{4} I_{уд}, \quad (5.8)$$

где d_{np} - диаметр электродной проволоки, мм; $I_{уд}$ - плотность тока, А/мм², $I_{уд} = 50-75 \text{ А/мм}^2$.

Напряжение устанавливается в зависимости от толщины слоя наплавки, а именно при толщине до 1 мм рекомендуется напряжение от 12 до 15В, а при большей толщине – от 15 до 20 В.

Скорость наплавки определяется по формуле:

$$v_H = \frac{\pi d_{np}^2 v_{np} K}{4hS}, \quad (5.10)$$

где v_{np} - скорость подачи проволоки, м/ч; K - коэффициент перехода электродной проволоки в наплавленный слой, $K=0,85-0,90$; h - толщина наплавляемого слоя, мм, $h=1,5-3,0$ мм; S - шаг наплавки, мм.

Скорость подачи проволоки (м/ч)

$$v_{np} = \frac{4\alpha_H l}{\pi d_{np}^2 \gamma}, \quad (5.11)$$

где α_H - коэффициент наплавки, г/(А*ч). Для наплавки под слоем флюса:

$\alpha_H=11-18$ г/(А*ч); γ - плотность металла наплавленного валика, г/см³.

Шаг наплавки в зависимости от диаметра проволоки равен

$$S = (1,6 \div 2,2) d_{np}. \quad (5.12)$$

Вылет электродной проволоки (мм)

$$l_g = (5-8) d_{np}, \quad (5.13)$$

Вылет $l_g = 2 \div 25$ мм, в зависимости от диаметра электрода для ориентировочных расчетов $l_g = (10-20) d_{np}$.

Амплитуда колебания электрода (мм)

$$A = (0,75 \div 1,0) d_{np}. \quad (5.14)$$

Вибродуговая наплавка преимущественно используется при ремонте цилиндрических деталей диаметром 15-80 мм, работающих при статических и невысоких динамических нагрузках, а также при симметричном износе до 2,0 мм на сторону.

Детали, работающие в условиях больших динамических нагрузок и на усталость, не рекомендуется восстанавливать вибродуговой наплавкой [11].

Автоматическая вибродуговая наплавка применяется при восстановлении изношенных цилиндрических поверхностей шеек валов, штоков буровых насосов, замков буровых труб и др.

К преимуществам вибродуговой наплавки относятся: незначительный нагрев детали при наплавке, высокая прочность сцепления наплавленного металла с основным, простота используемого оборудования, высокая производительность процесса, составляющая 8-10 см² поверхности покрытия за 1 мин, возможность получения тонких и прочных покрытий.

В качестве недостатков вибродуговой наплавки необходимо отметить большие потери металла на угар и разбрызгивание (10-30%); снижение усталостной прочности детали на 30-40%, неравномерная твердость наплавленного слоя металла [11].

5.5.6. Электрошлаковая сварка и наплавка.

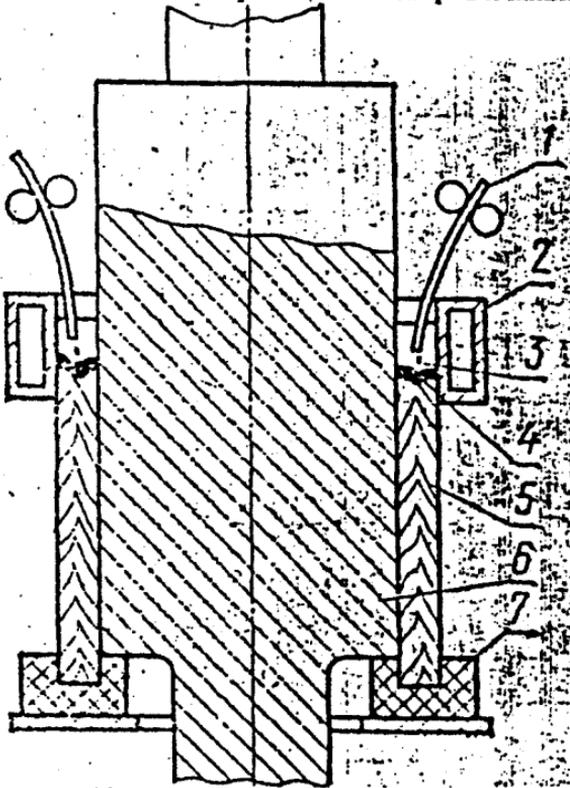


Рис. 5.22

Схема электрошлаковой наплавки цилиндрической поверхности:

- 1-электрод; 2-медный охлаждаемый ползун;
4-металлическая ванна; 5-наплавленный металл;
6-наплаваемая деталь; 7-графитовая подкладка.

40мм. В случае наличия относительно малого объема сварочной ванны рекомендуется получить первую порцию жидкого металла в тигле. Затем электрическая дуга гаснет и плавление поддерживается теплом, выделяемом при прохождении тока через флюс. Температура флюса достигает более 2000°С и обеспечивает плавление поверхности детали и металла электродов. После заполнения формы расплавленным металлом ползун перемещается вверх.

Схема электрошлаковой наплавки представлена на рис. 5.22 [8]. Наплавка производится с помощью охлаждаемой формы – кокиля (ползуна) 2 из меди устанавливаемой на наплаваемую деталь 6. Толщина наплаваемого слоя зависит от зазора между деталью и кокилем. До начала наплавки кокиль устанавливается в нижнем положении на специальной подкладке 7 из металла или графита. Кольцевой зазор между деталью и кокилем заполняется флюсом и начинается подача электродов 1 из проволоки или лент.

Далее между электродами и подкладкой возбуждается электрическая дуга, расплавляющая электроды и шлак с образованием расплавленной шлаковой ванны глубиной 30-

Вследствие теплоотвода в деталь и медную охлаждаемую форму расплавленный металл охлаждается и затвердевает.

Электрошлаковая наплавка представляет собой высокопроизводительный процесс, так как достигается хорошее качество наплавленного слоя с ровной поверхностью и любым требуемым химическим составом.

Недостатки способа: сложность исполнения и необходимость использования дорогостоящего оборудования. Данный способ применяется в основном только на специализированных ремонтных предприятиях при наплавке слоев большой толщины на крупногабаритных деталях, например, опорных катках тракторов и др.

5.5.7. Наплавка металлов трением.

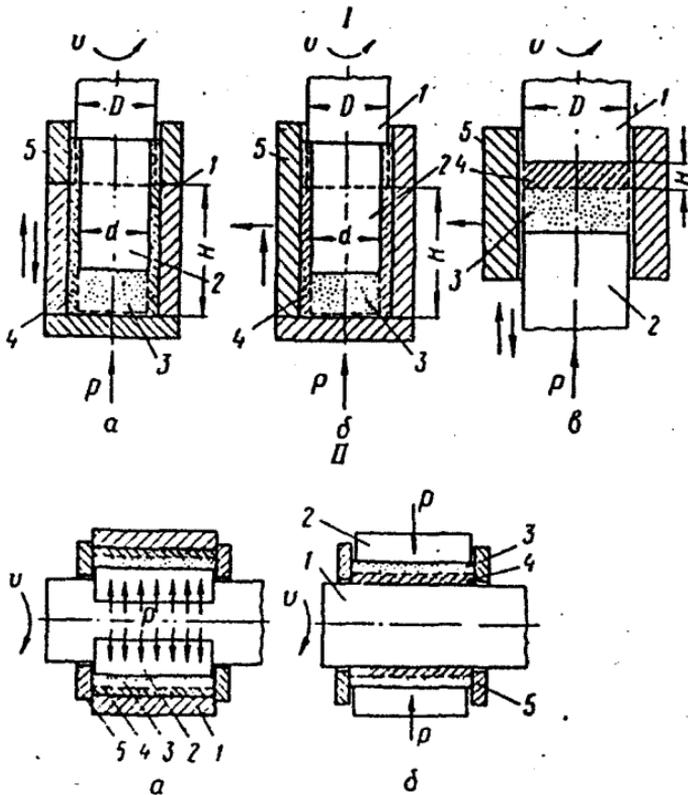


Рис. 5.23. Принципиальные схемы процесса наплавки трением на внутреннюю (а), наружную (б) и торцовую (в) поверхности:

I — аксиальная; II — радиальная; 1 — деталь; 2 — инструмент; 3 — наплавляемый металл до наплавки; 4 — наплавленный металл; 5 — приспособление

Процесс наплавки предложен и разработан Я.М.Кершенбаумом и Б.А.Авербухом. При этом наплавляемый металл плавится при возникновении теплоты трения. В результате расплавленный металл соединяется с поверхностью детали под действием высоких температуры и давления. Трение осуществляется при вращении наплавляемой детали или специального инструмента наносимого металла в виде стружки, находящейся в

закрытом пространстве. Применяется несколько возможных схем наплавки (рис. 5.23).

При наплавке металла на внутренние боковые и торцевые поверхности, сжимающие усилия P на массу наплавляемого металла прикладываются аксиально, т.е. параллельно оси вращения детали (рис. 5.23, I, а, б, в).

Другой разновидностью возможных схем наплавки на боковые цилиндрические поверхности деталей является радиальная схема приложения усилий нормально к оси вращения и поверхности трения наплавляемой заготовки (рис. 5.23, II, б) или инструмента (рис. 5.23, II, а)

Обеспечение плавления наносимого металла или сплава достигается в основном изготовлением наплавляемой заготовки или инструмента из материала, имеющего более высокую температуру плавления, чем наносимый материал, а именно $T_{пл(1,2)} \gg T_{пл3}$

Для устранения приплавления металла или сплава к поверхности инструмента или формообразующей детали приспособления изготавливаются из соответствующих материалов.

Рассмотрим технологические процессы наплавки трением согласно вышеприведенным схемам (рис. 5.23).

По схеме наплавки на торцевую поверхность детали 1 (рис. 5.23, I, в) необходимое количество стружки 3 вводится во внутреннее пространство приспособления 5 и вводится деталь 1. При этом в результате продольного перемещения пуансона 2 стружка 3 предварительно уплотняется с образованием брикета необходимой плотности. Затем вращением детали 1 и одновременным продольным перемещением пуансона 2 создается рабочее давление на поверхности трения детали. Вследствие интенсивного тепловыделения от трения стружка плавится и наплавляется на торцевую поверхность детали.

Достигнув крайнего положения инструмента 2, т.е. размера H , равного величине наносимого слоя металла, вращение детали прекращается. Наплавленный металл 4 после этого кристаллизуется в наиболее благоприятных условиях всестороннего сжатия, позволяющих получение металлического соединения высокой прочности и плотности наплавленного металла. Далее, по окончании кристаллизации, инструмент удаляется в свое исходное положение, а приспособление раскрывается и наплавленная деталь извлекается.

В случае наплавки металла или сплава на наружную поверхность цилиндрической детали 1 (рис. 5.23, I, б) инструмент не применяется, а создание предварительного уплотнения стружки и рабочего давления P на поверхность трения достигается при помощи продольного перемещения приспособления 5.

Тепло, выделяющееся при трении торцевых и боковых поверхностей детали 1 о брикет, расплавляет металл, который вытесняется из «копильника» 3 в кольцевое пространство между боковой поверхностью детали и приспособления 5, создавая слой заданной толщины, равной $(D-d)/2$. При достижении крайнего положения и вытеснении всего металла из «копильника», вращение детали и продольное перемещение приспособления прекращаются.

Расплавленный металл 4 кристаллизуется на наплавляемой поверхности с образованием слоя длиной H .

Наплавка металла на внутреннюю боковую поверхность детали 1 (рис. 5.23, I, а) производится в приспособлении 5 с помощью которого создается закрытое пространство необходимых размеров для стружки.

При вращении инструмента 2 и продольного перемещения приспособления осуществляется наплавка на внутреннюю боковую поверхность детали 1. При этом в крайнем верхнем положении приспособления 5 создается слой определенного размера на наплавляемой поверхности затем, не прекращая вращения инструмента, он извлекается из приспособления.

К основным технологическим параметрам процесса наплавки относятся окружная скорость U и давление P на поверхности трения. Величины этих параметров зависят от физических характеристик основного и наплавляемого материалов, особенно коэффициента трения и температуры плавления наносимого материала, материала детали и инструмента. Исследования, проведенные в МИНХ и ГП им. И.М.Губкина, установили, что при наплавке цветных сплавов (бронзы или латуни) на стальные и чугунные детали (табл. 5.7) режим наплавки имеет следующие оптимальные значения параметров наплавки: относительная скорость на поверхности трения $U=2,5-6,0$ м/с, давление $P=2-6$ кгс/мм².

Время наплавки зависит от параметров процесса, площади наплавляемой поверхности, сечения заготовки, толщины наплавляемого слоя и его теплофизических характеристик.

Необходимая мощность (в кВт) для осуществления процесса подсчитывается по эмпирической формуле:

$$N = AD, \quad (5.15)$$

где D – наибольший диаметр поверхности трения, мм; A – коэффициент равный 0,4 – для наплавки черных металлов.

Таблица 5.7

Материалы, наплавляемые трением.

Наплавляемый металл (сплав)	Поверхность детали
Деталь из стали 20	
Алюминий АЛ-1	Торцевая, наружная цилиндрическая
Медь М-1	Торцевая, наружная цилиндрическая, внутренняя цилиндрическая
Бронза БрОЦС 66-3	То же
БрОФ-10-1	Торцевая, внутренняя цилиндрическая
БрАЖ 9-4	Торцевая, наружная цилиндрическая
БрАЖМц 10-3-1,5	То же
Латунь Л-62	Торцевая, наружная цилиндрическая, внутренняя цилиндрическая

ЛМцС 58-22	То же
ЛК 80-3	Торцевая, наружная цилиндрическая
ЛС 50-1	Торцевая, внутренняя цилиндрическая
Ковкий чугун КЧ 30-6	Торцевая, наружная цилиндрическая
Белый чугун	Торцевая
Деталь - из стали 1Х18Н9	
Белый чугун	Торцевая
Сормайт 1	
Деталь из ковкого чугуна КЧ 30-6	
Бр Ж9-4	Торцевая
Латунь Л-62	То же
Деталь из серого чугуна СЧ 18-36	
Бр АЖ 9-4	Торцевая
Латунь Л-62	То же
ЛМцС 58-2-2	Торцевая, внутренняя цилиндрическая
Деталь - из бронзы БрАЖ 9-4	
Бронза ОФ 10-1	Торцевая, внутренняя цилиндрическая
Латунь ЛМцС 58-2-2	То же
Бронза БрКЛ-1	Торцевая

Оптимальные размеры наплавляемых поверхностей деталей ограничиваются: диаметром $D=30-80$ мм; длиной $H=30-100$ мм. Рекомендуемые соотношения $(H/D) \leq 2$ – при наплавке на боковые поверхности (рис.5.22,а,б); $(H/D) \leq 1/2$ – при наплавке на торцевые поверхности (рис. 5.22,а,в).

Наплавка трением характеризуется: эффективным тепловыделением, приводящим к плавлению наносимого металла и пластической деформации в прилегающем слое основного металла; при этом максимальная температура на поверхности трения не превышает температуры плавления наносимого металла; взаимной диффузией основного и наплавляемого металла, способствующей получению прочного соединения.

Процесс наплавки трением, например, на торцевую поверхность, делится по продолжительности на четыре качественно отличных этапа (рис. 5.24):

T_1 - относительная скорость, давление, коэффициент трения и температура на поверхности трения непостоянны, механизм взаимодействия характеризуется явлением трения без смазки; T_2 - постоянная скорость вращения детали в условиях сперва повышающегося, а затем постоянного давления на брикет наносимого сплава; T_3 - падение коэффициента трения в связи с переходом к полужидкостному трению и стабилизация максимальной температу-

ры, коэффициента и мощности трения; T_4 - стационарное значение теплового и силового режимов, а также плавное снижение коэффициента и мощности трения.

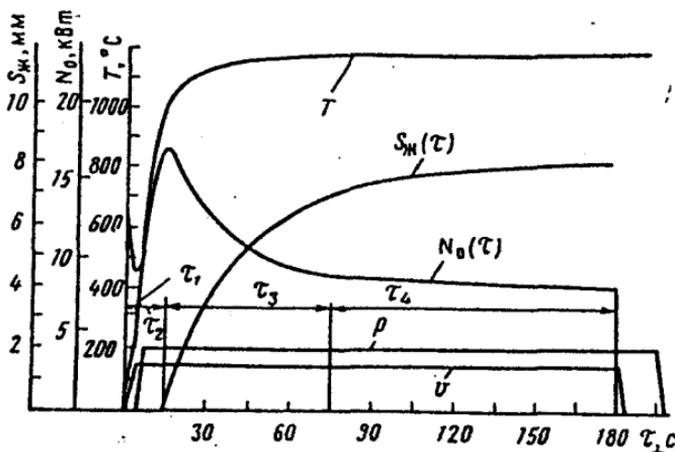


Рис 5.24

Характеристические кривые процесса наплавки трением:

τ - продолжительность процесса, с; v - скорость, м/с; ρ - давление на поверхности трения, кгс/мм²; N - мощность трения, кВт; $S_{ж}$ - толщина слоя расплавленного металла, мм; T - температура на поверхности трения, °C.

Наплавка трением может производиться на установке УПТ-1, смонтированной на базе токарного станка.

Установка для наплавки деталей трением при серийном производстве (рис. 5.25) имеет сварную раму с вертикальными стойками 3, шпиндель 1 с электроприводом 2 и рабочий стол 4, передвигаемый по стойкам гидроцилиндром 5.

Деталь для наплавки закрепляется на столе станка с помощью винтового зажима, а инструмент устанавливается в шпинделе. Рабочее давление создается продольным перемещением стола гидроцилиндром с приводом от гидравлической станции 6. Установка позволяет производить наплавку на внутреннюю, наружную и торцевую поверхности. При наплавке слоя металла на детали различных типоразмеров применяются приспособления и переходные вкладыши.

Технологический процесс наплавки трением при ремонте изношенной детали или изготовления биметаллической детали включает следующие этапы [7]:

- 1) подготовку детали к наплавке;
- 2) подготовку наплавляемого металла или сплава;

- 3) предварительное уплотнение наплавляемого металла или сплава;
- 4) наплавку трением;
- 5) контроль качества наплавки;
- 6) окончательная механическая обработка наплавленной детали.

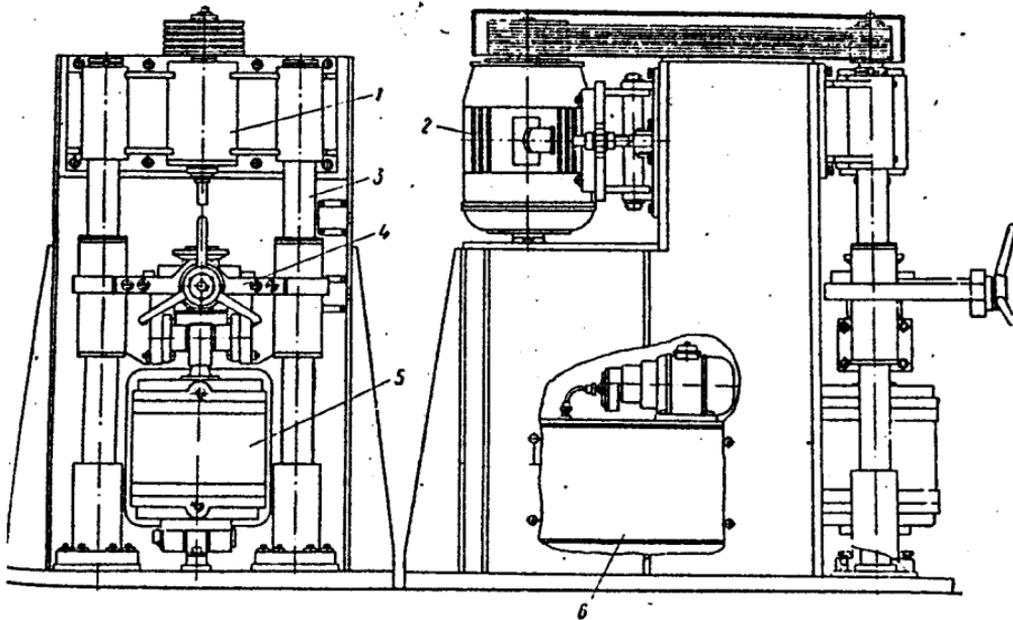


Рис. 5.25. Общий вид установки для наплавки металлов и сплавов трением

В качестве предварительной обработки детали необходимо придать наплавляемой поверхности детали цилиндрическую форму, произвести её обезжиривание и обеспечить шероховатость поверхности не выше $R_z 80$.

Металлическая стружка для наплавки очищается от примесей и имеет размеры 1-2 мм. Согласно заданным размерам наплавляемого слоя определяется необходимое количество стружки, из неё изготавливается брикет.

Сохранение постоянных скорости вращения и давления на поверхности трения в течение всего процесса наплавки обеспечивает стабильность тепловыделения, максимальную производительность и высокое качество биметалла.

Существенной особенностью кинетики процесса наплавки сравнительно со сваркой трением представляет исключение необходимости мгновенного торможения при окончании процесса наплавки. Последнее обстоятельство значительно упрощает конструкцию оборудования.

Медленное остывание наплавленной детали обеспечивается погружением её в ящик с песком. Визуально и простукиванием детали молотком проверяется качество сцепления наплавленного слоя с деталью и наличие мик-

родефектов. Кроме того, выборочно проводятся механические испытания на предмет определения прочности соединения наплавленного слоя с основным металлом. После чего, механической обработкой обеспечивается получение требуемых размеров и качества поверхности.

Более высокая эффективность наплавки трением по сравнению с существующими методами наплавки обусловлена полезным использованием тепла трения, отсутствием расплавления основного и перегрева наплавляемого металлов, исключением их перемешивания, наличием металлического соединения между металлами в условиях всестороннего сжатия и возможностью использования отходов механической обработки. Основные преимущества процесса наплавки трением: стабильность химического состава и сохранность начальных механических свойств наплавленного слоя; надежность соединения основного и наплавленного металлов; использование при наплавке комбинированной шихты для обеспечения требуемых свойств наплавленного покрытия; высокая экономичность процесса наплавки.

Недостатки процесса: невозможность нанесения покрытий из металлов более тугоплавких, чем основной металл; ограничение размеров ремонтируемых деталей; необходимость изготовления специальных приспособлений, сменных вкладышей к ним для деталей каждого типа.

Наплавку трением целесообразно применять при ремонте изношенных деталей, изготовлении биметаллических деталей и поверхностного упрочнения.

Наиболее эффективен этот способ при ремонте втулок (рис. 5.26).

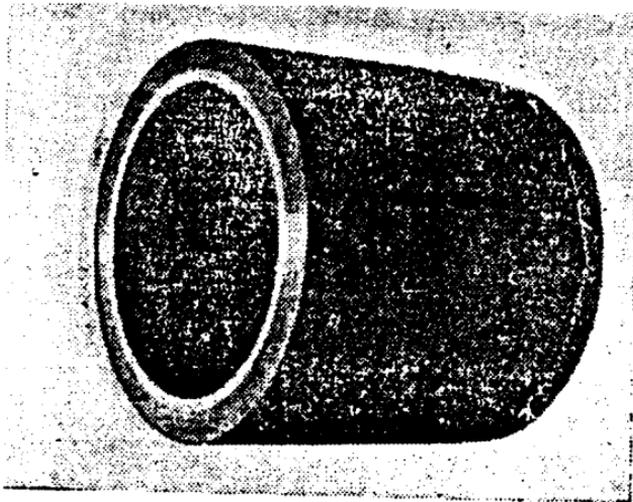


Рис. 5.26. Втулки подшипника скольжения

Примечание. Основа — сталь ст.3;
наплавленный слой — латунь ЛМцС58-2-2

Большое количество таких деталей как, например, резьбовых и шпindelных гаек, золотников и клапанов нефтяной арматуры, подвижных и антифрикционных колец центробежных насосов для перекачки нефтепродуктов изготавливаются из бронзы и латуни различных марок. При этом значительное количество дефицитного цветного металла переводится в стружку и поступает в отходы производства. В связи с чем, изготовление вышеперечисленных деталей биметаллическими, с помощью наплавки трением, является весьма перспективным.

Биметаллическая гайка (рис. 5.27), изготовленная наплавкой слоя латуни марки ЛМцС 58-2-2 на внутреннюю поверхность стальной заготовки по схеме на рис. 5.23,1,а. Благодаря удобной конструкции детали, наплавка производилась без приспособления, закрепляя стальную заготовку непосредственно в зажимное устройство станка. При этом, для наплавки было израсходовано 130г латунной стружки при норме расхода латуни 1,5 кг/шт и отходах в стружку 0,63 кг/шт в случае изготовления цельнолатунной гайки [7]. Восстановление изношенных поверхностей консольных цапф осей или валов наплавкой производится согласно схеме на рис. 5.23,1,б.

На рис. 5.28 представлены биметаллические детали, изготовленные наплавкой трения: а) поршень гидравлического цилиндра бурового станка, б) золотник обратного клапана.

Рис. 5.27. Продольный разрез биметаллической гайки шпинделя нефтяной галки

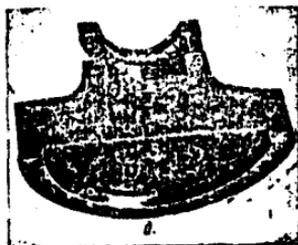
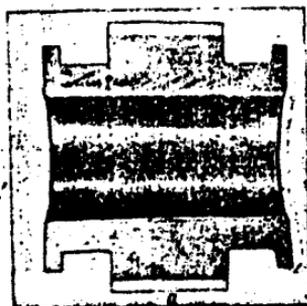
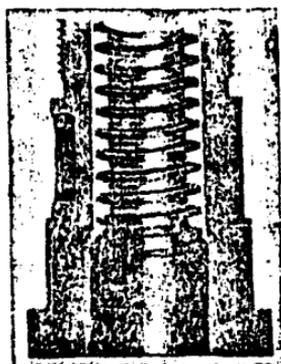


Рис. 5.28. Биметаллические детали нефтяного оборудования, изготовленные наплавкой трением

а — поршень б — золотник

5.6 Восстановление деталей металлизацией.

Металлизация представляет собой процесс нанесения расплавленного и распыленного металла на специально подготовленную поверхность детали. Распыление металла покрытию осуществляется струей воздуха или газа на мелкие частицы размером от 3 до 300 мкм, которые пролетают расстояние от зоны плавления до поверхности детали со скоростью 100-300 м/с за тысячные доли секунды. За такой короткий промежуток времени частицы металла не успевают остыть и поэтому на наплавляемой поверхности детали, пластически деформируясь, заполняют её неровности. Сцепление этих частиц между собой осуществляется с помощью механических и частично молекулярных связей.

Покрытие характеризуется пористостью, хрупкостью, сравнительно высокой твердостью и низкой механической прочностью. Нагрев детали при металлизации не превышает 150-200°C, в результате чего, основной металл не изменяет своих структурных и прочностных свойств.

Толщина, наносимого покрытия при металлизации, равна от нескольких микрон до 10 мм и более, практически любого металла и сплава, на поверхности деталей из стали, чугуна и цветных металлов.

В зависимости от вида тепловой энергии, применяемой для плавления металла, существуют следующие основные способы металлизации: электродуговая, высокочастотная, газовая и плазменно-дуговая. При ремонте машин металлизацией восстанавливаются размеры и формы изношенных поверхностей деталей, наносятся антифрикционные и антикоррозионные покрытия, заделываются наружные раковины и трещины, восполняется вес при балансировке деталей.

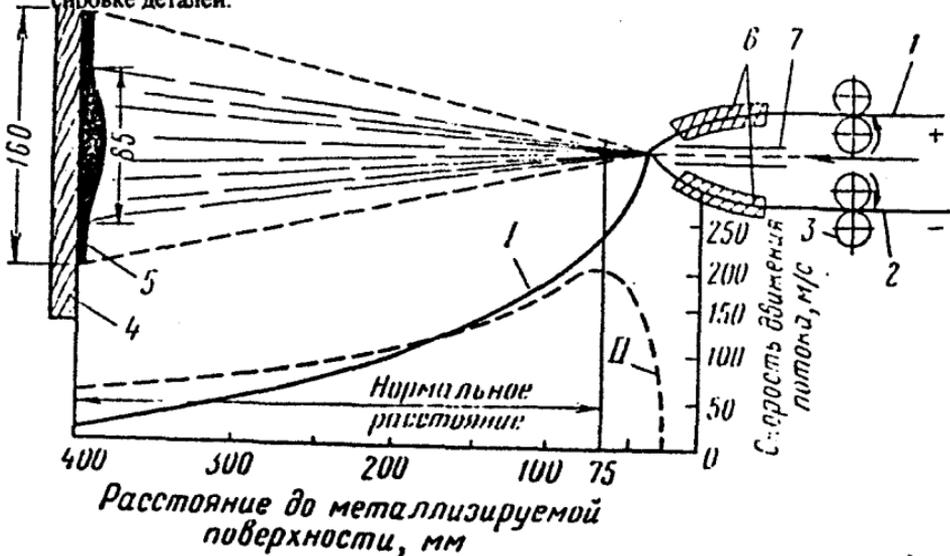


Рис. 5.29. Схема электродуговой металлизации

Примечание. Нормальное расстояние должно быть 75—100 мм.

Электродуговая металлизация (рис. 5.29) получила широкое распространение при ремонте машин. Технология процесса металлизации, в этом случае, состоит в следующем: две электродные проволоки 1 и 2, присоединенные к источнику тока, подаются механизмом 3 со скоростью 2,5-3,5 м/мин и, выходя из наконечников 6, пересекаются с образованием электрической дуги и расплавлением концов проволок.

Расплавленный металл струей сжатого воздуха, выходящего из сопла 7 под давлением 0,4-0,7 МПа, распыляется на мельчайшие частицы, которые, передвигаясь со скоростью 75-200 м/с, наносятся на поверхность детали 4, образуя напыленный слой 5. В зависимости от режима и состава напыляемого металла размеры его частиц равны от 0,01 до 0,2-0,3 мм. Из рис. 5.29 видно, что скорость струи сжатого воздуха (кривая I) быстро снижается при увеличении расстояния от сопла и на удалении 200-300 мм становится меньше скорости частиц расплавленного металла (кривая II), которые движутся по инерции. Поэтому нормальным расстоянием от сопла до напыляемой поверхности считается расстояние 75-150 мм, где скорость частиц максимальная и, следовательно, создаются условия для получения более высокого качества напыляемого слоя [7].

При подготовке поверхности и к металлизации необходимо: очистить деталь от загрязнений, масел, влаги, ржавчины; произвести предварительную механическую обработку поверхности для увеличения её шероховатости; изолировать места, не подлежащие металлизации. Увеличение шероховатости поверхности может быть произведено, например, наклепом.

Нанесение покрытий при электродуговой металлизации производится с помощью стационарных и ручных металлизаторов. К стационарным аппаратам относятся ЭМ-6, ЭМ-12, МЭС-1 и др., а к ручным – ЭМ-3 и ЭМ-9. Металлизация тел вращения: деталь закрепляется в патроне токарного станка, а металлизатор устанавливается на суппорте. Металлизация плоских поверхностей производится вручную в специальной кабине.

Диаметр проволоки при электродуговой металлизации равен 1-1,5 мм, ток 90-150 А, напряжение 25-30 В.

Окружная скорость детали в зависимости от её диаметра:

Диаметр детали, мм.....25-75 75-100 100-150 200-300 250-350

Окружная скорость детали, м/мин. 11 12 13 14 15

Скорость подачи проволоки равна 0,6-1,5 м/мин, и она влияет на качество покрытия, так как при меньшей её величине дуга горит с переборами и не обеспечивается равномерность покрытия, а при большей скорости подачи не происходит полное расплавление металла, [11].

По окончании процесса металлизации деталь медленно охлаждается до окружающей температуры. Напыленные поверхности стальных деталей, работающих на трение, рекомендуется пропитывать горячим машинным маслом. В зависимости от толщины нанесенного слоя и условий работы деталей их выдерживают в ванне с маслом подогретым до 100-110°C продолжительностью от 30 мин до 10 ч.

Механическая обработка напыленных поверхностей состоит в точении или шлифовании.

Преимущества электродуговой металлизации: высокая производительность процесса (от 3 до 14 кг напыленного металла в 1ч), использование достаточно простого оборудования.

Недостатки электродуговой металлизации: значительное выгорание легирующих элементов, окисление напыляемого металла, низкие механические свойства напыленного слоя, большие потери металла при напылении.

Высокочастотная металлизация заключается в расплавлении присадочной проволоки с помощью индуктора, питаемого ламповым генератором, током высокой частоты (200-300 кГц). Этот вид металлизации по сравнению с электродуговым, имеет следующие преимущества: в 3-6 раз уменьшается выгорание легирующих элементов проволоки, уменьшается пористость покрытия, увеличивается производительность процесса вследствие использования присадочной проволоки большего диаметра (3-6мм), снижается приблизительно в 2 раза удельный расход электроэнергии. В качестве недостатка отмечается использование более сложного оборудования [8].

Газовая металлизация состоит в расплавлении проволоки напыляемого металла ацетилено-кислородным пламенем и распылением его сжатым воздухом или инертным газом. Процесс характеризуется следующими параметрами: расход сжатого воздуха – 0,6-0,8 м³/мин при давлении 0,3-0,5 МПа; расход ацетилена – 240-850 л/ч при давлении 0,004-0,06 МПа; расход кислорода 600-2100 л/ч при давлении 0,2-0,7 МПа; скорость подачи проволоки в распылительную головку 4,5-6,0 м/мин. Для подачи проволоки применяется специальный механизм, установленный в газометаллизаторе [7].

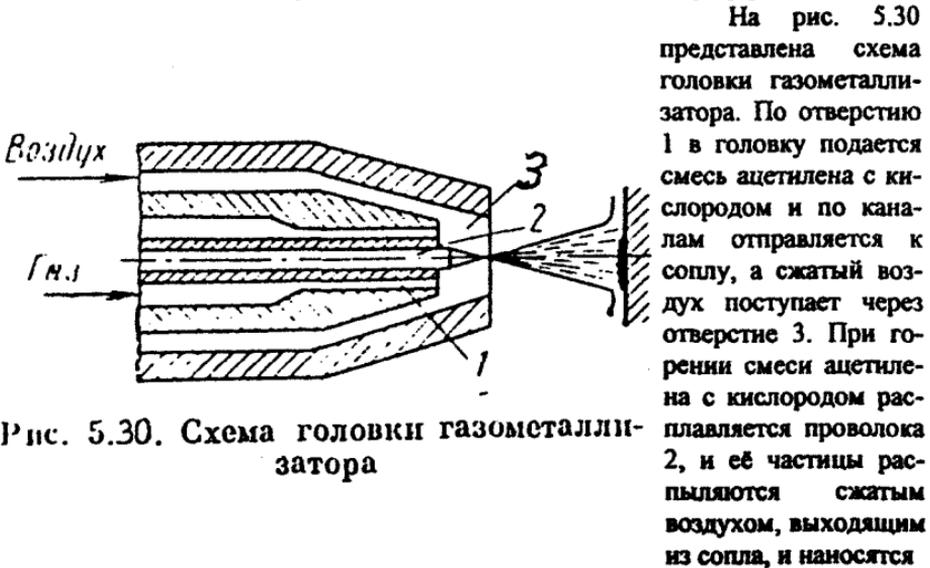


Рис. 5.30. Схема головки газометаллизатора

На рис. 5.30 представлена схема головки газометаллизатора. По отверстию 1 в головку подается смесь ацетилена с кислородом и по каналам отправляется к соплу, а сжатый воздух поступает через отверстие 3. При горении смеси ацетилена с кислородом расплавляется проволока 2, и её частицы распыляются сжатым воздухом, выходящим из сопла, и наносятся

на поверхность детали.

Рекомендуется, чтобы расстояние от сопла до детали было 100-150 мм [7]. Выпускаемые металлзаторы инжекционного типа применяются для работ вручную и на станках.

Качество покрытий при газовой металлизации высокое из-за значительно меньшего выгорания легирующих элементов и содержания окислов в напыленном слое по сравнению с электродуговой металлизацией.

Недостатки газовой металлизации: необходимость наличия горючего газа, более высокая стоимость покрытия, чем электродуговой металлизации.

Газовая металлизация получила широкое применение при напылении тугоплавких металлов и сплавов как, например, титана.

Плазменно-дуговая металлизация является перспективным способом напыления металлов, позволяющим получать покрытия из тугоплавких и износостойких материалов, а также твердых сплавов. Способ основан на способности преобразования газов при определенных условиях в состоянии плазмы. Газ, в сильно ионизированном состоянии, под воздействием температуры, электрического и высококачественного разряда, γ -излучения и детонации называется плазмой.

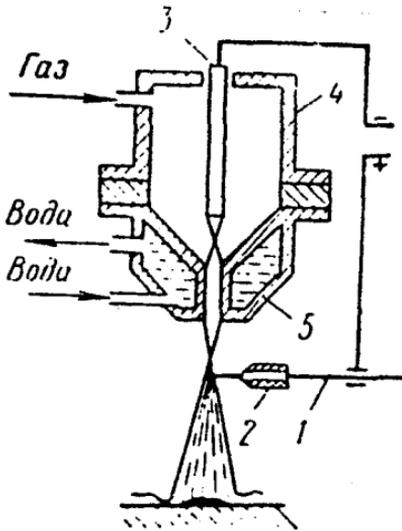


Рис. 5.31

Схема плазменной металлизации:

1- расплавляемая проволока; 2- наконечник для проволоки; 3- вольфрамовый электрод; 4- горелка; 5- сопло.

Плазма образуется при прохождении плазмообразующего газа через дуговой разряд, создаваемый между двумя электродами. Вследствие высокой электрической проводимости вокруг плазмы создается магнитное поле, заставляющее сжиматься частицы плазмы и двигаться узким пучком.

В качестве плазмообразующего газа применяется аргон, азот и реже гелий, водород или их смеси. Температура плазменной струи достигает от 10000 до 30000°C, при этом аргонная плазма имеет более высокую температуру от 15000 до 30000°C. Однако, азотная плазма обладает более высокой тепловой энергией. Напыляемые материалы представляют собой гранулированный порошок или проволоку. Плазменная металлизация проводится в специальных установках плазмотронах или плазменных головках. На рис. 5.31 дана принципиальная схема уста-

новки для плазменной металлизации. Плазмотрон состоит из катода 3 и анода (сопла) 5, охлаждаемого водой. Катод изготовлен из вольфрама, анод - из меди. Дуговой разряд, создаваемый между катодом и анодом ионизирует газ, подаваемый в горелку 4 и выходящий из сопла 5 в виде плазменной струи небольшого сечения. Напыляемый материал 1 непрерывно подается в зону плазменной струи, где он расплавляется и увлекается с высокой скоростью, достигающей 9000 м/с, на напыляемую поверхность детали.

Схема включения электрической цепи создает различные виды плазменной дуги: закрытая, открытая и комбинированная (рис. 5.32).

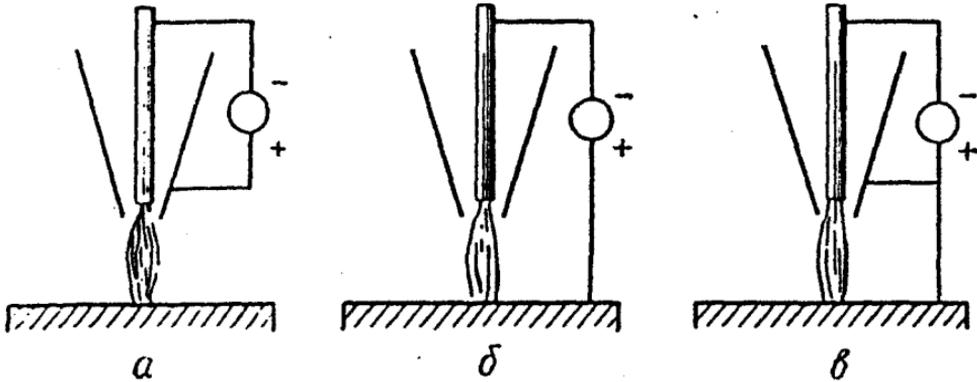


Рис. 5.32. Электрические схемы плазменно-дуговых установок
а — закрытая; б — открытая; в — комбинированная

При закрытой плазменной дуге деталь в цепь источника тока не включается и температура на поверхности детали не превышает температуру плавления металла, т.е. поверхностный - твердый. Источниками постоянного тока обычно являются преобразователи ПС-500. Расстояние от сопла до детали составляет 80-120 мм.

Для плазменной металлизации применяются универсальные плазменные установки УПУ-3 и УПУ-4, а также универсальные плазменно-металлические установки УМП-4 и УМП-5 [8].

Плазменное напыление характеризуется производительным процессом, обеспечивающим достаточно прочное сцепление напыленного слоя с металлом детали. Оно обычно применяется для напыления тугоплавких металлов и их соединений: вольфрама, окиси алюминия, карбидов, боридов и цветных сплавов. Защита напыляемых металлов от окисления обеспечивается использованием плазмообразующих нейтральных газов. В качестве основного недостатка отмечается высокая хрупкость напыленного слоя.

Значительное повышение свойств плазменного покрытия может быть достигнуто охлаждением его после нанесения плазменной струей, ацетилено-

кислородным пламенем или токами высокой частоты. При этом износостойкость покрытий из сплава ПГ-ХН80СР3 стали 45, закаленной до твердости HRC 54-58 повышается в 2-3 раза. Прочность сцепления покрытия со сталью при оплавлении повышается в 8-10 раз и составляет 400-450 МПа. Поэтому этот способ восстановления может применяться для деталей, работающих со знакопеременной нагрузкой [8].

Другими способами повышения сцепления напыляемого покрытия с основным металлом являются: нарезание рваной резьбы, нарезание круглой резьбы с обкаткой, накатывание поверхности накатниками, обдувка стальной или чугунной дробью, нанесение на поверхность частиц металла электросваркой, анодно-механическая обработка, насечка зубилом, нарезка круговых канавок, намотка проволоки и т.д. Однако, эти способы, кроме обдувки дробью и накатки, снижают усталостную прочность при циклических нагрузках [7].

При проведении металлизации необходимо защищать участки деталей, не подвергаемых напылению с помощью накладок из картона, бумаги, жести, пробок и др. Интервал времени между подготовкой поверхности и процессом напыления не должен быть более двух часов во избежание окисления поверхности и снижения прочности сцепления.

Коэффициенты теплового расширения напыляемого и основного металла детали, по возможности, должны быть близкими по величине. Из-за усадки при охлаждении напыленного слоя, нанесенного на внутренние цилиндрические поверхности, остаточные напряжения приводят к образованию трещин и отслаиванию покрытий. При этом с увеличением толщины покрытия напряжения возрастают. Для устранения появления трещин и повышения прочности сцепления рекомендуется: последовательное нанесение покрытий слоями толщиной 0,05-0,1мм с охлаждением каждого слоя, использование в качестве напыляемого материала сталей с содержанием углерода до 0,7 %, предварительный нагрев напыляемой поверхности до 270-370°C, применение вместо воздуха инертного газа, проведение термической обработки после металлизации, нанесение подслоя из легкоплавных металлов и сталей.

Металлизация внутренних цилиндрических поверхностей производится с предварительным подогревом их до температуры 100-150°C для уменьшения остаточных напряжений и улучшения сцепления покрытия с поверхностью детали.

По окончании металлизации производится механическая и термическая обработка детали с целью получения необходимых размеров, чистоты и качества поверхности.

Более прочное сцепление покрытия с поверхностью детали достигается при толщине покрытия после окончательной механической обработки не менее 0,6мм при диаметре детали до 25мм и 0,95-1,0мм при большем диаметре.

Невысокие механические свойства слоя при напылении обуславливают необходимость проведения механической обработки после полного остыва-

ния детали на пониженных режимах и использования специального заточенного режущего инструмента.

Преимуществами процесса металлизации являются: высокая производительность и экономичность; повышение твердости покрытия (для стали на 30-40%) по сравнению с исходной твердостью напыляемого металла; получение покрытия толщиной до 10-15мм; ведение процесса без нагрева детали, в результате чего представляется возможным напылять металл на поверхности пластмасс, дерева, картона и других материалов; повышенная износостойкость покрытий при жидкостном трении из-за впитывания смазочной жидкости в пористый напыленный слой.

Недостатки металлизации: невысокая прочность сцепления напыленного слоя с металлом; неоднородность покрытия, ввиду значительного наличия окислов; низкая износостойкость покрытия при плохой смазке, приводящая к выкрашиванию покрытия; снижение усталостной прочности детали до 50%, зависящее от вида подготовки напыляемой поверхности.

Металлизация служит для восстановления плоских, цилиндрических (внутренних и наружных) поверхностей, создания антифрикционных и коррозионностойких покрытий, а также для восстановления неподвижных посадок.

Получение обратных пар в узлах трения при металлизации достигается, например, нанесением покрытия на шейку вала из более мягкого антифрикционного металла и использования стального подшипника. При этом износ, а следовательно, и величина зазора снижается вследствие распределения износа по всей поверхности покрытия вала [7].

5.7 Ремонт деталей электролитическими и химическими покрытиями.

При ремонте процесс электролитического осаждения применяется для восстановления деталей при сравнительно малом износе, для защиты деталей от коррозии и декоративного покрытия. При этом наибольшее распространение получили хромирование и осталивание, а меньшее – меднение, никелирование и цинкование.

Процесс гальванического наращивания не влияет на структуру и свойства основного металла детали из-за низкой температуры нагрева не превышающей 70-90°C. Твердость покрытия может достигать 50-70НВ для цинковых и 1200НВ для хромовых покрытий.

Гальваническое наращивание представляет собой нанесение металла на поверхность детали при электролизе, происходящего под действием постоянного электрического тока на электролит через проводники электроды. Положительно заряженные ионы (катионы) движутся к катоду, а отрицательно заряженные ионы (анионы) к аноду (рис. 5.33). При достижении ионами электродов образуются нейтральные атомы. При этом катодом является ремонтируемая деталь. На катоде осаждаются ионы металла и водород, а на

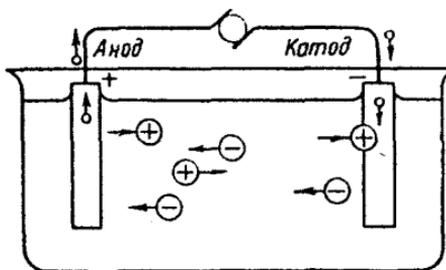


Рис. 5.33. Схема процесса электролиза

аноде – кислотные и водные остатки. При электролизе применяются растворимые аноды из железа Армко, меди и никеля и нерастворимые – из свинца, платины и других металлов в зависимости от вида процесса. В случае использования нерастворимых анодов в электролит необходимо непрерывно вводить вещества, содержащие ионы наращиваемого металла.

Теоретически количество вещества, осаждающегося на катоде, определяется по закону Фарадея формулой:

$$G_T = C I T, \quad (5.15)$$

где G_T - количество вещества, выделяющегося на катоде, г; C - электрохимический эквивалент, г/(Ач); I - сила тока, А; T - время прохождения тока через электролит, ч.

В действительности, масса вещества, осаждающегося на катоде G_ϕ , меньше теоретической G_T , так как часть энергии расходуется на одновременно протекающие при электролизе другие процессы.

Выделение водорода на катоде снижает качество покрытия, придавая ему хрупкость и также увеличивает длительность процесса электролиза из-за дополнительной затраты электрической энергии. Эффективность процесса характеризуется коэффициентом полезного действия ванны, называемого выходом по току и определяемого по формуле:

$$\alpha = \frac{G_\phi}{G_T} 100\%, \quad (5.16)$$

Эта величина при хромировании равна 12-18%, а для других процессов гальванического наращивания достигает 60-80%.

Средняя толщина металла, осажденного на катоде, определяется формулой

$$h = \frac{C D_K T \alpha}{1000 \rho}, \quad (5.17)$$

где h - средняя толщина слоя, мм; $D_K = \frac{I}{F}$ - плотность тока, А/дм²; F - площадь, покрываемой поверхности детали, дм²; T - время, ч; α - выход по току, %; ρ - плотность осаждаемого металла, г/см³.

Электрохимические эквиваленты некоторых металлов и выход по току в кислых электролитах приведены в табл.5.7 [7].

Таблица 5.7

Металл	Ионы	Электрохимический эквивалент, г/(А*ч)	Плотность металла, г/см ³	Толщина осадка на 1 А*ч, мКм		Выход по току, %
				теоретическая	практическая	
Хром	Cr ⁺⁺⁺	0,323	7,1	4,96	0,6	13-18
Железо	Fe ⁺⁺	1,043	7,8	13,34	13,0	85-95
Никель	Ni ⁺⁺	1,095	3,8	12,44	10,6	90
Медь	Cu ⁺⁺	1,186	3,9	13,33	13,0	98
Цинк	Zn ⁺⁺	1,220	7,0	17,43	16,0	92

Оборудование для гальванического наращивания состоит из: источника постоянного тока, ванны с химически стойкими облицовками, специальных контактных и подвесных приспособлений, нагревательных устройств, бортовой вентиляционной установки (рис. 5.34).

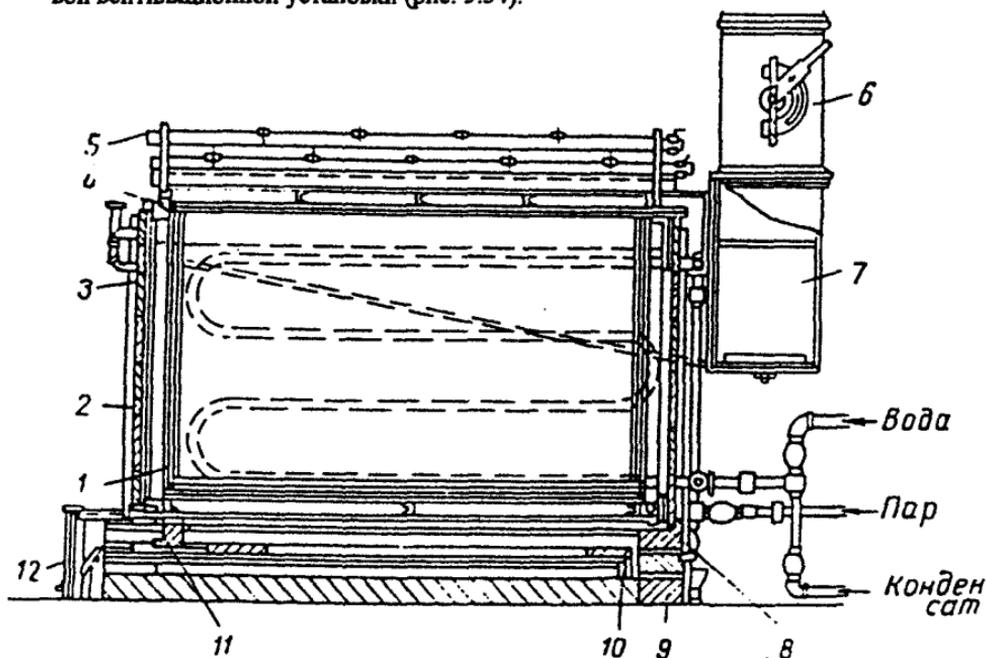


Рис. 5.34. Схема ванны для гальванического наращивания.

1 - ванна; 2 - кожух масляной рубашки; 3 - теплоизоляция; 4 - поперечный угольник; 5 - устройство для крепления анодов; 6 - камера регулирования отсоса; 7 - вентиляционный кожух; 8 - прокладка; 9 - фундамент; 10 - электронагреватель; 11 - экран; 12 - передний щиток.

Источниками постоянного тока служат генераторы, селеновые и медно-кислые выпрямители напряжением 6-12В и силой тока 250-5000А.

Основные требования к процессам гальванического покрытия: получение мелкокристаллического равномерного осадка необходимой толщины с минимальной хрупкостью, сплошностью, достаточной твердостью и прочностью сцепления с основным металлом.

Качество покрытия определяется тщательностью предварительной подготовки поверхности детали, составом электролита, его температурой, кислотностью, плотностью тока и расположением детали и анода в гальванической ванне.

Равномерность покрытия зависит от рассеивающей способности электролита, под которой понимается его свойство обеспечивать равномерные по толщине покрытия на катодах сложной формы с поверхностями, находящимися на различных расстояниях от анода. Рассеивающая способность электролита (в %) определяется по формуле [8]:

$$P = \frac{(K - K_1) 100}{K}, \quad (5.18)$$

где K – отношение расстояний катодов от анодов; K_1 – коэффициент распределения масс металла, т.е. отношение масс металла, отложившихся на ближнем и дальнем катодах.

Ввиду невозможности получения равномерных по толщине покрытий на выступах и кромках деталей из-за неодинаковой плотности тока и, следовательно, различной рассеивающей способности электролита существуют следующие способы снижения её: расположение, по возможности, катодов на одинаковом расстоянии от анода (рис. 5.35, а); использование дополнительных (защитных) катодов (экранов), принимающих на себя часть тока и устраняющих создание на выступах детали увеличенной толщины покрытия (рис. 5.35, б); увеличение расстояния между деталью и анодом.

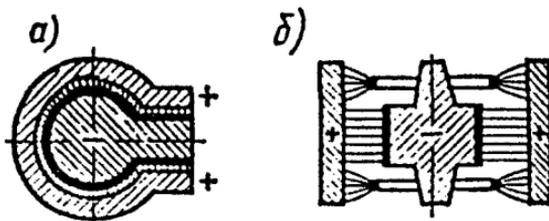


Рис. 5.35 (а, б)

Вид покрытия и форма детали определяет собой материал и форму анода, которая для получения равномерного покрытия должна соответствовать форме детали.

Для ремонта изношенных поверхностей деталей наибольшее распространение получили электролитическое хромирование, осталивание, меднение и твердое никелирование.

5.7.1. Хромирование.

Электролитическое хромирование применяется с целью восстановления размеров изношенных деталей, получения антикоррозионных и декоративных покрытий. Хромовые покрытия характеризуются высокой твердостью, износостойкостью, превосходящей в 2-3 раза износостойкость закаленной стали 45, высокой сцепляемостью со многими металлами, высоким пределом текучести, а также повышенной кислотостойкостью и теплостойкостью. Прочность сцепления на сдвиг, например, с тщательно подготовленной поверхностью стали, чугуна, меди и латуни достигает 30 кгс/мм^2 . Низкая прочность сцепления хрома с поверхностями высокоуглеродистых сталей, сталей с высоким содержанием вольфрама и кобальта, высококремнистых чугунов служит препятствием для их хромирования.

В качестве недостатков при хромировании являются: ограничение толщины покрытия (до 0,3 мм) из-за резкого снижения прочности сцепления в связи с увеличением остаточных напряжений. Так, например, увеличение толщины покрытия от 0,1 до 0,5 мм приводит к снижению предела прочности сцепления в 2-3 раза.

Кроме указанных недостатков необходимо отметить снижение усталостной прочности материала детали вследствие влияния остаточных напряжений. Усталостная прочность особенно снижается при увеличении толщины покрытия, достигая 25-40%. Применение высокотемпературного отпуска и наклепа поверхности до хромирования позволяет повысить усталостную прочность созданием напряжений сжатия противоположных по знаку напряжениям в покрытии.

Хромирование состоит из подготовительных операций, процесса хромирования и заключительных операций.

Подготовительные операции включают: предварительную механическую обработку изношенной поверхности детали шлифованием или полированием для получения правильной геометрической формы с учетом припуска на хромирование; очистку детали от окислов с помощью шлифовальной шкурки и предварительное обезжиривание промывкой в растворителях (дихлорэтане, уайт-спирите, бензине и др.); подвеску детали для правильного её расположения относительно анода и соединения с токоподводящими шинами; изоляцию мест, не подлежащих хромированию, покрытием смесью из цапон-лака с нитроземалью в соотношении 1:2 или пленками из перхлорвинилового пластика толщиной 0,3-0,5 мм или клея БФ и др.; окончательное обезжиривание детали с удалением тончайшей жировой пленки для устранения изоляции поверхности от электролита, при этом наиболее эффективный результат достигается с помощью электрохимического способа и подвеской детали на катоде в электролите, состоящем из едкого натра - 10%, кальцинированной соды - 2,5% и эмульгатора ОП-7 - 2-5% при температуре раствора 70-80°C, плотности тока 5-10 дм^2 и длительности 1-2 мин; анодное декапирование для удаления с поверхности детали тончайших пленок окислов произ-

водится погружением детали с подвеской в ванну для хромирования предварительно прогретую без тока в течение 1-2 мин и включением тока обратной полярности, т.е. анодом является деталь при этом происходит электролитическое растворение металла с одновременным механическим отрывом окислов выделяющимся кислородом. Анодная обработка проводится в течение 30-45с и плотности тока 30-35 А/дм². После этого изменяют полярность, переключая деталь на катод и нанося покрытие.

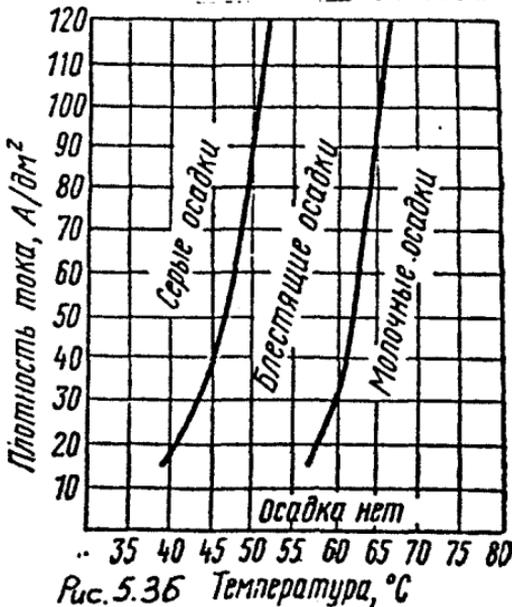
Хромирование производится в электролите, представляющим собой водный раствор хромового ангидрида (CrO₃) с добавкой серной кислоты, являющейся катализатором и способствующем осаждению хрома. Соотношение концентрации хромового ангидрида и серной кислоты находится в пределах от 90 до 120 для обеспечения наибольшего выхода по току хрома. В качестве анодов применяются нерастворимые аноды, содержащие 95% свинца и 5% сурьмы.

Составы электролитов различаются по составу в зависимости от назначения покрытия (табл. 5.8) [8].

Таблица 5.8

Наименование показателей и компонентов	Электролиты		
	№1	№2	№3
Хромовой ангидрид, г/л	120-150	200-250	300-350
Серная кислота, г/л	1,2-1,5	2,0-2,5	3,5
Плотность тока, А/дм ²	40-100	20-60	10-30
Температура, °С	50-65	45-55	40-50

Электролит №1 предназначен для получения наиболее высокой износостойкости покрытия и характеризуется относительно высоким выходом хрома по току (10-12%), а также лучшей рассеивающей способностью.



Электролит №2 называется универсальным и, занимая промежуточное положение по своим показателям, предназначен для получения износостойких покрытий с хорошими защитно-декоративными свойствами.

Плотность тока и температура электролита одного и того же состава определяют собой получение покрытий следующих трех видов: серых (матовых) блестящих и молочных, приведенных на рис. 5.36 для ванны с содержанием хромового ангидрида CrO₃ 250 г/дм³. Свойства покрытий: серые - высокая твердость, повышенная хрупкость и пониженная износ-

Рис. 5.36 Температура, °С

стойкость; блестящие – большая твердость, меньшая хрупкость, хорошая износостойкость при умеренных нагрузках; молочные – достаточная пластичность, меньшая твердость и предназначены для работы при знакопеременных и ударных нагрузках.

Серые покрытия при восстановлении деталей не применяются.

Влияние режимов хромирования на вид и свойства осадка хрома приведены в табл. 5.9 [7].

Таблица 5.9

Режим хромирования		осадок	Толщина слоя хрома, мм	Механические свойства хромового покрытия	
Температура электролита, °С	Плотность тока, А/дм ²			Прочность покрытия при сдвиге, кгс/мм ²	Прочность сцепления с основным металлом при сдвиге, кгс/мм ²
65	25	Молочный	0,1	50,5	30
			0,3	27,6	—
			0,5	16,3	—
55	35	Блестящий	0,1	62,5	30
			0,3	39,8	—
			0,5	30,8	—
45	40	Серый	0,1	60,0	30
			0,3	36,6	—
			0,5	25,7	—

Хромовые покрытия характеризуются наиболее высокими показателями при толщине слоя менее 0,25мм.

При работе детали в условиях статических удельных нагрузок $q \leq 80$ кгс/мм² рекомендуется толщина слоя 0,11-0,13мм и матовоблестящее покрытие.

В случаях динамического нагружения при $q \leq 5$ кгс/мм² толщина слоя – 0,05-0,11 мм, а при $q \leq 20$ кгс/мм² – 0,03-0,05 мм, цвет покрытия молочный или молочно-блестящий.

Результатом электролиза является также осаждение водорода на катоде, образующего химическое соединение с металлом покрытия или же механическое проникновение его в осадок на катоде. Наличие водорода в покрытии снижает его физико-механические показатели из-за возникновения внутренних напряжений и появления водородной хрупкости.

Заключительные операции по окончании хромирования: промывка детали вместе с подвеской в ванне с дистиллированной водой для сбора дорогостоящего хромового ангидрида; промывка в холодной проточной воде; погружение на 0,5-1 мин в ванну с 3-5% раствором кальцинированной соды для

нейтрализации электролита; промывка в теплой проточной воде. Далее проводится демонтаж деталей с приспособления, снятие изоляции и последующая сушка детали в сушильном шкафу при температуре 120-130°C. Для удаления водорода из покрытия может проводиться тепловая обработка деталей с помощью нагрева в масляной ванне до температуры 150-220°C и выдержке в течение 1,5-2,0 часа. В завершение хромированные поверхности подвергаются шлифованию электрокорундовыми кругами с зернистостью 60-120 и твердостью М1-М3 и припуском на шлифование 0,08-0,1 мм. Декоративные хромовые покрытия полируются с применением паст ГОИ.

Ванны для хромирования имеют внутренние стороны, покрытые кислотоупорным материалом (винилпластом, эпоксидной смолой и др.), мощный бортовой отсос для удаления вредных паров, встроенный подогреватель и терморегулятор для поддержания определенной температуры электролита. Снаружи ванна покрывается кожухом с теплоизоляцией. В качестве источника тока применяются низковольтные (6-12В) генераторы с силой тока 250-1500А или же выпрямители.

Пористое хромирование применяется для повышения износостойкости покрытия путем создания в нем пор или каналов для получения в покрытии большой маслосъемности. Последнее имеет преимущество при работе в условиях недостаточной смазки. Пористость образуется электролитическим способом путем дополнительной анодной обработки покрытия. Анодная обработка или дехромирование производится в той же ванне, где проводилось хромирование, переключением полярности тока, т.е. деталь становится анодом, а свинцовые пластины катодом.

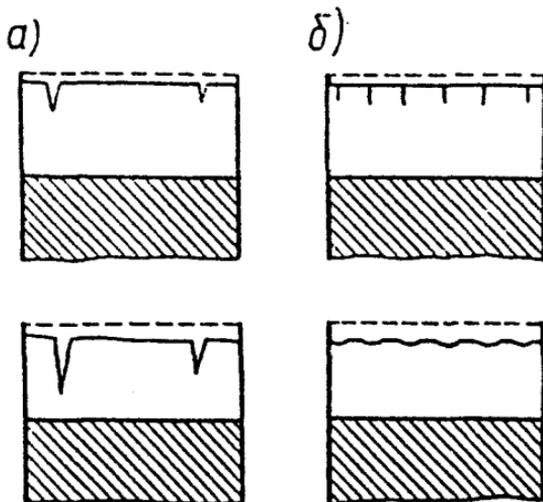


Рис. 5.37

Продолжительность дехромирования 5-10 мин. При этом происходит растворение хрома, протекающее наиболее интенсивно по границам первичных микротрещин с образованием пор канальчатого или точечного типа. Вид пористости определяется режимом анодной обработки, который для получения точечной пористости рекомендуется в пределах: температура 50-52°C, плотность тока 45-55 А/дм²; для канальчатой пористости температура 60°C и плотность тока 55-60 А/дм². На рис. 5.37 представлена схема формирования каналь-

чатого (а) и точечного (б) пористого хрома.

Канальчатый хром образуется при анодной обработке молочных и молочно-блестящих покрытий, а точечный хром при обработке серо-блестящих покрытий.

Достоинством точечной пористости является большая маслосъемкость, быстрая прирабатываемость и применяется для деталей работающих в особо-тяжелых условиях. Недостатком же точечной пористости является более низкая износостойкость сравнительно с канальчатой пористостью. Канальчатый хром применяется для покрытия поверхности гильз цилиндров, а точечный — поршневых колец двигателей.

Хромирование в саморегулирующемся электролите обусловлено постепенным обеднением электролита хромом при осаждении его на деталях. Поэтому изменяется соотношение между хромовым ангидридом и серной кислотой, что приводит к нарушению нормальной работы ванны и снижению производительности процесса из-за малых значений выхода по току. Для обеспечения нормального хода процесса требуется частая корректировка состава электролита.

Устранение указанных недостатков достигается использованием при хромировании саморегулирующихся электролитов. В электролит вначале вводится хромовый ангидрид в количестве 250-300 г/л, соли сульфата стронция (Sr SO_4) — 5-6 г/л и кремнефтористого калия ($\text{K}_2 \text{SiF}_6$) — 18-20г/л. Однако, при определенной температуре в электролите растворяются лишь те количества Sr SO_4 и $\text{K}_2 \text{SiF}_6$, которые требуются для нормального протекания процесса хромирования, а избыток их осаждается на дне ванны. Снижение количества хромового ангидрида ниже допустимого предела (200 г/л) автоматически приводит к снижению содержания Sr SO_4 и $\text{K}_2 \text{SiF}_6$ в электролите. Введение же дополнительного количества CrO_3 автоматически вызывает растворение солей стронция и кремнефтористого калия, находящихся в осадке на дне ванны, т.е. саморегулирование состава электролита. Технические показатели при этом составляют: плотность тока 50-100 А/дм², температура электролита 50-70°C, напряжение 12 В. Преимуществами саморегулирующихся электролитов являются: автоматическая корректировка состава, повышенная скорость хромирования (40-90мКм/ч) из-за более высокого выхода по току (18-20%), относительно высокая рассеивающая способность электролита (17-20%), высокая твердость покрытия (9,5-10,0 ГПа). В качестве основного недостатка отмечается повышенная агрессивность электролита.

Хромирование струйное и в проточном электролите производится с целью лучшего перемешивания его в межэлектродном пространстве, постоянного обновления состава, повышения проводимости электролита, быстрого отвода газов, уменьшения степени насыщения деталей водородом и улучшения качества хромирования.

При анодно-струйном хромировании достигается наиболее интенсивное перемешивание электролита, вводимого через прорези или отверстия в аноде. В этом случае снижаются остаточные напряжения, возрастает твер-

дость и равномерность покрытия, а также прочность сцепления покрытия с поверхностью детали.

Периодическое изменение направления тока или реверсирование осуществляется путем перемены полярности для получения лучшего качества покрытия и увеличения интенсивности процесса почти в два раза. При этом покрытие имеет более совершенную мелкокристаллическую структуру, равномерное распределение хрома по поверхности из-за частичного удаления газов из осадка при электролизе, уменьшение шероховатости поверхности на 1-2 класса, возможность получения пористого или гладкого хрома. Реверсивное хромирование характеризуется следующим режимом: плотность тока 60-150 А/дм², температура 45-60°C, продолжительность каждого катодного цикла 10-15 мин, анодного 10-15 с.

Увеличение анодного цикла до 15-20 с приводит к появлению более густой сетки трещин; при дальнейшем увеличении цикла ухудшается структура пористого хрома.

Электролитическое хромирование имеет следующие преимущества: высокая прочность сцепления покрытия с металлом детали; высокая износостойкость, а также химическая и тепловая стойкость.

Недостатки: длительность, сложность и трудоемкость процесса из-за необходимости проведения вспомогательных операций; ограничения толщины покрытия; низкий выход по току; высокая стоимость.

Хромирование используется для восстановления изношенных поверхностей штоков и цилиндрических втулок насосов, гнезд подшипников, гильз цилиндров двигателей, шеек валов и др.

Однако следует принимать во внимание, что восстановление изношенных поверхностей хромированием применяется при необходимости нанесения покрытий толщиной в долях миллиметра или же для увеличения износостойкости трущихся поверхностей.

5.7.2. Осталивание.

Осталивание представляет процесс электролитического осаждения железа на поверхности ремонтируемой детали. Процесс получил свое название в связи с тем, что прочность и твердость осадка приближается к подобным свойствам среднеуглеродистой стали. Осталивание значительно производительнее и экономичнее хромирования. Основные показатели процесса: скорость осаждения металла – 0,3-0,5 мм/ч, выход по току – 85-90%, сцепляемость покрытия с поверхностью стальной детали – 400-450 МПа. Видно, что эти показатели в 5-6 раз выше, чем при хромировании. В качестве основного недостатка осталивания является снижение усталостной прочности стальных деталей до 30 % из-за наличия внутренних растягивающих напряжений в покрытии. Однако, это снижение усталостной прочности несколько ниже по сравнению с хромированием.

Высокие показатели сцепляемости покрытий с поверхностями стальных, медных и чугунных деталей обуславливают надежную работу восстанавливаемых деталей при высоких нагрузках.

Осталивание применяют в основном для наращивания изношенных поверхностей под неподвижные посадки и реже для восстановления подвижных посадок. В последнем случае осадки используются в качестве подслоя при хромировании или же применяются режимы, позволяющие получить покрытия высокой твердости. Максимальная толщина покрытия при осталивании достигает 2-3мм, однако, после окончательной обработки она составляет 0,2-0,3мм.

В качестве анодов используются малоуглеродистые стали 08 или 10 с площадью, превосходящей площадь катодов в два раза. При растворении анодов образуется шлам, загрязняющий электролит. Для устранения загрязнения аноды помещаются в чехлы из шерсти или стеклоткани.

При осталивании используются несколько типов электролитов, а именно, хлористые, серноокислые, борфтористоводородные, хлористоаммониевые на основе солей железа. Электролиты могут быть холодными и горячими. Наибольшее распространение получили горячие хлористые электролиты, имеющие температуру свыше 50°C и которые в зависимости от содержания хлористого железа могут быть высококонцентрированные, среднеконцентрированные и малоконцентрированные. Составы этих электролитов и режимы осталивания приведены в таблице 5.10 [7].

Таблица 5.10

Компоненты и показатели процесса	Содержание компонентов (в г/л) в зависимости от типа электролита		
	Высококонцентрированный	Среднеконцентрированный	Малоконцентрированный
Хлористое железо	680	450-500	200
Хлористый натрий	—	100	100
Хлористый марганец	—	10	10
Соляная кислота	8,8-1,5	0,5-0,8	0,5-0,8
Плотность тока, А/дм ²	10-20	40-50	20-40
Температура электролита, °С	95-100	60-80	60-80
Толщина слоя, мм	3-5	2-3	до 1,5
Твердость покрытия, НВ	120-150	500-550	600-650

Технология приготовления электролита заключается в приготовлении хлористого железа из очищенной и обезжиренной стружки малоуглеродистой стали посредством травления её в растворе соляной кислоты с дистиллированной или кипяченой водой (50% от объема кислоты) и подогревом до температуры 30-40°C. Окончание процесса травления достигается после пре-

крашения выделения пузырьков водорода. Далее в раствор добавляется необходимое количество остальных солей, и после отстаивания в течение 12-18 часов раствор фильтруется и корректируется до доведения кислотности и содержания железа до рекомендуемых величин.

Хлористый натрий при содержании в электролите до 100 г/л позволяет снизить необходимое напряжение, уменьшить испарение, повысить твердость покрытия и увеличить выход по току.

Хлористый марганец приводит к увеличению силы сцепления покрытия со сталью и чугуном в три раза.

Влияние кислоты при изменении её в пределах 0,4-1,5 г/л незначительно отражается на свойствах покрытия, т.е. выхода по току, приводя к облегчению процесса осталивания и исключению брака при колебаниях кислотности.

Однако при электролизе концентрация соляной кислоты в электролите снижается, в связи с чем, необходимо периодически контролировать её содержание в электролите и при необходимости добавлять концентрированную кислоту.

Для подготовки поверхности детали к осталиванию проводится механическая обработка (токарная или шлифование), улучшающая сцепление покрытия с основным металлом, обезжиривание и анодное травление.

Режим обезжиривания: плотность тока $(2-3) \times 10 \text{ А/м}^2$, температура 70-80°C, время 5-6 мин в электролите, состоящем из 1 литра воды, 20г едкого натра Na OH, 25г соды углекислой или кальцинированной $\text{Na}_2 \text{CO}_3$, 25г тринатрийфосфата $\text{Na}_3 \text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и 5г растворимого стекла $\text{N}_2 \text{SiO}_3$.

По окончании обезжиривания производится промывка деталей в горячей воде, вторичное обезжиривание венской известью и промывка в проточной холодной воде.

Далее производится анодное травление или декапирование для очистки поверхностей деталей от окисных пленок. При этом применяется электролит, содержащий 360-400 г/л серной кислоты $\text{H}_2 \text{SO}_4$, 10-20 г/л сернокислого железа $\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ при температуре 15-20°C, плотности тока $(2,5-3,0) \times 10^3 \text{ А/м}^2$ в течение 1-2 мин [13]. В качестве катода используется свинец или нержавеющая сталь.

Травление может проводиться в 5-7% растворе соляной кислоты, т.е. без применения анодного травления.

По окончании декапирования детали промываются в горячей воде и затем они помещаются в ванну с электролитом и выдерживаются 0,5-2,0 мин. После чего, включается ток силой 10-25% от расчетного, который в течение 5-20 мин доводится до расчетной величины и таким образом ведется процесс осталивания. Дополнительная анодная обработка в 25 %-ном растворе серной кислоты приводит к образованию пористого покрытия.

Свойства покрытий зависят от содержания хлористого железа в электролите, режима электролиза – температуры электролита и катодной плотности тока. Так при низкой концентрации хлористого железа ($200-220 \text{ г/дм}^3$) об-

разуются покрытия высокой твердости и небольшой толщины (до 0,3-0,4мм), а при высокой концентрации хлористого железа (650-700 г/дм²) покрытия имеют меньшую твердость и толщину до 2-3мм.

Влияние режима электролиза на твердость покрытия представлена на рис. 5.38 [11].

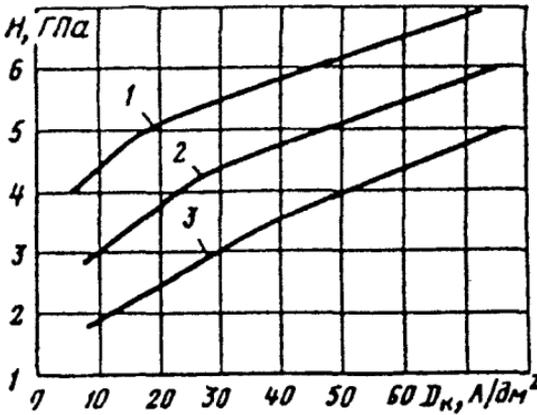


Рис 5.38

График зависимости микротвердости покрытия от плотности тока при оставлении в электролите средней концентрации при температуре электролита $t_{эл}$:
 60°C (кривая 1); 80°C (кривая 2); 90°C (кривая 3).

В зависимости от режимов оставления могут быть получены следующие покрытия: мягкие, твердые и пористые.

Пористые покрытия применяются с целью повышения износостойкости деталей, работающих в условиях недостаточной смазки. При этом в покрытии образуются каналы, ширина которых зависит, например, от следующего режима обработки: плотность тока 25-35 А/дм², температура 80°C , время анодного травления 4-6 мин. В данном случае образуются каналы глубиной 0,06-0,08 мм.

При сборке деталей с пористым покрытием их необходимо предварительно пропитывать маслом при температуре $100-120^\circ\text{C}$ в течение 1,5-2,0ч. Смачиваемость пористых покрытий смазочными маслами возрастает в 12 раз по сравнению с серым чугуном, в 5 раз по сравнению с пористым хромом и в 18 раз по сравнению с гладкими электролитическими покрытиями из железа.

Применение холодных электролитов при восстановлении изношенных поверхностей считается перспективным, так как они менее агрессивны и более устойчивы во времени [7]. При этом скорость осаждения металла составляет 200-350 мк/ч и достигается твердость НВ 600-700. Рекомендуемый состав хлористого электролита в данном случае (г/л): 600-700 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 100-150 NaCl (KCl); 15-30 $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 0,5-2,0 аскорбиновой кислоты. Холодные электролиты характеризуются следующими показателями: температуры $20-40^\circ\text{C}$, плотность тока 20-30 А/дм², кислотность рН — 1,5-3,0. Введение в электролит аскорбиновой кислоты позволяет предохранить его от окисления и получить однородное покрытие с равномерной дисперсной структурой. Хлористый марганец в электролите обеспечивает получение более пластичных покрытий толщиной до 2-3 мм.

Ремонт деталей, работающих при высоких температурах ($450-500^\circ\text{C}$), производится в серноокислых электролитах, состав которых для получения

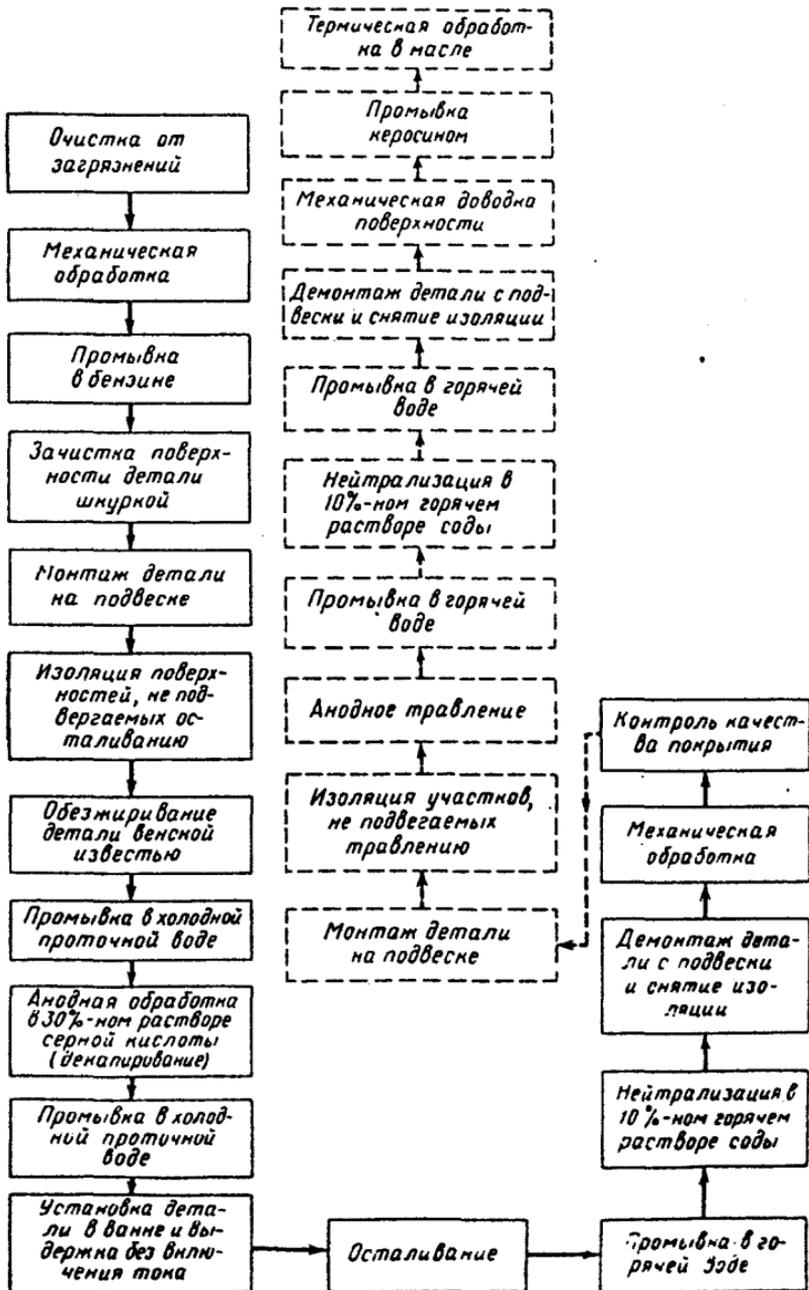


Рис. 5.39. Схема технологического процесса ремонта деталей осталиванием

толстых покрытий следующий (г/л): $420 \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $100 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и температура $20-70^\circ\text{C}$, плотность тока $3-15 \text{ A}/\text{дм}^2$, $\text{pH}=2,5+3,5$.

Схема технологического процесса при гладком и пористом осталивании приведена на рис. 5.39, [7]. Здесь пунктиром показаны дополнительные операции для получения пористого покрытия.

Осталивание производится в ваннах с внутренним или внешним подогревом электролита. Внутренний нагрев осуществляется нагревателем, помещенным непосредственно в электролит, а внешний нагрев – через масляную рубашку (рис. 5.40), [13]. Внутренняя поверхность ванны покрывается специальной кислотоупорной эмалью или диабазовыми плитками на кислотоупорном цементе.

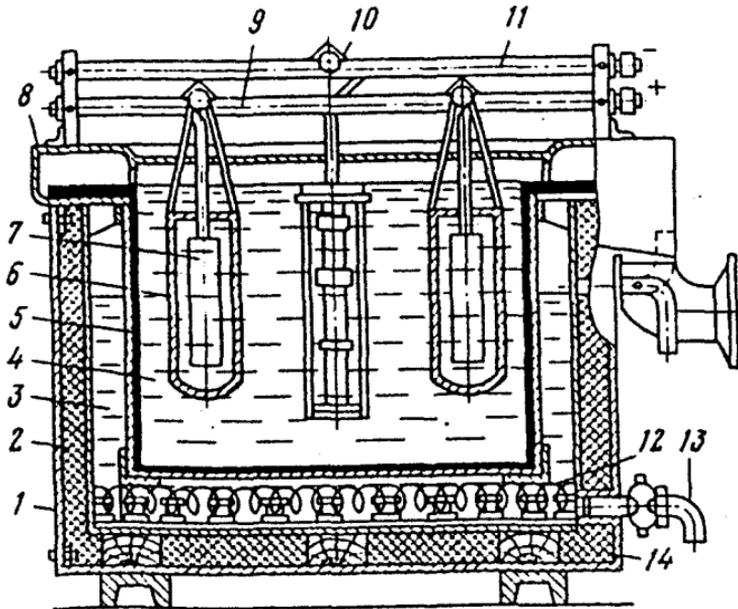


Рис 5.40.

Ванна для осталивания:

1-наружный блок; 2-теплоизоляция; 3, 4-баки для масла и электролита соответственно; 5-футеровка ванны; 6-мешок из стеклоткни; 7-анод; 8-бортовой отсос; 9, 11-штанги катода и анода; 10-крючок подвески; 12-нагреватель; 13-кран; 14-каркас.

После осталивания и промывки детали подвергаются обезжириванию для нейтрализации кислоты в электролите. Применяемый состав на 1л воды: 20-30г едкого натра NaOH , 10-20г растворимого стекла Na_2SiO_3 , 25-30г кальцинированной соды Na_2CO_3 при температуре $60-70^\circ\text{C}$ в течение 3-4 мин. Удаление водорода из поверхностного слоя детали производится с помощью нагрева в масляной ванне до температуры $100-150^\circ\text{C}$ в течение 10-15мин [13].

Повышение твердости и прочности покрытий, а также снижение хрупкости детали после осталивания подвергаются низкому отпуску при температуре 300-350°C в течение 30 мин и постепенным охлаждением на воздухе.

Повышение износостойкости и коррозионной стойкости достигается применением электролитического легированного покрытия. При этом в электролит на 1 литр воды добавляется 16г соли никеля $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и 12г соли кобальта $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или других элементов.

Механическая обработка деталей после осталивания производится на металлорежущих или шлифовальных станках резцами высокой твердости, корундовыми или электрокорундовыми камнями зернистостью 46-60. Скорость резания при обтачивании тонких покрытий равна 20-30-м/мин, при шлифовании 15-25 м/с.

Преимущества осталивания [7]:

- 1) исходные материалы для приготовления электролита недефицитны и дешевы;
- 2) высокое значение выхода металла по току (75-85%);
- 3) скорость осаждения металла и толщина покрытия более высокие, чем при хромировании; твердые толщиной до 1-1,2 мм, мягкие - до 2-3 мм и выше;
- 4) механическая обработка покрытий производится при обычных режимах резания;
- 5) устойчивость процесса осталивания и возможность легкого регулирования и автоматизации.

Недостатками процесса осталивания являются [13]: трудность подбора материала ванны, необходимость корректировки плотности электролита, низкая твердость покрытия без применения специального электролита или последующих цементации либо хромирования.

Осталивание используется для наращивания изношенных поверхностей гнезд подшипников, шеек валов, наружных поверхностей бронзовых втулок, для повышения сцепления баббита с чугунными вкладышами и т.д. (табл. 5.11), [7].

Таблица 5.11

Покрытие	Область применения
Мягкое	Наращивание ремонтируемых втулок с предварительным их обжатием, наращивание деталей с невысокой поверхностной твердостью, нанесение мягкого слоя для приработки деталей
Твердое	Наращивание изношенных трущихся поверхностей, посадочных поверхностей под запрессовку и для восстановления посадки в сопряжениях, наращивание подслоя перед хромированием.
Пористое	Восстановление поверхности деталей, работающих при знакопеременных нагрузках и ограниченной смазке.

5.7.3. Меднение.

Меднение представляет собой электролитическое наращивание изношенных поверхностей бронзовых втулок вкладышей подшипников, а также для защиты от коррозии и в качестве подслоя при хромировании и никелировании. Толщина медных покрытий зависит от назначения и равна 10-30 мкм.

В процессе меднения используется два типа электролитов: сернокислые и цианистые. Последние имеют высокую токсичность и поэтому при ремонте применяются редко.

Сернокислые электролиты состоят из медного купороса в количестве 200 г/л и серной кислоты – 50 г/л. Параметры процесса меднения: температура электролита 25-30°C, плотность тока 0,5 А/дм².

В качестве анодов применяются растворимые медные пластичные марки М1. Внутренняя поверхность ванны для меднения покрывается листовым свинцом.

Покрываемая поверхность детали предварительно шлифуется, обезжиривается и тщательно промывается водой. Толщина медного покрытия составляет 10-30 мкм.

При ремонте меднение применяется для восстановления размеров бронзовых втулок, вкладышей подшипников, облегчения приработки трущихся поверхностей и т.д.

5.7.4. Никелирование.

Гальваническое осаждение никеля при электролитическом процессе называется твердым никелированием. Осажденный никель является пористым и обладает пониженной пластичностью при твердости покрытия 300-600 кгс/мм².

Наличие фосфора в покрытии позволяет получать матовые и блестящие осадки, а именно, при 2%-ном содержании осадки матовые, а при большем содержании – блестящие.

Матовое покрытие образуется при использовании следующего состава электролита (в г/л): $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 175; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 50; H_3PO_4 – 50; H_3PO_3 – 1,3. температура электролита равна 75-95°C, плотность тока может быть 5-40 А/дм², скорость осаждения никеля в зависимости от режима процесса – 100 мкм/ч. В качестве растворимых анодов используется никель марки Н-1. С уменьшением плотности тока увеличивается содержание фосфора в покрытии. Твердое никелирование характеризуется большим выходом металла по току и сниженным расходом энергии по сравнению с хромированием [7].

Кроме твердого никелирования существует другая разновидность нанесения покрытий – химическое никелирование поверхностей стальных деталей, которое заключается в том, что при определенных условиях никель осаждается из раствора на поверхности детали самопроизвольно при отсутствии электрического тока [8]. При этом никель восстанавливается из растворов

серноокислого или хлористого никеля при помощи соли – восстановителя (гипосфита натрия, калия или кальция). Состав раствора на 1 л воды: 25г хлористого никеля, 30г гипосульфата натрия, 20г уксуснокислого натрия. Температура процесса 90-92°C и скорость осаждения 0,02 мкм/ч. Более высокая скорость осаждения никеля до 25 мкм/ч достигается при показателях pH=5 и t=93°C.

Химическое никелирование применяется для защиты от коррозии, повышения износостойкости поверхностей деталей с малым износом, например, плунжерных пар, валов топливных насосов, поршневых пальцев и др. При этом не требуется использования специального оборудования и достигается нанесение равномерного покрытия на детали сложной конфигурации (зубья червячных колес и др.) и детали из различных металлов, пластмасс, керамики.

Подготовка поверхности для химического никелирования такая же, как и при гальванических покрытиях. Нагрев покрытия до температуры 400°C с выдержкой 1ч повышает твердость осадка до 7,5-8,0 ГПа из-за образования соединения Ni₃P и увеличивает прочность сцепления осадка с металлом детали до 320 МПа.

Твердое никелирование из-за невысокой твердости и износостойкости преимущественно применяется для восстановления изношенных посадочных поверхностей неподвижных соединений, как, например, подшипников.

5.8. Ремонт деталей пайкой.

Процесс создания неразъемного соединения нагретых металлических поверхностей посредством расплавленных сплавов (припоев) называется пайкой. Температура плавления припоев ниже температуры плавления соединяемых металлических поверхностей. При этом, припой расплавляется и заливается в зазор между поверхностями, которые прочно соединяются после охлаждения.

Припоями являются металлы и сплавы, хорошо смачивающие соединяемые поверхности. Существуют два вида пайки: низкотемпературная с температурой нагрева соединяемых поверхностей и припоя до 450°C, высокотемпературная с температурой плавления припоя 800-900°C.

Низкотемпературная пайка производится с использованием оловянисто-свинцовых припоев марок ПОС-30, ПОС-40, ПОС-50, ПОС-61 и др., имеющих температуру плавления 220-280°C. Перечисленные припой применяются для соединения поверхностей неотвественных соединений, работающих при невысоких температурах. Эти соединения имеют предел прочности на растяжение 2,8-3,2 кгс/мм².

Высокотемпературная пайка осуществляется с применением меди, серебра, никеля и сплавов на их основе. Наибольшее применение получили медно-цинковые припой марок ПМЦ – 36, ПМЦ – 40, ПМЦ – 54. Предел прочности соединений на растяжение при этом достигает 30-35 кгс/мм².

Высокопрочные соединения деталей из чугуна, стали или меди, работающие при динамических нагрузках изготавливаются с использованием припоя из латуни марок Л-62 или Л-68. В этом случае, предел прочности соединений на растяжение равен 30-32 кгс/мм².

Подготовка соединяемых поверхностей при пайке включает прогрев их до температуры плавления припоя и нанесение жидкого припоя на поверхности.

До начала пайки соединяемые поверхности тщательно очищаются от загрязнений и окислов с помощью механической обработки, обезжиривания в щелочах и травления в кислотах. Защита соединяемых поверхностей и удаление окислов в процессе пайки производится посредством использования порошковых и жидких флюсов. В качестве флюсов применяются: при низкотемпературной пайке – разбавленный раствор цинка в соляной кислоте, при высокотемпературной пайке – состав из 80% буры и 20% борной кислоты. Остатки флюса, по окончании пайки, удаляются промывкой в воде.

Расплавление припоя и нагрев соединяемых поверхностей производится при высокотемпературной пайке газовыми горелками, паяльными лампами или токами высокой частоты; при низкотемпературной пайке – электропаяльниками.

Ремонт деталей пайкой применяется для устранения механических повреждений, преимущественно трещин [7].

5.8 Восстановление деталей перезаливкой антифрикционными сплавами.

Перезаливкой антифрикционными сплавами восстанавливаются подшипники скольжения для снижения потерь на трение и уменьшения износа шеек валов. В качестве антифрикционных сплавов получили широкое применение высокооловянистый баббит Б-83, свинцовооловянистый никелевый баббит БН, свинцовистая бронза.

В зависимости от условий работы подшипника применяется следующий антифрикционный материал: для баббитов допустимые удельные нагрузки не превышают 75 кгс/см² и рабочие температуры не выше 100°C; для свинцовистой бронзы эти показатели равны соответственно 200-250 кгс/см², 140-160°C.

В процессе работы подшипников с антифрикционными материалами происходит изнашивание, выдавливание залитого слоя, появление трещин, выкрашивание из-за усталостного разрушения от воздействия циклических нагрузок. При этом с уменьшением толщины слоя баббита повышаются его физико-механические свойства.

Восстановление деталей состоит из следующих операций: удаление изношенного слоя баббита с проверкой вкладышей, обезжиривание подшипников, травление и лужение поверхности подшипника, плавление и заливка

баббита, механическая обработка залитого подшипника с проверкой качества заливки.

До начала восстановления подшипников их необходимо тщательно очистить от грязи и промыть.

Удаление изношенного слоя производится с помощью выплавления его паяльными лампами, газопламенными горелками или же погружением подшипника в расплавленный баббит. При выплавлении баббита пламя направляется на тыльную сторону подшипника и расплавляет вначале полуду, вследствие чего нерасплавленный слой баббита легко отстает от корпуса вкладыша. Далее остатки полуды удаляются с поверхности асбестовой щеткой.

Обезжиривание подшипника производится в ванне в кипящем 10% - ном водном растворе каустической соды в течение 2-5 мин, зависящем от загрязненности поверхности. После чего производится промывка подшипника в горячей воде и сушка.

По окончании обезжиривания следует операция – травление в 15% - ном водном растворе серной или 50% - ном водном растворе соляной кислоты в течение 2-5 мин. Травление улучшает сцепление баббита с покрываемой поверхностью. Затем подшипник промывается в 10% - ном водном растворе каустической соды и в горячей воде.

Покрываемые баббитом поверхности перед лужением покрываются флюсом – травленой соляной кислотой для предохранения от окисления и удаления окислов. Защита поверхностей, не подлежащих лужению, при проведении лужения погружением, производится покрытием раствором мела в воде с небольшой добавкой жидкого стекла.

Процесс лужения заключается в нанесении тонкого слоя третника на поверхность подшипника до заливки баббита. При этом третник натирается на нагретую поверхность до температуры плавления третника или же подшипник погружается в расплавленный третник. В последнем случае подшипник до погружения нагревается до 150-180°C.

Во время подготовки подшипника под заливку баббит плавится в электротиглях или огневых печах. Однако до загрузки баббита в тигель его куски смачиваются травленой соляной кислотой, чтобы устранить образование окислов. Кроме свежего баббита в тигели добавляется 4% отходов, состоящих из выплавленного баббита из изношенных подшипников, стружки баббита и литников. Количество загружаемого в тигель баббита, подбирается таким образом, чтобы его хватило для заливки одного подшипника без остатка. Расплавленный в тигеле баббит покрывается слоем древесного угля толщиной 25-40 мм, имеющего куски размером 5-10 мм и не содержащего угольной мелочи и пыли. В результате ограничивается доступ воздуха и уменьшается окисление расплавленного баббита. Полная же его защита от окисления достигается введением в расплавляемый баббит через каждый час нашатыря в количестве до 1% от веса баббита. Нагрев баббита выше температуры его плавления на 50-60°C обеспечивает хорошее заполнение подшипника. Одна-

ко не следует перегревать из-за возможности окисления сурьмы и олова, входящих в его состав [14].

Заливка подшипника баббитом производится ручным способом в формы или центробежным.

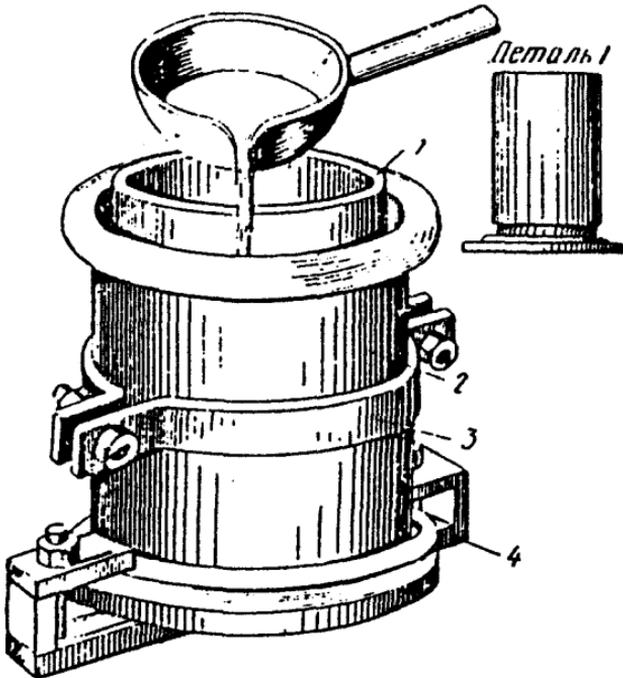


Рис. 5.41. Приспособление для заливки вкладышей подшипников:

1 — сердечник; 2 — вкладыш; 3 — хомут; 4 — струбина.

Приспособление для ручной заливки представлено на рис. 5.41. Форма для установки в неё детали очищается от остатков баббита предыдущей заливки и нагревается до температуры 120-200°C при использовании баббита БН и БТ. Вкладыш подшипника после нагрева до 260°C устанавливается в форму сразу после окончания лужения и начинается заливка баббитом короткой и непрерывной струей. По окончании заливки в сердечник формы через штуцеры подается вода для быстрого охлаждения. В противном случае при медленном охлаждении имеет место рост кристаллов и ухудшение механических свойств баббита.

Качество заливки проверяется внешним осмотром и легкими ударами молотка. При этом хорошо залитый подшипник издает чистый металлический звук, без дребезжания [14].

Недостатки ручной заливки: низкая производительность, повышенный расход баббита.

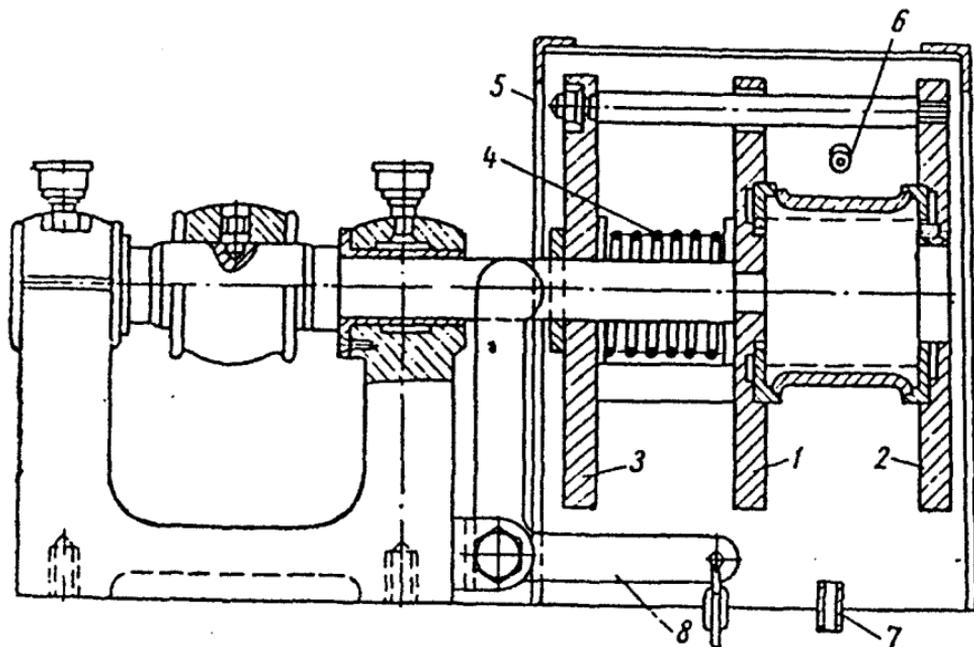


Рис. 5.42 Приспособление для центробежной заливки подшипников:

1 — упорный диск; 2 и 3 — перемещающиеся диски; 4 — пружина; 5 — кожух приспособления; 6 — труба для подачи воды; 7 — труба для стока воды; 8 — рычаг

Более высокое качество достигается при заливке подшипников центробежным способом в специальном приспособлении (рис. 5.42). Вкладыши подшипников устанавливаются после лужения между дисками 1 и 2, при вращении которых со скоростью 500-1000 об/мин, баббит под действием центробежных сил уплотняется и равномерно распределяется по поверхности, хорошо сцепляясь с полудой при отсутствии пузырей и раковин.

Залитые подшипники подвергают расточке на токарном станке и контролируют. До расточки подшипник собирается с комплектом прокладок, стягиваясь болтами с установленным усилием. После расточки число отдельных раковин не должно превышать трех на каждой стороне подшипника глубиной не более 1 мм и размером по поверхности свыше 2 мм.

Для лучшего сцепления и удержания свинцовистой бронзы с заливаемой поверхностью на ней специальным инструментом создается ячеистая поверхность.

5.9 Применение при ремонте полимерных материалов.

Ремонт машин с использованием полимерных материалов производится для восстановления размеров изношенных деталей, заделки трещин и пробоин, упрочнения резьбовых соединений и неподвижных посадок, изготовления деталей, антикоррозионной защиты, склеивания деталей и материалов.

Способ нанесения покрытий зависит от природы полимерного материала, его состава, толщины покрытия, размеров и формы детали.

К полимерным материалам относятся полиэтилен, полистирол, капрон, полипропилен, которые применяются как в чистом виде, так и в виде пластмасс, представляющих собой композиции полимерных материалов с различными компонентами. В качестве компонентов используются: наполнители улучшающие физико-механические свойства пластмасс; пластификаторы для улучшения пластичности и эластичности; отвердители для отверждения (полимеризации) пластмасс. К наполнителям относятся: стеклянное волокно, асбест, цемент, металлические порошки, кварцевая мука и др. Пластификаторами являются: дибутилфталат, диоктилфталат, жидкий тиокол и др. Отвердители – полиэтиленполиамин и др.

Существует два основных способа нанесения покрытий из пластмасс:

1) метод прессования, 2) литье под давлением.

Прессование производится на гидравлических или механических прессах с использованием пресспорошков из термоактивных полимеров. Эти полимеры при отверждении переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Процесс прессования включает следующие операции: деталь предварительно очищенная и обезжиренная помещается в обогреваемую прессформу соответствующих формы и размеров; в зазор между прессформой и деталью засыпается пресспорошок (рис 5.43, а); под воздействием температуры и давления порошок переходит в пластичное состояние и заполняет все зазоры, прочно соединяясь с ремонтируемой поверхностью детали.

Процесс прессования характеризуется следующими основными параметрами: температурой, давлением и временем. Температура влияет на текучесть полимера и ускорение формирования покрытия, т.е. при повышении температуры эти процессы ускоряются.

Скорость нагревания детали, скорость перехода полимера в твердое и неплавкое состояние, а также форма детали определяет время выдержки детали под давлением. Обычно опытным путем определяются режимы прессования [7].

Литье под давлением производится на специальных литьевых машинах для нанесения покрытий из термопластичных полимеров, характеризующихся тем, что при нагревании они вначале переходят в пластичное состоя-

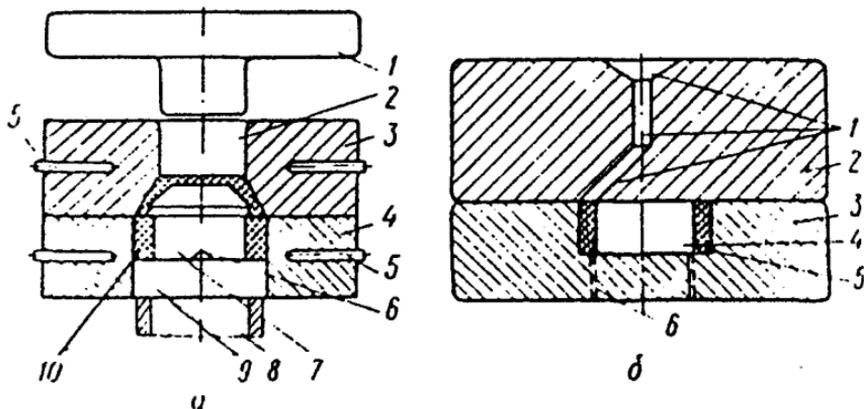


Рис. 5.43 Схемы прессформы для нанесения полимерных покрытий:

а — методом прессования:
 1 — пуансон, 2 — загрузочная камера для пластмассы, 3 — крышка, 4 — корпус, 5 — электронагреватель; 6 — установочный выступ, 7 — деталь, 8 — выталкиватель, 9 — опорная плита, 10 — покрытие;
б — методом литья: 1 — литник, 2 — крышка, 3 — корпус, 4 — ремонтируемая деталь, 5 — покрытие, 6 — канал для выхода воздуха

ние, а далее в вязкотекучее состояние и при охлаждении вновь переходят в твердое состояние. Деталь, подлежащая ремонту, предварительно очищенная от загрязнения и обезжиренная, устанавливается в прессформу (рис. 5.43, б). Затем прессформа вместе с деталью устанавливается на литьевой машине, а полимерный материал в виде гранул засыпается в бункер литьевой машины. Далее полимерный материал нагревается и расплавляется в цилиндре литьевой машины до вязкотекучего состояния. После чего производится впрыск порции расплавленного материала под действием давления, создаваемого в цилиндре, через сопло и летниковые каналы в крышке, в сомкнутую прессформу. Затем деталь вместе с прессформой охлаждается, прессформа размыкается и деталь извлекается.

Некоторые технологические режимы формирования покрытий из полимерных материалов литьем под давлением и прессованием представлены в таблице 5.12 [7].

Полимерный материал в виде раствора может наноситься распылением, окунанием, шпателем или центробежным способом.

Порошковые полимерные материалы наносятся при помощи электростатического, струйного, вихревого и вибрационного способов.

**Технологические режимы формирования покрытий
из полимерных материалов**

Пластмасса	Литье под давлением		Прессование	
	Температура °С	Давление кгс/см ²	Температура °С	Давление кгс/см ²
Полиамид:				
№68...	230-250	150-200	—	—
№54...	180-200	150-200	—	—
№548...	170-180	150-180	—	—
Полиуретан ПУ-1...	180-185	150-180	—	—
Полистирол...	185-230	140-200	—	—
Прессматериал «Волокнит»...	—	—	160-170	300-400
Прессматериал КФ-3...	—	—	175-185	450
Полиэтилен...	160-180	200	—	—

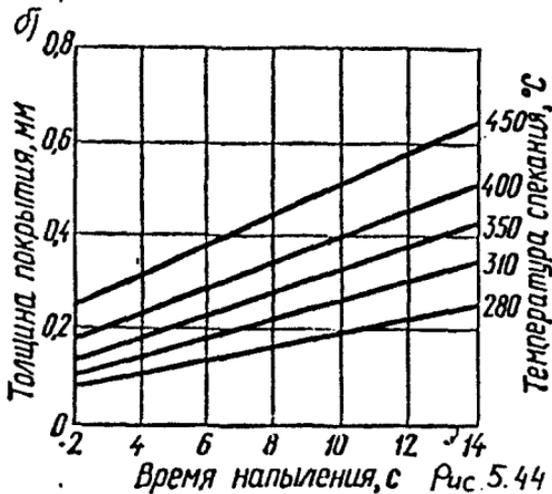
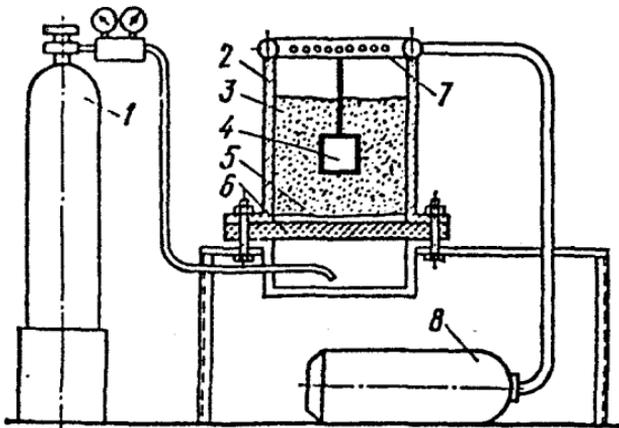
В отечественной и зарубежной практике получил широкое применение способ электростатического распыления порошков полимеров. Он заключается в подаче на головку распылителя постоянного тока (положительного знака) высокого напряжения и приобретении частицами полимера заряда при движении в распылителе. Под действием силовых линий электрического поля заряженные частицы переносятся к ремонтируемой детали, имеющей отрицательный заряд, и оседают на ней (рис. 5.44). Этот способ характеризуется возможностью управления процессом создания покрытия и возможностью его автоматизации.

Струйный способ нанесения полимерных покрытий состоит в нанесении порошка на предварительно нагретую деталь при помощи пневматического распылителя. Способ отличается простотой, достаточной производительностью и получением покрытий хорошего качества.

Вихревое напыление производится в камере, где находится взвихренный (псевдоожоженный) потоком воздуха или инертного газа полимерный порошок. Предварительно нагретая деталь погружается в камеру, где частицы порошка, соприкасаясь с поверхностью детали, оплавляются и создают на ней покрытие.

Аппарат для вихревого напыления представлен на рис. 5.44,а. Он имеет камеру 2, разделенную сетчатой перегородкой 6 и тканью 5 для устранения засорения отверстий перегородки. Порошкообразный полимер (капролактан, полиэтилен и др.) с частицами размером 0,1+0,15мм насыпается на тканый слой толщиной не менее 100мм. Деталь 4, нагретая до температуры, превышающей температуру плавления порошка, помещается в камеру. Далее из

а)



Вибрационное нанесение покрытий отличается от вихревого напыления тем, что порошок полимерного материала переводится в псевдоожидженное состояние с помощью вибратора (рис. 5.45) [8]. Деталь 2, нагретая до температуры плавления порошка 1, подвергается вибрации вместе с сосудом. Вибратором 3 создается вибрация сосуда с частотой 50-100Гц. В результате контакта порошка с поверхностью нагретой детали образуется равномерное и хорошее покрытие толщиной до 1,5 мм. Затем деталь помещается в горячую камеру для оплавления покрытия. Этот способ считается весьма перспективным из-за своей простоты. Недостатками способа являются высокие требования к дисперсности порошка и неравномерность покрытия.

баллона 1 подается инертный газ под давлением 0,1+0,2МПа для взмучивания порошка 3 и перевода его в псевдоожидженное состояние. Устройства 7 и 8 предназначены для сбора отходов порошка.

Время напыления и температура нагрева детали влияют на толщину покрытия (рис. 5.44,б). По окончании процесса напыления для снятия внутренних напряжений деталь нагревается до температуры 150-160°C с выдержкой 15-60 мин в масляной ванне. Защита мест, не подлежащих покрытию, производится покрытием их фольгой, жидким стеклом и др.

Вихревым напылением создается антифрикционный слой толщиной 0,08-0,2мм у подшипников скольжения, а также антикоррозионное покрытие толщиной 0,4-1мм [8].

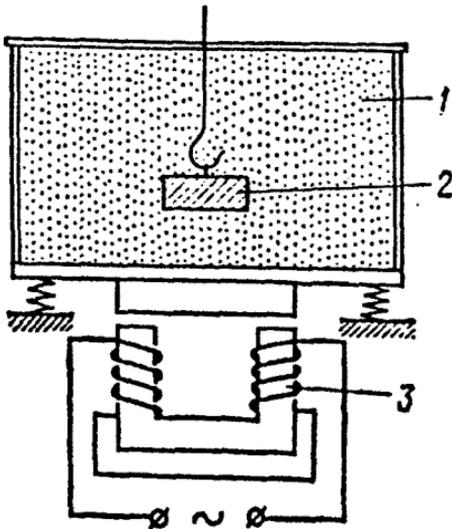


Рис. 5.45

Вибровихровое напыление заключается в том, что на слой псевдооживленного газом полимерного порошка накладываются колебания частотой 50-100 в 1с и амплитудой до 10мм. При этом повышается качество покрытия и возможность нанесения слоя большей толщины, чем при вихревом и вибрационном способах [8].

5.10.1 Применение синтетических клеев при восстановлении деталей.

Синтетические клеи применяются для склеивания деталей, так как они способны образовывать прочные связи с металлическими поверхностями деталей. Клеи обычно приготавливаются из термоактивных или термопластичных полимеров. Они после отверждения имеют высокую механическую прочность, называемую когезионной прочностью и хорошее сцепление с металлом или адгезионную прочность.

Клеи, приготовленные на основе термоактивных полимеров, обладают высокой теплостойкостью и возможностью создания необратимых систем. Поэтому они используются при изготовлении прочных силовых металлоконструкций. Клеи из термопластичных полимеров имеют меньшую прочность и теплостойкость и являются обратимыми системами, т.е. при нагревании превращаются в жидкое состояние. В связи с чем они могут применяться в менее ответственных конструкциях, работающих при низких температурах.

В зависимости от внешнего вида клеи для металлов могут быть жидкими, пастообразными, пленочными и порошкообразными.[7].

Существуют клеи холодного или горячего отверждения. Первые имеют более низкие температуры отверждения и не требуется их прогрев. Они обладают более низкой теплостойкостью, чем клеи горячего отверждения.

По своему составу клеи различаются на однокомпонентные и многокомпонентные. В связи с этим технология приготовления клеев различна. Однокомпонентные поставляются в готовом виде, а многокомпонентные приготавливаются непосредственно перед использованием.

Многокомпонентные клеи помимо основного полимерного материала могут содержать отвердители; растворители, замедляющие преждевременное отверждение и облегчающие нанесение клея на склеиваемые поверхности; инициаторы для ускорения процесса отверждения; наполнители, пластификаторы для получения необходимых физико-механических свойств; стабилизаторы для торможения процессов старения клеев при эксплуатации.

В таблице 5.13 приведены марки клеев и физико-механические свойства клеевых соединений согласно рекомендаций [7]. При этом широкое применение при склеивании в нагруженных металлоконструкциях получили клеи на основе феноло-формальдегидных, полиэфирных, полиамидных и кремнийорганических смол.

Применение того или иного клея зависит от конструкции склеиваемых поверхностей, условий эксплуатации и технологических возможностей ремонтного предприятия. Так, клеи, имеющие более высокую механическую прочность и повышенную теплостойкость, отверждаются при более высоких температурах и контактных давлениях. Данные условия могут создаваться при склеивании на ремонтных базах. Клеи, обладающие меньшей прочностью и теплостойкостью, отверждающиеся при комнатной температуре и отсутствии высоких контактных давлений могут применяться на местах эксплуатации бурового оборудования.

Качество клеевых соединений металлов зависит от совершенства технологического процесса склеивания.

Таблица 5.13

Марки клеев и физико-механические свойства клеевых соединений.

Марка клея	Марка стали (склеиваемый материал)	Предел прочности, кгс/см ²								Теплостойкость
		При равномерном отрыве и сдвиге								
		Температура испытания, °С								
		-60	20	60	100	150	200	20	20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВК-32-200	30ХГСА	450	250	—	—	—	90	40	160	200
		370	220	190	150	110	90			
ВК-32-250	30ХГСА	400	210	—	—	—	80	60	150	250
		350	190	170	140	105	80			
ВК-3	1Х18Н9Т	500	200	130	110	—	—	70	150	200
		450	200	150	110	70	50			
ВК-4	30ХГСА	400	180	—	—	—	90	32	140	300
		300	175	170	150	130	110			

БФ-2	45	$\frac{230}{110}$	$\frac{500}{250}$	$\frac{150}{140}$	$\frac{90}{60}$	$\frac{50}{20}$	—	30	185	60
BC-10T	30ХГСА	$\frac{—}{145}$	$\frac{590}{190}$	$\frac{520}{175}$	$\frac{400}{160}$	$\frac{300}{140}$	$\frac{200}{100}$	12	115	200
BC-350	30ХГСА	$\frac{—}{140}$	$\frac{350}{185}$	$\frac{300}{180}$	$\frac{250}{180}$	$\frac{210}{165}$	$\frac{150}{110}$	7	150	200
ПУ-2	45	$\frac{500}{230}$	$\frac{350}{280}$	$\frac{250}{215}$	$\frac{130}{100}$	$\frac{75}{30}$	—	40	170	60
МПФ-1	1Х18Н9Т	$\frac{500}{170}$	$\frac{350}{250}$	$\frac{160}{100}$	$\frac{—}{65}$	—	—	80	75	60
ВК-2	30ХГСА	—	$\frac{—}{70}$	—	—	—	$\frac{—}{60}$	9	—	700
ВК-6	30ХГСА	—	$\frac{—}{120}$	—	—	—	$\frac{—}{60}$	10	—	700
ПК-5	1Х18Н9Т	$\frac{80}{65}$	$\frac{150}{150}$	$\frac{80}{70}$	—	—	—	—	70	60
ВК-1	30ХГСА	$\frac{850}{230}$	$\frac{800}{210}$	$\frac{560}{230}$	$\frac{—}{240}$	$\frac{300}{85}$	—	24	130	150
ВК-32-ЭМ	45	$\frac{—}{250}$	$\frac{600}{270}$	$\frac{400}{275}$	$\frac{—}{60}$	—	—	20	160	70
Эпоксид ПР	1Х18Н9Т	$\frac{500}{310}$	$\frac{490}{340}$	$\frac{450}{355}$	$\frac{390}{320}$	$\frac{—}{30}$	—	19	200	100
К-153	45	$\frac{225}{90}$	$\frac{200}{170}$	$\frac{170}{80}$	$\frac{—}{55}$	—	—	—	115	60
Л-4	ЭН-654	$\frac{223}{20}$	$\frac{20}{10}$	$\frac{20}{10}$	—	—	—	—	50	60

Примечание: в числителе дроби указан предел прочности при равномерном отрыве, в знаменателе — при сдвиге.

Склеивание деталей включает следующие операции: подготовка поверхности к склеиванию, нанесение клея на поверхности, соединение деталей, термообработка для отверждения клеевого шва.

Подготовка поверхностей необходима для обеспечения хорошего сцепления (адгезии) клея с материалом детали. При этом поверхности тщательно очищаются от загрязнений, масел и окислов, которые ухудшают смачивание поверхности клеем, уменьшают адгезию и таким образом снижают прочность соединения. На практике применяются механические и физико-химические способы очистки.

К механическим способам относятся: очистка с помощью ручных инструментов (скребков, абразивных кругов, шаберов, металлических щеток, абразивной шкурки), пескоструйная, дробеструйная и гидropескоструйная обработки, очистка дисковыми проволочными щетками. Шероховатость поверхности после очистки соответствует примерно $R_z=20$ мкм.

Физико-химические способы очистки представляют собой использование органических растворителей или специальных моющих средств. При этом обезжиривание производится с использованием различных органических растворителей или их смесей. Для удаления минеральных масел и животных жиров используется бензин или ацетон. Применяется также для обезжиривания водный раствор тринатрийфосфата концентрацией 50-70 г/л, жидкого стекла – 25-35 г/л и жидкого мыла – 3-5 г/л. Этим раствором поверхности обрабатываются в течение 3-5 мин при температуре 75-80°C и затем промываются теплой водой.

К многокомпонентным клеям относятся: растворы различных полимеров или их смесей в органических растворителях; составы на основе синтетических смол, отверждающихся при введении специальных добавок, в частности, клеи на основе эпоксидных смол.

Эпоксидные клеи готовятся путем последовательного введения в эпоксидную смолу различных компонентов. Вначале вводится пластификатор в соответствии с рецептом и смесь тщательно перемешивается. Затем в смесь постепенно небольшими порциями вводится наполнитель, и смесь тщательно перемешивается.

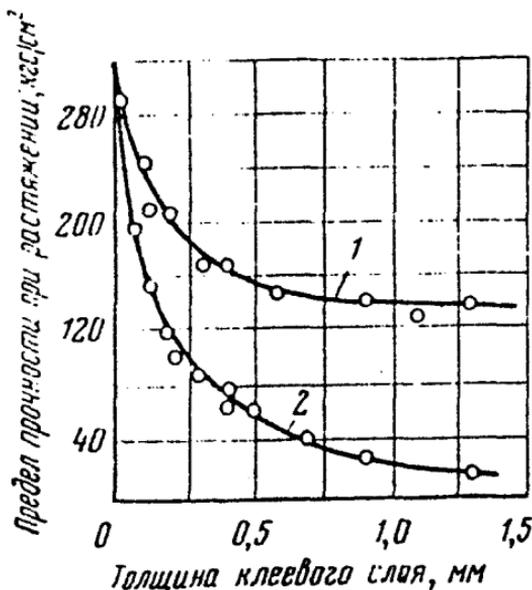


Рис. 5.46

Прочность клеевого соединения
в зависимости от толщины слоя клея:
1-эпоксидный клей; 2-клей ВС-10Т

Далее вводится отвердитель-полиэтиленполиамин непосредственно перед применением клея, т.к. «жизнеспособность» приготовленного эпоксидного клея холодного отверждения не превышает 1-2 ч. Для увеличения «жизнеспособности» может применяться комбинированные отвердители – смесь отвердителей для холодного и горячего отверждения. Приготовленные эпоксидные клеи горячего отверждения длительно сохраняются для применения.

Существуют следующие способы нанесения жидких клеев на металлические поверхности: кистью, шпателем, мастерком, роликом, клевыми вальцами, поливом, распылением пульверизатора, погружением деталей в клей. При необходимости склеивания

больших поверхностей более целесообразно распыление.

Снижение вязкости обеспечивается введением в клей соответствующих растворителей. Чтобы заполнить неровности склеиваемых поверхностей клей наносится на обе поверхности.

Клеи, содержащие растворители наносятся несколькими слоями с обязательной открытой выдержкой каждого слоя, чтобы удалить растворители. Температура отверждения и длительность открытой выдержки зависят от марки клея (табл. 5.14) [7].

В этой работе отмечается, что все более широкое применение при склеивании находят пленочные клеи. В этом случае, после нанесения слоя жидкого клея и открытой выдержки, наносится клеевая пленка и производится отверждение клеевого слоя. Толщина клеевого слоя существенно влияет на прочность соединения (рис. 5.46). Прочность соединения с увеличением толщины слоя клея снижается из-за увеличения внутренних напряжений и числа дефектов в этом слое.

При наличии в клеях испаряющихся растворителей увеличение толщины слоя приводит к более резкому падению прочности и соединения вследствие неравномерного распределения полимера в слое и проявления масштабного фактора.

Таблица 5.14

Основные режимы склеивания

Тип клея	Марка клея	Вид клея	Число слоев	Открытая выдержка после нанесения слоя				Удельное давление при отверждении, кг/см ²	Температура отверждения, °С	Время отверждения, ч
				После первого слоя		После второго слоя				
				Температура, °С	Время, ч	Температура, °С	Время, ч			
Фено-локаучуковый	ВК-32-200	жидкий	2	20	0,5	$\frac{20}{65}$	$\frac{0,5}{1,5}$	6-20	180	1-2
	ВК-32-250	жидкий	2	20	0,5	$\frac{20}{65}$	$\frac{0,5}{1,5}$	6-20	200	1-2
	ВК-3	жидкий	2	20	0,5	$\frac{20}{65}$	$\frac{0,5}{1,5}$	6-20	170	1
	ВК-4	жидкий	2	20	0,5	$\frac{20}{65}$	$\frac{0,5}{1,5}$	6-20	200	2
Феноло-полвинилацетатный	БФ-2	жидкий	2-3	$\frac{20}{60}$	$\frac{1,0}{0,25}$	$\frac{20}{60}$	$\frac{1,0}{0,25}$	5-10	160	1
	ВС-10Т	жидкий	2	20	1,0	20	1,0	0,6-2	180	2

Продолжение табл. 5.14

Полиуретановый	ПУ-2	пастообразный	1	20	0,3	—	—	0,5-5	110 или 20	3-4 30
Полиамидный	МПФ-1	жидкий	2	20	$\frac{0,5}{0,25}$	$\frac{20}{60}$	$\frac{0,25}{0,25}$	1-5	160	1
Кремнийорганический	ВК-2	жидкий	2	20	1,0	$\frac{20}{50}$	$\frac{1,0}{1,0}$	2-5	250	3
	ВК-6	жидкий	2	$\frac{20}{60}$	1,0	—	—	5-8	200	3
Полиэфирный	ПК-5	жидкий	1	20	0,7	—	—	0,5-5	80	6
Эпоксидный	В1-1 ВК-32-ЭМ	жидкий	1	—	—	—	—	0,5-2	150	2
		пастообразный пруток	1	—	—	—	—	0,5-2	150	3
	эпоксид ПР К-153	жидкий	1	—	—	—	—	0,5-3	180	2
		жидкий	1	—	—	—	—	0,5-2	120 или 20	4 24
		жидкий	1	—	—	—	—	0,5-2	120 или 20	4 96

Примечание: Дробью указана последовательность ступенчатого режима сушки отдельных слоев клея, т.е. температура и соответствующее время выдержки.

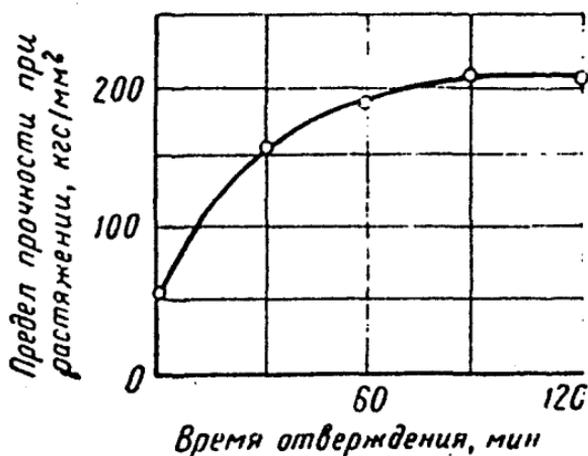


Рис. 5.47. Зависимость прочности соединения металлов на клею ВК-3 от времени отверждения клеевого слоя при температуре 180°C.

Полимеризующиеся эпоксидные клеи отличаются незначительной усадкой и возможностью получения более толстого и менее дефектного клеевого слоя при достаточно высокой прочности соединения. Оптимальная клеевая прослойка в большинстве случаев равна 0,05-0,1 мм.

Условия отверждения клеевого слоя, т.е. температура, давление и продолжительность отверждения существенно влияют на характеристики клеевых соединений при эксплуатации. (Рис 5.47) Для клеев, отверждающихся с испарением растворителей или других веществ, требуется создание при их отверждении значительных контактных давлений для компенсации усадки клеевого слоя и обеспечения большей плотности. Максимальное давление необходимо при отверждении пленочных клеев.

При отверждении эпоксидных клеев не требуется создание высоких контактных давлений, т.к. в этом случае давления необходимы для обеспечения лишь равномерной толщины клеевого слоя и постоянного контакта склеиваемых поверхностей в процессе отверждения.

Создание контактных давлений при склеивании в полевых условиях обеспечивается с помощью струбцин, комутков, пружинных или винтовых зажимов и др. приспособлений. На ремонтных предприятиях используются прессы, автоклавы и вакуумные резиновые мешки [7].

Тепловая обработка производится с помощью электрических контактных ленточных нагревателей, газовых или электрических камер, инфракрасных ламп, горячих плит, подогреваемых трубчатыми электронагревателями, а также индукционных нагревателей.

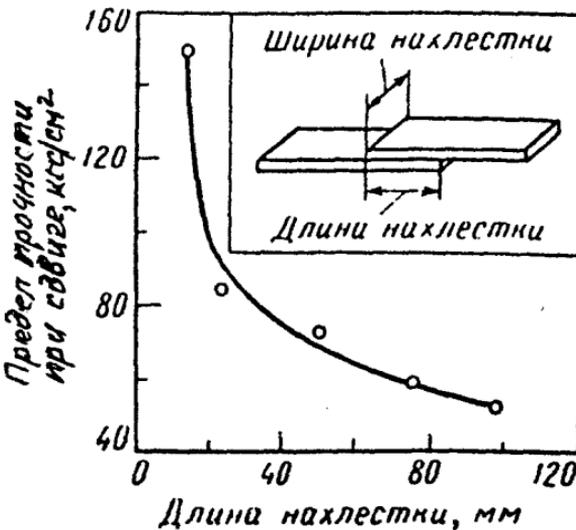


Рис. 5.48. Зависимость прочности клеевого соединения от длины нахлестки

Прочность клеевых соединений существенно зависит от конструктивных факторов, а именно от формы и размеров клеевых соединений. Так, например, в соединениях типа «нахлестка» прочность значительно зависит от толщины склеиваемых деталей и длины клеевого слоя в направлении усилий сдвига. По мере увеличения длины нахлестки предел прочности соединения при сдвиге снижается из-за неравного распределения напряжений по длине (рис. 5.48). Прочность клеевого соединения при увеличении толщины деталей и постоянной длине

нахлестки возрастает. Максимальная прочность соединений достигается при равномерном отрыве или «чистом сдвиге». Наиболее распространенные схемы клеевых соединений листовых материалов, труб и валов приведены на рис. 5.49 [7].

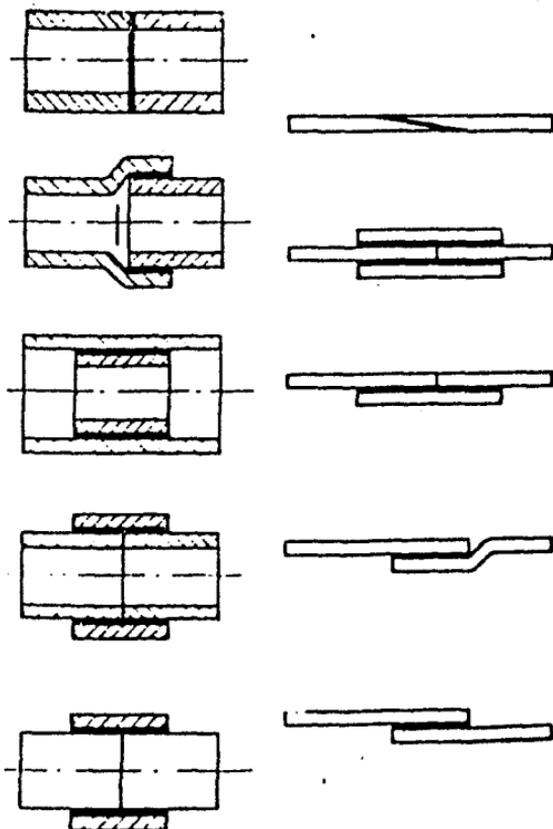


Рис 5.49

Схемы клеевых соединений листовых материалов, труб, валов.

Склеивание используется при ремонте для соединения частей разрушенных деталей; заделки трещин, свищей и раковин; посадки втулок в гнезда взамен запрессовки, приварки и пайки; восстановления и упрочнения прессовых посадок подшипников качения и скольжения; фиксации сменных деталей; наложения заплат; герметизации неплотностей в резьбовых, фланцевых и сварных соединениях; наклеивания фрикционных накладок.

Эпоксидные клеи применяются при ремонте бурового и нефтепромыслового оборудования, а именно, нефтяных резервуаров, трубопроводов и трубопроводной арматуры, насосного и компрессорного оборудования, теплообменной аппаратуры и др.

Использование клевого соединения при ремонте рабочего колеса центробежного насоса способом дополнительных ремонтных деталей приведено на рис. 5.50.

Ремонт двигателей внутреннего сгорания и компрессоров производится в большинстве случаев с использованием эпоксидных клеев. При этом устраняются мелкие и глубокие коррозионные раковины на внутренней поверхности рубашки цилиндра и в колодцах анкерных шпилек, сквозные трещины на боковой поверхности блока цилиндров, глубокие коррозионные раковины на

наружных поверхностях гильз блока цилиндров, сквозные трещины и поры в картере двигателя и крышках блока и др.

Некоторые составы эпоксидных клеев, применяемых при вышеуказанных ремонтах, приведены в табл. 5.15 [7].

Таблица 5.15

Составы эпоксидных клеев холодного отверждения

Состав клея		Режим отверждения
Компоненты	Число весовых частей	
Смола ЭД-5 Дибутилфталат Полиэтиленполиамин Алюминиевая пудра	100 10-15 12 10	25 ± 10°C не менее 24ч или 80 ± 5°C; 5-7ч.
Смола ЭД-6 Дибутилфталат Гексаметилендиамин Алюминиевая пудра	100 10 5-10 10	25 ± 10°C не менее 24ч или 80 ± 5°C; 5-7ч.
Смола ЭД-5 Низкомолекулярная полиамидная смола марки Л-19 Алюминиевая пудра	100 60-100 10	25 ± 10°C не менее 48ч или 80 ± 5°C; 6ч. 100 ± 5°C; 3-4ч.
Смола ЭД-5 Дибутилфталат Кубовый остаток гексаметилендиамина Алюминиевая пудра	100 15 25 10	25 ± 10°C не менее 48ч или 100 ± 5°C; 3-4ч
Смола ЭД-6 Дибутилфталат Пылевидный кварц Полиэтиленполиамин	100 15-20 100 10-15	25 ± 10°C не менее 24ч или 100 ± 5°C; 3-4ч

Клеи, используемые при проведении ремонтных работ, приводят к упрощению технологического процесса, его ускорению и снижению стоимости ремонта.

Клеевые соединения обладают следующими недостатками:

- 1) температуры эксплуатации не превышают 200-300°C;
- 2) низкой прочностью при неравномерном отрыве;
- 3) подверженностью к испарению под воздействием различных внешних факторов.

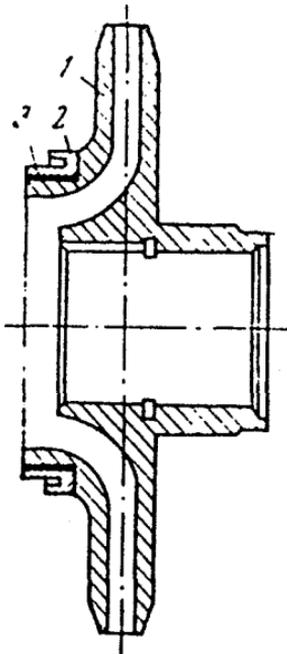


Рис. 5.50

Рабочее колесо центробежного насоса, отремонтированное с применением клеевого соединения:

1-рабочее колесо; 2-кольцо; 3-клеевой слой

Глава 6

Выбор рационального способа восстановления изношенных деталей.

Выбор способа восстановления детали зависит от характера дефекта, материала детали, особенности её конструкции и технологии изготовления, а также условий работы. При этом, следует учитывать технико-экономические показатели, которые определяются производительностью процесса ремонта, стоимостью используемых материалов и оборудования, серийностью восстановления, степенью повышения долговечности и санитарно-гигиеническими условиями труда.

Сравнительный анализ различных способов ремонта деталей машин доказывает, что значительное количество деталей может быть отремонтировано с повышением ресурса новых деталей. В связи с чем, при выборе технологического процесса восстановления необходимо учитывать не только стоимость ремонта, но и возможность изменения безотказности отремонтированных деталей по сравнению с новыми.

Точное определение влияния всех факторов, определяющих выбор способа восстановления, затруднительно. Поэтому существует ряд рекомендаций при выборе рационального способа ремонта [2].

1. Восстановление, например, поверхности валов с малой величиной износа (до 0,3мм) следует производить с помощью электроимпульсного наращивания, железнения и т.д. При износе свыше 5мм у цилиндрических деталей более целесообразными являются различные способы наплавки.

В таблице 6.1 представлены рекомендуемые способы восстановления поверхностей большинства деталей цилиндрической формы.

Таблица 6.1

Вид сопряжения и поверхности детали	Метод восстановления
Неподвижные сопряжения (износ 0,05+0,3мм).	Электроимпульсное наращивание, электромеханическая обработка, плазменное напыление, оставление, вибродуговая наплавка, импульсная приварка проволоки, ленты.
Подвижные сопряжения (износ 0,3+2,0мм).	Вибродуговая наплавка, плазменное напыление, электроконтактное напекание металлических порошков, гальванические покрытия, наплавка под слоем флюса и в газовых защитных средах.
Детали, работающие в абразивной среде (износ от 1 до нескольких мм).	Высокопроизводительные способы наплавки под слоем флюса и в газовых защитных средах, электрошлаковая наплавка, двухэлектродная вибродуговая наплавка, заливка расплавом металла.

2. После подробной разработки технологии восстановления детали различными приемлемыми способами определяются затраты на восстановление по каждому технологическому процессу.

Затраты на восстановление детали определяются по формуле:

$$C_v = C_o + Z_n + C_m + H_p, \quad (6.1)$$

где C_o - остаточная стоимость восстанавливаемой детали;

Z_n - зарплата с начислениями;

C_m - затраты на ремонтные материалы;

H_p - накладные расходы (принимаются в процентном отношении к заработной плате).

Накладные расходы состоят из затрат, связанных с эксплуатацией оборудования, приборов, инструментов и т.д.

При выборе способа восстановления, помимо сравнения затрат, необходимо принимать во внимание значение коэффициента ресурсности детали после восстановления каждым способом по сравнению с ресурсом новой детали.

Коэффициент ресурсности равен:

$$K_p = \frac{K_a}{K_n} \quad (6.2)$$

где K_a - ресурс восстанавливаемой детали;

K_n - ресурс новой детали.

Условие экономической целесообразности восстановления изношенных деталей выражается формулой:

$$\frac{C}{K_p} \leq C_n, \quad (6.3)$$

где C_a - затраты на восстановление детали, руб;

C_n - цена новой детали, руб.

Коэффициент ресурсности деталей в зависимости от способа восстановления определяется по статистическим и исследовательским данным (табл. 6.2) [2].

Рассмотрим рациональные виды восстановления в зависимости от видов сопряжений.

Так при восстановлении деталей группы неподвижных соединений и наращивании слоя металла в пределах 0,02мм целесообразным считается электроискровое наращивание; для слоя толщиной 0,02+0,08 - электроимпульсное наращивание и твердое осталивание. На следующем месте после осталивания - вибродуговая наплавка и затем последовательно электродуговая наплавка, хромирование.

Восстановление деталей группы подвижных сопряжений при скольжении поверхностей экономически рациональные технологические процессы располагаются в следующем порядке: до толщины наращивания до 0,5 мм лучше использовать хромирование или твердое осталивание; при толщине от 0,5 до 2 мм рекомендуется применять двухэлектродную вибродуговую наплавку, наплавку в среде углекислого газа или электроконтактное напекание металлического порошка; при работе на принципе качения (перекатывания) и абразивном изнашивании рациональным считается электроимпульсное наращивание электродом ХВГ (при толщине слоя до 0,6мм); при необходимости наращивания слоя толщиной от 0,6 до 5,0мм, целесообразным считается автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса, порошковыми электродами или двухэлектродная вибродуговая наплавка. При перечисленных толщинах наращивания применять другие способы восстановления деталей считается экономически нецелесообразно.

В случае необходимости наращивания слоя толщиной более 6мм рекомендуется использовать электрошлаковую наплавку или заливку жидким металлом.

Так, например, гальваническое наращивание производится для восстановления плунжерных пар, гильз цилиндров, поршневых пальцев, стержней

клапанов и толкателей, внутренних поверхностей шкивов, маховиков, чугунных корпусов подшипников и корпусных деталей.

Таблица 6.2

Деталь, вид сопряжения и характер работы	Материал сопряженных деталей	Коэффициент ресурсности К, при различных видах восстановления деталей							
		хромиро- ванне	железные	взроду- говая на- плавка	наплавка под слоем флюса	наплавка в среде уг- лекислого газа	ручная электро- дуговая наплавка	восста- новление на ре- монтный размер	электро- контактное напекание металличе- ского порошка
Вал - подшипник скольжения при знакопеременной нагрузке	Бронза	1,0-1,1	0,85-0,95	0,75-0,8	0,75-0,85	—	—	0,85-1,0	1,1-1,5
Валы и оси - брон- зовые втулки	Бронза	1,2-1,3	1,1-1,2	0,9-1,0	0,8-0,9	0,75-0,90	0,7-0,75	0,9-1,0	1,2-1,5
Цилиндрические поверхности крестовин	Сталь леги- рованная	0,9-1,0	0,8-0,95	0,8-0,9	—	0,7-0,8	—	0,9	—
Цилиндрические поверхности дета- лей - внутренние кольца подшипни- ков качения	Сталь шарико- подшипни- ковая	1,5-1,8	0,8-1,1	0,8-1,0	0,95-1,00	0,8-0,95	0,9	электроним- пульсное наращива- ние 1,4-1,5	0,8-1,0
Шлицевые поверх- ности	Сталь леги- рованная	—	—	0,8-1,0	0,8-1,0	0,8-0,9	0,7-0,8	—	—
Наружные резьбы на валах	Сталь угле- родистая	—	—	0,8-1,0	0,85-1,0	0,85-1,0	0,8-0,9	—	—

Глава 7.

Типовые технологические процессы ремонта деталей бурового оборудования.

Ввиду большого количества разнообразных деталей в буровом оборудовании и факторов, обуславливающих выбор способа восстановления изношенных деталей, разработка технологии ремонта для каждой детали довольно трудоемкий и сложный процесс. В связи с этим, все детали бурового оборудования разбиты на классификационные группы – однотипные детали в зависимости от их геометрических форм и назначения. Наличие классификационных групп позволяет разрабатывать типовые технологические процессы для восстановления каждой группы деталей и облегчает решение вопросов по увеличению долговечности деталей при ремонте.

К указанным классам деталей относятся валы, втулки, диски, крупногабаритные детали.

Рассмотрим технологические процессы ремонта типовых деталей бурового оборудования.

7.1. Ремонт деталей класса «валы».

В процессе работы валы воспринимают значительные крутящие и изгибающие моменты, а штоки, плунжеры и др. знакопеременные осевые нагрузки. К классу валов относятся также оси, надставки штоков, пальцы, стволы вертлюгов и др.

Прогибы имеют место вследствие воздействия больших нагрузок перпендикулярно оси. В результате происходит эксцентричное вращение вала, приводящее к быстрому износу опорных поверхностей.

Также в валах наблюдается износ или повреждение шпоночных пазов. Наиболее характерные виды износа валов:

- 1) износ трущихся поверхностей, сопряженных с подшипниками скольжения, направляющими втулками и сальниками;
- 2) износ посадочных поверхностей подшипников качения;
- 3) износ или смятие шпоночных пазов и шлицев;
- 4) износ и повреждение резьб;
- 5) изгиб или скручивание валов.

Основные дефекты у деталей, нагруженных вдоль оси и испытывающих трение в направляющих втулках или сальниковых устройствах:

- 1) износ трущихся поверхностей;
- 2) продольный изгиб;
- 3) повреждение или износ резьбы.

Ремонт изношенных шеек валов проводится двумя способами, а именно, восстановлением первоначальных размеров или введением ремонтных размеров. Первоначальные размеры восстанавливаются электродуговой на-

плавкой, металлизацией, вибродуговой наплавкой, хромированием, осталиванием и полимерными покрытиями [7].

Изношенные поверхности валов буровых лебедок, насосов, трансмиссий силовых приводов, стволов вертлюгов восстанавливаются металлизацией, так как они изготавливаются из сталей, чувствительных к перегреву. введение ремонтных размеров допускается в том случае, если это возможно из-за конструкции или оно не повлияет на прочность вала.

Изношенные шпоночные пазы восстанавливаются двумя способами: 1) наплавкой смятых кромок или шпоночного паза полностью и фрезерованием на месте наплавки нового паза при строго фиксированном положении шпоночного соединения; 2) фрезерованием шпоночного паза на новом месте при отсутствии фиксированного положения шпоночного соединения.

При износе поверхности или после наплавки вал подвергается механической обработке для обеспечения необходимой геометрической формы, размеров и шероховатости поверхности.

При механической обработке в качестве установочных баз, в основном принимаются центровые отверстия и иногда наружная цилиндрическая поверхность. Рассмотрим технологический процесс ремонта наиболее сложного и дорогостоящего коленчатого вала.

Основные дефекты коленчатых валов: износ рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек, изгиб вала и расхождение щек. Восстановление шеек коленчатых валов быстроходных двигателей производят на специализированных шлифовальных станках. Валы тихоходных двигателей, компрессоров и насосов, имеющих большие габариты, как правило, обтачивают на токарных станках.

Рассмотрим схемы установки коленчатых валов при обработке коренных и шатунных шеек согласно [7].

Обработка коренных шеек производится при установке вала в центрах токарного или шлифовального станка. При этом щеки вала распираются, параллельно шатунным шейкам, распорами или специальными домкратами с целью придания валу жесткости.

При обработке шатунных шеек схема установки вала на станке является более сложной из-за необходимости предварительной установки вала на станке является более сложной из-за необходимости предварительной установки на первую и последнюю коренные шейки специальных приспособлений-центросмесителей, определяющих новую линию центров. После этого, вал с центросмесителями устанавливается в центрах станка.

Для уравнивания части вала, вращающегося эксцентрично, на патроне передней бабки станка и на центросистеме со стороны задней бабки крепятся контргрузы. Для повышения жесткости вал распирается с помощью специальных винтовых распорок (рис. 7.1).

Затем выверяется установка вала и производится механическая обработка. У крупногабаритных коленчатых валов в процессе эксплуатации могут возникать трещины в щеках и поломки в шатунных шейках. В этом случае

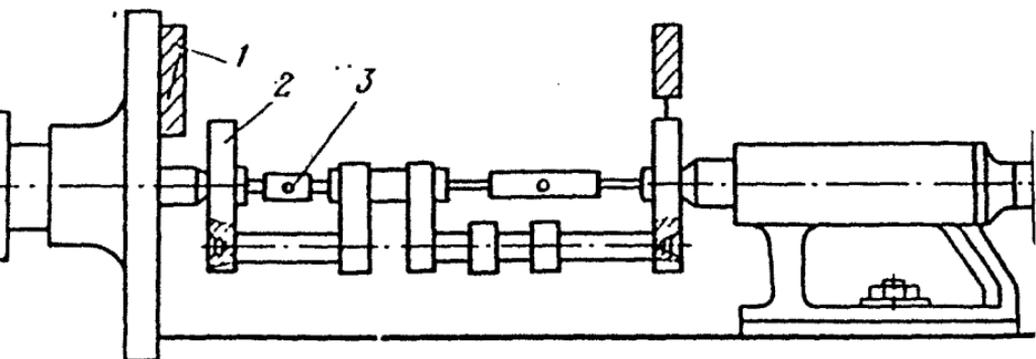


Рис. 7.1

Схема установки коленчатого вала при обработке шатунных шеек:
1-противовес; 2-центросмеситель; 3-распорные домкраты

для предотвращения дальнейшего распространения трещины на концах её предварительно просверливают отверстия. Далее трещина вырубается на всю толщину металла щеки, и одновременно разделяются кромки под сварочный шов. Затем электродуговой сваркой трещина заваривается.

По окончании заварки производится отпуск для снятия внутренних напряжений. Если сложно произвести отпуск у крупногабаритных валов, производится местный отпуск в месте заварки трещины. При этом сварной шов и прилегающая к нему зона нагревается газовой горелкой до температуры 150-200°C, а затем быстро закрывается асбестом и медленно охлаждается. При наличии глубоких трещин в щеке вала и отсутствии излома на щеку устанавливается стальной бандаж, предварительно нагретый до температуры 200°C. Остывая, бандаж надежно стягивает и усиливает щеку вала. До установки бандажа щека стягивается с помощью фасонной шпонки.

В случае поломок или трещинах у шатунных шеек валов ремонт усложняется. При этом дефектная шейка полностью удаляется на токарном станке. После чего, по тщательной разметке в щеках, производят расточку под напряженную посадку новой шейки, которая изготавливается с припуском на дальнейшую обработку. Затем проводится разметка шеек вала для определения горизонтальной и вертикальной осей. Далее щеки вала поочередно нагреваются до температуры 250-270°C и в расточенные отверстия вставляется шейка вала. При этом необходимо следить за совпадением разметочных линий осей вала. После этого вал остывает и проводится токарная обработка новой шейки вала на ремонтный размер, и выверяются, а затем доводятся до необходимого ремонтного размера остальные шейки вала.

При ремонте бурового оборудования часто встречается операция-правка валов и осей. Валы правятся в холодном или нагретом состоянии в зависимости от диаметра и величины прогиба. Так длинные валы диаметром 10-100 мм при прогибе до 0,008 от длины вала правятся в холодном состоя-

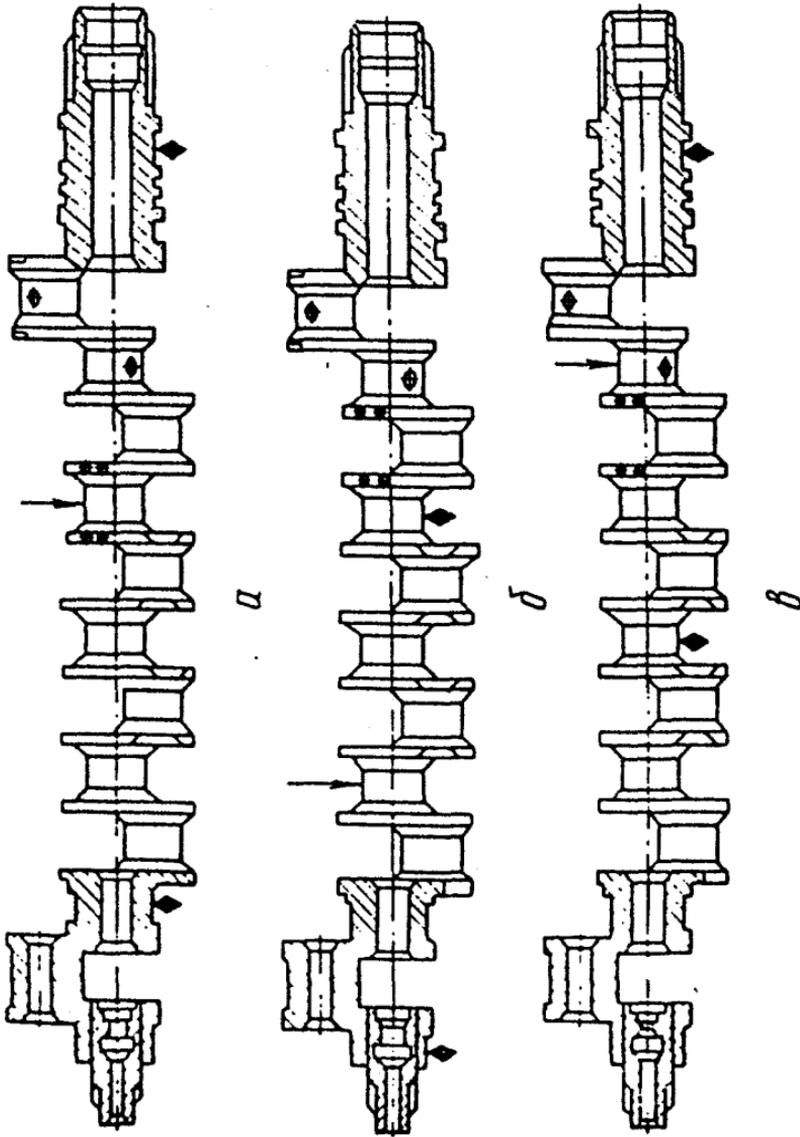


Рис. 7.2. Схема правки коленчатого вала:

а — правка коренных шеек вала; б — правка первого участка вала; в — правка второго участка вала

нии. При больших величинах прогибов и больших диаметрах валы правятся с нагревом.

Правка коленчатого вала является ответственной операцией и обычно состоит из двух последовательных правок. При прогибе более 0,3 мм вал первоначально правится с помощью пресса. При этом вал устанавливается на призмы и индикатором определяется место максимального прогиба. Если вал имеет прогибы, направленные в разные стороны, то правка, например, производится в два приема, т.е. вначале устраняется один прогиб, а затем второй. При правке необходимо следить за правильным расположением опор и местом приложения усилия. Схема правки многоколенчатого вала представлена на рис. 7.2. В процессе правки вал прогибают в обратном направлении на 3 мм. Затем, сняв нагрузку, проверяется биение шеек вала. Если эта операция не достигла желаемого результата, то правка повторяется с увеличением нагрузки и доведением упругого прогиба вала до 4-5 мм.

В процессе правки прогиб доводят до 0,2-0,3 мм и далее правка продолжается механическим наклепом щеки вала (рис. 5.13) при помощи пневматического молотка с приспособлением, которое позволяет наносить частые и легкие удары по щеке.

После ремонта валы проверяются магнитной дефектоскопией или иными методами на отсутствие внутренних трещин.

7.2. Ремонт деталей класса «втулки».

К деталям класса «втулки» относятся вкладыши подшипников скольжения, направляющие втулки, стаканы подшипников качения, детали сальниковых уплотнений, цилиндрические втулки буровых насосов, гильзы цилиндров компрессоров, двигателей и др. У деталей этого класса наблюдается износ наружных, внутренних цилиндрических и торцовых поверхностей, износ резьб, задиры и риски на трущихся поверхностях, трещины.

Ремонт этих деталей начинается с устранения трещин, и затем наращиваются изношенные поверхности наплавкой, металлизацией, гальваническими и пластмассовыми покрытиями или заливкой антифрикционными сплавами. Перезаливка антифрикционными сплавами подшипников скольжения описана на стр. 133.

В некоторых случаях, например, при восстановлении цилиндрических втулок буровых насосов, гильз двигателей внутреннего сгорания, столов роторов применяются способы ремонтных размеров или дополнительных ремонтных деталей.

7.2.1. Ремонт подшипников скольжения.

Подшипники скольжения выполняются в виде вкладышей, покрытых антифрикционным материалом или в виде втулок из цветных сплавов, биметалла.

Антифрикционные сплавы подшипников скольжения [7]:

- 1) сплавы на оловянной основе марок Б93, Б93А, Б91, Б89, Б83;
- 2) сплавы на свинцовой основе марок БС6, БС2, Б6, БТ, БН, Б16, БС;
- 3) сплавы на цинковой основе марок ЦАМ 10-5, ЦАМ 9-1,5, ПОС 3-3;
- 4) сплавы на алюминиевой основе марок АМК-2, АНЗ, АЖ6, АСМ;
- 5) сплавы на медной основе марок БрОПС-6-6-3, БрОФ-10-1, Бр 014, БрОС-25; БрАЖ 9-4, БрБ 2, ЛК80-3Л, ЛМцС58-2-2 и др.

Первые две группы сплавов называются баббитами, а пятая группа – бронзами и латунями.

В табл. 7.1 приведены физико-механические свойства антифрикционных сплавов различных групп. Необходимо отметить, что сплавы на оловянной основе (первой группы) имеют наиболее высокие антифрикционные свойства по сравнению с другими сплавами. В табл. 7.2 дан химический состав некоторых сплавов на оловянной основе.

Таблица 7.1

Физико-механические свойства антифрикционных сплавов, применяемых в подшипниках скольжения.

Свойства сплава	Марка сплава						
	Б83	БТ	БН	Б-16	БрОПС-6-6-3	БрОФ-10-1	БрОС-5-25
Предел прочности при сжатии, кгс/мм ²	11,5	12,8	12,7	12,3	—	—	41,6
Предел текучести при сжатии, кгс/мм ²	8,2	6,2	7,2	8,6	—	—	14,5
Предел прочности при растяжении, кгс/мм ²	9,0	6,0	7,0	7,8	20	25,0	16,0
Ударная вязкость, кгс*м/см ²	0,6	0,26	0,3	0,14	2,5	0,9	1,0
Твердость по Бринеллю, кгс/мм ²	30,0	24,3	29,0	30,0	68	100	57,0
Температура плавления, °С	370	—	400	410	967	952	940
Плотность, г/см ³	7,83	—	9,55	9,20	8,82	8,77	9,35
Коэффициент трения: со смазкой	0,005	0,009	0,006	0,006	0,009	0,008	0,005
без смазки	0,28	0,38	0,27	0,25	0,16	—	0,14
Износ, мг/см ² *км: со смазкой	0,1	0,32	0,15	0,22	0,06	—	0,08
без смазки	12,0	28,2	15,0	15,0	—	—	—

Химический состав сплавов на оловянной основе.

Марка сплава	Химический состав, %		
	олово	сурьма	медь
Б93	93	3,5	3,5
Б93А	93	5,0	2,0
Б91	91	4,5	4,5

Подшипники скольжения в большинстве случаев работают при высоких удельных нагрузках и высоких скоростях. Эти условия приводят к изнашиванию, увеличению зазоров в сопряжениях вала с опорой и в результате к появлению биению и вибраций вала.

7.3. Ремонт деталей класса «диски».

К этому классу деталей относятся зубчатые колеса редукторов и коробок скоростей, цепные колеса лебедок, шкивы тормозов, талевого системы и т.д.

Характерные виды износа указанных деталей: износ, задиры и риски на рабочих поверхностях, смятие и износ шпоночных канавок, слом зубьев и др. Ремонт производится в основном механической обработкой, т.е. способом ремонтных размеров или дополнительных ремонтных деталей.

7.3.1. Ремонт зубчатых колес.

В зубчатых передачах наблюдается износ зубьев, посадочных поверхностей отверстий, смятие шпоночных канавок. Иногда на рабочих поверхностях цементированных зубьев происходит «шелушение» и выкрашивание цементированного слоя. Износ более 80% толщины цементированного слоя зубьев приводит к необходимости замены зубчатых колес новыми.

Технология ремонта зубчатых колес существенно зависит от характера повреждения и размера детали. Так, изношенное отверстие ступицы колеса восстанавливается наплавкой, способом ремонтных размеров, дополнительных ремонтных деталей.

Определяющими факторами при выборе технологии ремонта является диаметр отверстия и длина ступицы.

Так, например, при диаметре отверстия более 100 мм и длине ступицы в этих пределах изношенная поверхность отверстия ступицы восстанавливается наплавкой с последующей расточкой до первоначального размера.

В случае меньшего диаметра изношенного отверстия и большей длины ступицы, отверстие растачивается до нового ремонтного размера, а посадочная шейка вала наращивается. Однако в этом случае усложняется процесс восстановления сопряжения. При отсутствии в отверстии изношенного коле-

са шпоночных и шлицевых пазов и достаточной толщине ступицы отверстие растачивается на больший диаметр и в него запрессовывается стальная втулка, являющаяся дополнительной ремонтной деталью. Затем запрессованная втулка растачивается до первоначального размера отверстия.

Вместо изношенной шпоночной канавки, в колесе возможно изготовить новую канавку под углом $120-180^\circ$ к оси старой канавки, соблюдая при этом параллельность осей канавки и отверстия. Подобным образом изготавливается шпоночная канавка, если не требуется строго фиксированного её положения.

При необходимости восстановления изношенных поверхностей зубьев или поломанных зубьев ремонт может производиться наплавкой, способом дополнительных ремонтных деталей, давлением и т.д. Наплавка производится специально подобранными электродами с учетом состава основного металла. После наплавки зубья фрезеруются согласно разметке.

Сломанные отдельные зубья можно восстанавливать способами, представленными на рис. 7.3 и 7.4.

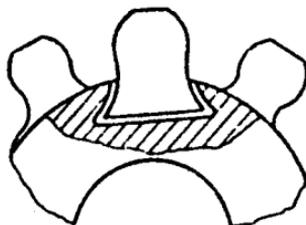
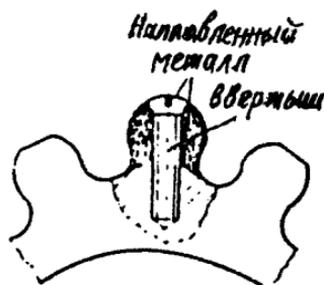


Рис. 7.3. Установка ввертыша с последующей наплавкой в месте сломанного зуба

Рис. 7.4. Установка щогового зуба шестерни в «ласточки хвост»

В случае необходимости замены всех поврежденных или изломанных зубьев шестерни следует отжечь и полностью удалить зубья. Затем установить на горячей посадке кольцо-венец, нарезать новые зубья и их термически обработать. Для сохранения горячей посадки венца зубья рекомендуется термически обработать токами высокой частоты. После ремонта шестерня должна пройти обкатку на стенде в паре с зубчатым колесом, с которым она находится в зацеплении при работе.

Обкатка проводится с использованием абразивного порошка в смеси с маслом или керосином. Обкатка более ответственных и быстроходных зубчатых передач производится с использованием пасты ГОИ.

Режим обкатки заключается в нанесении тонкого слоя пасты или абразивного материала на зубья и вращения зубчатых колес, вначале с небольшой скоростью, а по мере увеличения площади контакта зубьев скорость постепенно увеличивается до максимально окружной скорости на поверхности зубьев, но не более 3м/с.[7].

7.3.2. Ремонт цепных колес.

В цепных колесах наблюдаются следующие виды дефектов: износ внутренней втулки, износ профиля зубьев и диаметров впадин, смятие или износ шпоночных канавок.

При износе внутренней антифрикционной втулки её выпрессовывают из колеса и вместо неё запрессовывают новую антифрикционную втулку с припуском по внутреннему диаметру. Затем втулку растачивают на карусельном станке до заданного размера.

Ремонт цепных колес с износом по профилю зубьев и диаметром впадин в большинстве случаев ремонтируют способом замены части детали.

Это производится следующим образом.

На изношенном колесе газовой горелки срезаются все зубья, и колесо обтачивается по наружной поверхности под горячую посадку кольца-венца. На обточенном колесе устанавливается на горячей посадке, изготовленное кольцо-венец с припуском на наружной поверхности. Далее в двух-трех местах посадки просверливаются отверстия, нарезаются резьбы и ввинчиваются стопоры или сваркой накладываются швы (рис. 7.5). Температура нагрева кольца определяется по формуле:

$$t = \frac{(H - H_0) 10^3}{\alpha d} + t_{\text{п}}, \quad (7.1)$$

где H – натяг, мкм; H_0 – минимальный сборочный зазор, мкм; α – коэффициент линейного расширения, $1/^\circ\text{C}$; $t_{\text{п}}$ – начальная температура, $^\circ\text{C}$; d – диаметр сопряжения, мм.

Максимальная температура нагрева кольца-венца не более 700°C . Затем цепное колесо с кольцом обтачивается на заданный размер на карусельном или токарном станке для последующего нарезания зубьев на зубофрезерных или фрезерных станках.

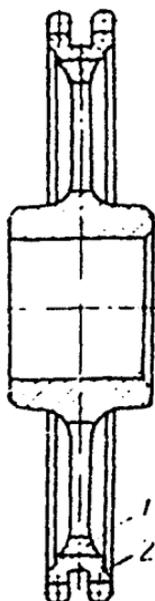


Рис 7.5.

Ремонт цепного колеса
способом замены части детали:

- 1-цепное колесо;
- 2-зубчатый венец.

Иногда зубья могут восстанавливаться электронаплавкой. Наплавленные зубья при этом размечаются для последующей обработки. В процессе обработки осуществляется строгий контроль по шаблонам профиль зубьев и их шаг.

Изношенные рабочие поверхности шкивов восстанавливаются наплавкой и механической обработкой на номинальные размеры. Тормозные шкивы буровых лебедок при их износе не восстанавливаются из-за опасности снижения прочности, так как они работают в тяжелом температурном режиме и существует вероятность появления трещин на рабочих поверхностях.

7.4 Ремонт крупногабаритных деталей.

Крупногабаритными деталями бурового оборудования являются различные подвижные и неподвижные детали больших габаритных размеров и сложных форм.

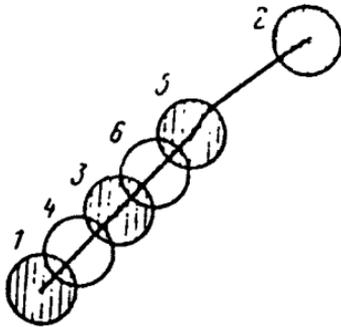


Рис. 7.6

Последовательность сверления отверстий для штифтов.

Подвижные крупногабаритные детали: эксцентриковые валы, шатуны и крейцкопфы буровых насосов, столы роторов, стаканы крюков и др.

Неподвижные крупногабаритные детали: станины лебедок и роторов, клапанные коробки и станины буровых насосов, корпуса коробок перемены передач, редукторов и компрессоров, корпуса крюков и вертлюгов.

Из-за высокой стоимости корпусных деталей перевод их в брак производится при наличии больших дефектов, когда ремонт экономически нецелесообразен или же не может быть произведен по техническим соображениям.

Основные дефекты корпусных деталей: повреждения в виде трещин, пробоины, раковин, слом шпилек, срыв резьб, коробление, износ посадочных мест под подшипники, втулки, пальцы и т.д.

При ремонте корпусных деталей в первую очередь устраняются механические повреждения и удаляются сломанные шпильки, а затем при помощи сварки заделываются трещины, раковины, свищи, пробоины. Иногда используются синтетические клеи или мастики.

Заделка трещин в неотвественных деталях может производиться способом штифтовки (рис. 7.6) или же установкой дополнительных накладок на винтах или заклепках (рис. 7.7) [7].

Ремонт металлоконструкций с трещинами также может включать операции разделки и заварки трещин, контроль наплавленного металла [13]. Так,

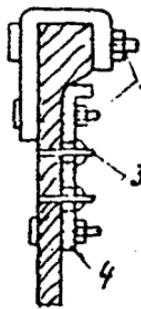
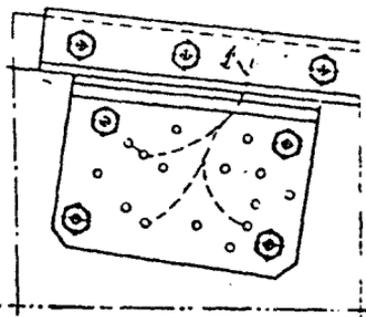


Рис. 7.7

Установка накладок
с болтами и выветышами
на месте трещины:

- 1-трещина, 2-болты, 3-вывертыши,
4-накладка.

например, несковзные трещины разделяют (вырубают) на большую глубину, чем сама трещина (рис.7.8). Разделка неглубоких трещин производится при помощи пневматических зубил, а глубокие вырезают ацетилено-кислородным пламенем. Разделка сквозных трещин осуществляется на всю толщину металла, а по их концам сверлятся отверстия с целью снижения концентрации напряжения и предупреждения дальнейшего распространения. В зависимости от толщины металла профиль заделки заменяется. Так, при толщине 16-20 мм используется V-образная форма, при большей – X-образная. Необходимо, чтобы шов был чистым, ровным с плавными переходами наплавленного металла в основной металл.

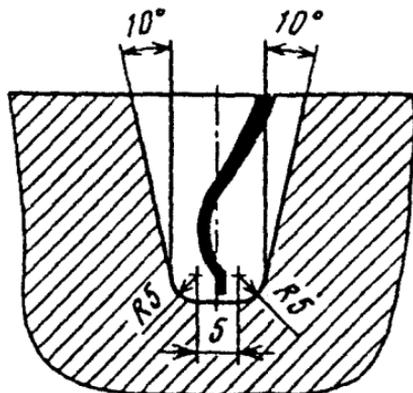


Рис. 7.8

Схема разделки несковзных трещин.

Заварка трещин производится от середины трещины к её концам или же от концов к середине. Целесообразным является предварительный нагрев концов трещин до температуры 250-260°C для снижения внутренних напряжений. Последовательность заварки трещины при многослойной сварке представлена на рис 7.9, где цифрами обозначена последовательность наложения сварных валиков. Режим сварки зависит от марки свариваемой стали.

Так, например, сварка углеродистых сталей, работающих при температуре до -40°C производится качественными электродами УОНИ

13/45, СМ-11, МР-3, ОЗС-3, ОЗС-4, УП-1/45, АНО-2, АНО-3.

Сварка несущих конструкций из углеродистых горячекатаных нормализованных и термоупрочненных сталей, работающих при обычных температурах – УОНИ 13/45, УОНИ 13/65, ДСК-50, УП-1/55, УП-2/55. Сварка и наплавка ведется электродами диаметром 3,4,5 и 6 мм постоянным током.

Далее после сварки или наплавки устраняется коробление шлифовани-ем, шабрением или же фрезерованием присоединительных плоскостей. После чего

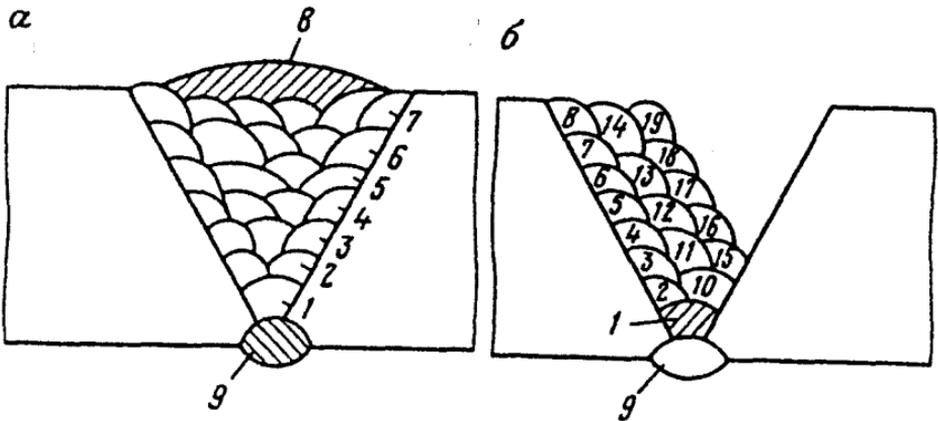


Рис. 7.9

Последовательность (показана цифрами) сварки стыка (а) и заварки трещин (б) при многослойной сварке.

восстанавливаются посадочные места под подшипники, вкладыши, пальцы и втулки металлизацией, наплавкой, гальваническими или полимерными покрытиями, а также использованием дополнительных ремонтных деталей.

7.4.1. Ремонт станины и стола ротора.

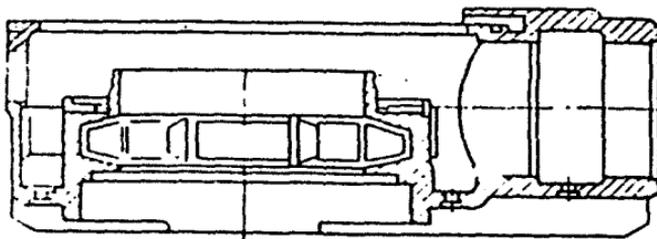
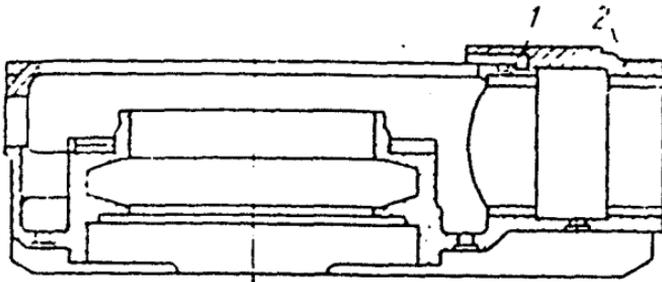
В станине ротора изнашиваются поверхности под опорным - основным подшипником и места посадок стаканов подшипников приводного вала. В результате нарушается сопряжение зубчатой пары и происходит перекос стола ротора по отношению к вертикальной оси станины, приводящий к изменению перпендикулярности осей зубчатой пары. Это обстоятельство вызывает возникновение шума и ударов в зацеплении, повышенного износа зубьев, а также местного нагрева ротора и неравномерной выработки посадочных поверхностей станины.

Восстановление изношенных поверхностей станины производится способом ремонтных размеров, дополнительных ремонтных деталей, наплавкой или металлизацией.

Для использования дополнительных ремонтных деталей в горловине ротора растачиваются изношенные посадочные поверхности на больший диаметр и запрессовываются втулки с последующей расточкой их под посадочный размер стаканов подшипников (рис. 7.10) [7]. Одновременно растачивается отверстие в станине под ось стопорной защелки и запрессовывается

штулка с последующей разверткой отверстия до требуемого размера сопряжения с осью защелки.

Основные дефекты стола ротора: износ поверхностей сопряжения стола с вкладышами, повреждения лабиринтных уплотнений, износ или повреждение резьбового соединения стола с гайкой.



Сопрягаемые поверхности стола с вкладышами и лабиринтными уплотнениями восстанавливаются электродуговой наплавкой с дальнейшей обработкой на токарном и долбежном станках.

Ремонт резьбы стола с незначительными повреждениями сводится к зачистке напильником вмятин и заусениц. При значительном повреждении резьбы и невозможности её восстановления часть стола отрезается на токарном или карусельном станке, и торец стола подготавливается под сварку. Затем приваривается надставка стола ротора (рис. 5.4) с последующей нарезкой на ней новой резьбы по подготовленной гайке.

Рис. 7.10. Ремонт станины ротора с применением дополнительных ремонтных втулок:

1 — корпус; 2 — втулка

7.4.2. ремонт корпуса вертлюга.

Характерные виды износа корпуса вертлюга: износ поверхностей, сопрягаемых с радиальными подшипниками ствола, с пальцами серьги и отверстия, в котором установлен нижний сальник.

Сопряжения с пальцами (серьги) восстанавливаются способом дополнительных ремонтных деталей. Для этого отверстия в корпусе растачиваются на больший диаметр с последующей запрессовкой, заранее подготовленных втулок, и расточкой их внутренних диаметров на номинальный диаметр (рис. 7.11).

Ремонт сопряжений корпуса с радиальными подшипниками ствола и нижний сальник производится при помощи металлизации с последующей механической обработкой на расточном станке на номинальные размеры.

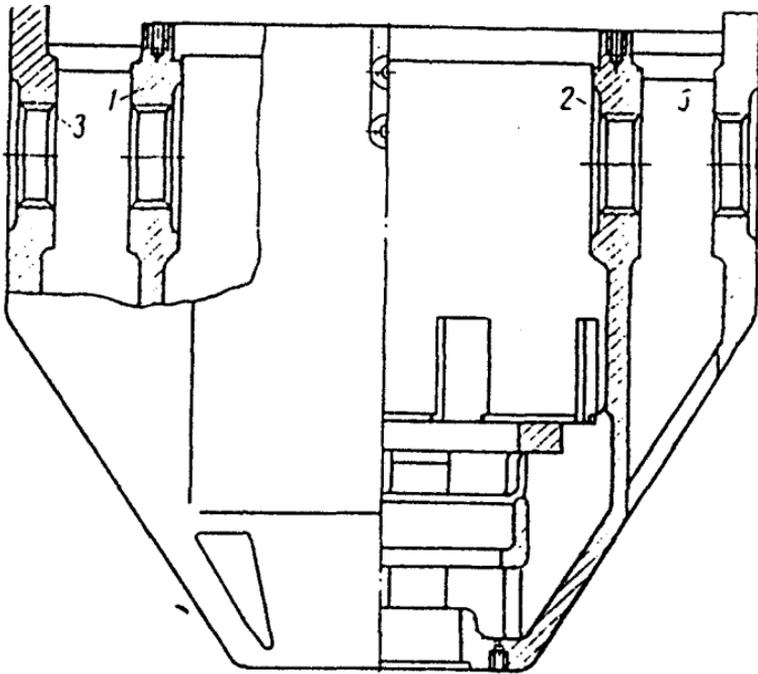


Рис. 7.11. Ремонт корпуса вертлюга способом дополнительных деталей:

1 — корпус; 2, 3 — втулки

7.4.3. Ремонт корпуса крейцкопфа бурового насоса.

К основным видам износа корпуса крейцкопфа относятся износ сопряжений с пальцем крейцкопфа и срыв резьбы под надставку штока.

Восстановление сопряжений производится, в основном, использованием дополнительных ремонтных деталей.

При этом, в обоих случаях восстановления, изношенные поверхности растачиваются на токарном станке на больший диаметр и в них запрессовываются ремонтные втулки, которые затем привариваются к корпусу следующим образом. Втулки под палец крейцкопфа привариваются сплошным швом с внешней стороны, после чего они растачиваются с одной установки на номинальный диаметр.

Втулка под надставку штока с одной стороны имеет бурт, а с другой стороны она приваривается к корпусу крейцкопфа (рис. 5.3). Далее втулка растачивается и нарезается резьба первоначального размера.

7.4.4. Ремонт клапанных коробок буровых насосов.

Основными видами износа клапанных коробок буровых насосов являются: износ упорного бурта цилиндра под уплотнение цилиндровой втулки, износ поверхностей сопряжения седел и цилиндрических втулок с корпусом клапанной коробки.

Восстановление изношенных поверхностей приводится наплавкой или способом ремонтных размеров.

В случае незначительного износа ремонт ведется при помощи электродуговой наплавки с последующей расточкой наплавленных поверхностей на расточных станках.

При значительном износе гнезд клапанов они восстанавливаются способом дополнительных ремонтных деталей. При этом гнезда клапанов растачиваются на больший диаметр с последующей запрессовкой втулки и расточкой её до первоначального размера сопряжения гнезда с седлом клапана. Надежная герметизация восстанавливаемой поверхности гнезда обеспечивается расточкой при помощи специального приспособления на конус, а при запрессовке втулки под её торец подкладывается прокладка из свинца и применяется обварка кромки запрессованной втулки. Конусная поверхность втулки под седло клапана после расточки пришабривается и притирается. На некото-

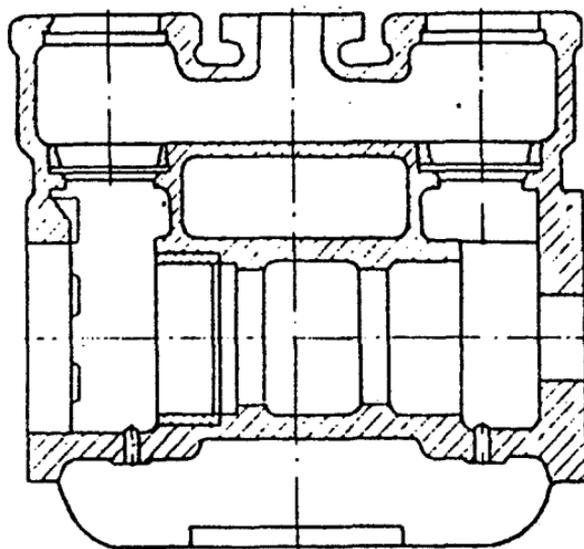


Рис. 7.12. Ремонт клапанной коробки бурового насоса способом дополнительных ремонтных деталей

рых ремонтных предприятиях втулки крепятся в гнезде клапана с помощью склеивания. В этом случае не требуется механическая обработка втулки после её запрессовки в клапанной коробке из-за отсутствия коробления после сварки.

При значительных износах мест посадок цилиндрических втулок используется способ дополнительных ремонтных деталей. В этом случае производится предварительная расточка изношенных поверхностей под цилиндрические втулки и запрессовка дополнительных ремонтных втулок (рис. 7.12).

7.7.5. Ремонт корпуса турбобура.

Корпус турбобура представляет собой основную и самую ответственную деталь, ибо при обрыве корпуса происходит авария с турбобуром. При эксплуатации турбобуров основные напряжения в корпусе имеют место в момент затяжки и от действия дополнительных динамических нагрузок и перепада давления в турбине [15]. Наибольшее число обрывов корпусов верхних секций турбобуров происходит по цилиндрической резьбе в соединении этих секций с соединительным переводником. Кроме того, наблюдаются другие дефекты, т.е. изгибы, повреждения резьб, износ упорных торцов, вмятины.

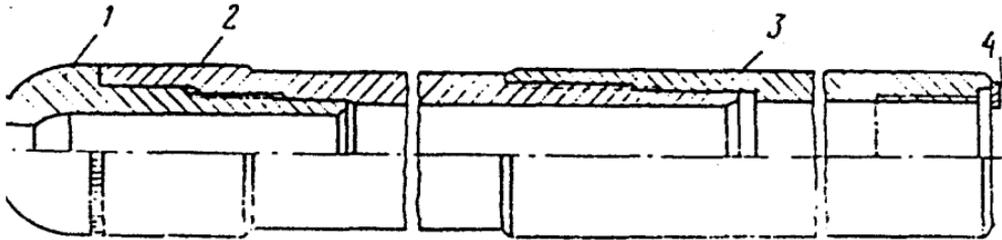


Рис. 7.13

Восстановление нижней резьбы корпуса турбобура способом замены части детали: 1 – переводник; 2 – корпус турбобура; 3 – надставка к корпусу; 4 – упорная планка.

Изгибы устраняются правкой на гидравлических прессах. Восстановление изношенных или поврежденных резьб производится способом замены части детали-корпуса. При этом, один или оба конца корпуса отрезаются и устанавливаются надставки на прессовой посадке и резьбовом соединении (рис. 7.13) [7].

Технология подготовки корпуса для установки надставки заключается в следующем. После обрезки корпуса обтачиваются пояски под надставку, между поясками нарезается резьба, сбеги которой из-за опасности ослабления корпуса заканчиваются на расстоянии не менее 40 мм от конца утолщенной части корпуса. Подобные пояски и резьба изготавливается также и на при-

соединительном конце надставки. Далее подготовленный конец корпуса нагревается на длине 400 мм до температуры 400-500°C и навинчивается надставка до упора её торца в торец корпуса. По окончании сборки стык корпуса с надставкой иногда дополнительно обваривается.

Вмятины корпуса устраняются при помощи специальной прошивки, изготовленной из отрезка отбракованного вала турбобура, соединенного с удлинителем (рис. 7.14). На конце прошивки установлены калибрующие кольца, затянутые гайкой. Корпус устанавливается на раму пресса 2 и

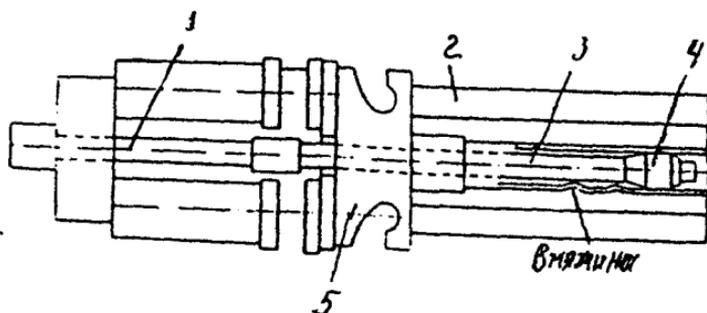


Рис. 7.14

Схема правки вмятин в корпусе турбобура:

1- удлинитель; 2 – рама пресса; 3 – вал; 4 – калибрующее кольцо; 5 – элеватор.

вводится прошивка, которая затем навинчивается на удлинитель. При этом прошивка протягивается внутри корпуса и выправляет вмятины.

Далее производится проверка резьб корпуса по шаблону и калибру. При незначительных повреждениях резьб их восстанавливают слесарно-механическими способами обработки.

Заключительные операции при ремонте машин.

К таким операциям относятся: комплектование деталей, сборка, регулировка, балансировка (при необходимости), обкатка, испытание, окраска, консервация и упаковка.

8.1. Комплектование деталей.

В качестве подготовительной операции сборки узлов, агрегатов и машин используется комплектование деталей, т.е. работы по контролю и подбору деталей для подгонки сопряжений и ускорения сборки в соответствии с техническими условиями [1]. Контроль необходим из-за того, что при ремонте используются новые и детали с ремонтными и допустимыми размерами (допустимыми износами). При подборе деталей используются комплектовочные ведомости, где указываются номера, наименования и количества деталей в узлах или агрегатах. В процессе подбора детали размещаются в удобной для транспортировки комплекта таре и работе на сборочных постах.

Узловой метод комплектования характеризуется тем, что сборка деталей выполняется в отдельности для каждого узла или агрегата. При дефектовке и сборке по системе полного обезличивания деталей комплектование по узлам выполняется также обезличенным методом с селективным подбором сопряжений деталей.

Существуют следующие способы подбора деталей в комплекты: простой, селективный, смешанный и др.

Простое комплектование заключается в подборе к базовой детали дополнительной с таким расчетом, чтобы получить нормальный зазор сопряжения.

Селективное комплектование заключается в разбивке поля допусков обеих деталей на несколько одинаковых интервалов и сортировке деталей в соответствии с этими интервалами на размерные группы. В результате к каждой размерной группе относятся детали, фактические размеры которых находятся в пределах суженного поля допуска. Эти группы сопряженных деталей необходимо маркировать. В дальнейшем сопрягаемые детали одинаковых размерных групп собираются либо без подбора в пределах размерной группы, либо с подбором из-за наличия взаимозаменяемости.

Смешанное комплектование деталей включает оба вышеуказанные способы, а именно, детали особо ответственных сопряжений комплектуются селективным способом, а менее ответственные – простым. Смешанное комплектование преимущественно применяется на ремонтных предприятиях.

Подбор по массе применяется для устранения динамической неуравновешенности кривошипно-шатунных механизмов.

Комплектование со слесарной подгонкой деталей по месту предназначено для достижения заданной точности сопряжений. Работы по пригонке выполняются в слесарно-механических цехах, и затем подогнанные комплекты после их маркировки возвращаются в комплектовочное отделение.

Затраты, связанные со сборкой тяжелого бурового оборудования, представляют собой значительную часть расходов на ремонт из-за большого объема пригоночных работ. Эти работы производятся ручным или полумеханизированным способом, которым не всегда достигается требуемое качество сборки. В связи с этим, при разработке технологии сборки машин необходимо предусматривать сокращение пригоночных операций использованием компенсаторов. Компенсаторы представляют собой дополнительные устройства для регулирования размеров или перемещения отдельных деталей и возмещения погрешностей замыкающего звена размерной цепи из-за расширенных допусков на размеры. Компенсаторы разделяются на два класса:

- 1) самоустанавливающиеся - муфты со скользящими втулками, муфты – карданы, пружины и другие эластичные элементы;
- 2) регулируемые – набор прокладок, резьбовых, клиновых и конусных деталей – компенсаторов, эксцентриков и др.

8.2. Балансировка деталей и узлов.

Вращение деталей (узлов) таких как коленчатых валов, маховиков, дисков, карданных валов, роторов и др. вызывает возникновение неуравновешенных центробежных сил. Эти силы возникают, когда центр тяжести тела не лежит на оси вращения и ось вращения не является главной осью инерции. При этом для выполнения первого условия необходимо статическое уравновешивание детали или узла, а для выполнения обоих условий – динамическое.

Неуравновешенность деталей и узлов возникает из-за неточности размеров и несимметричным расположением массы детали относительно оси её вращения. Например, неправильная обработка и сборка деталей или неточность взаимной соосности (центровки) сопрягаемых деталей при совместном их вращении в узле являются причинами неуравновешенности вращающихся деталей и узлов и машин.

Неуравновешенность очень вредна, так как она приводит в вибрации, повышенному износу и ускоренному разрушению деталей и узлов. Устранение неуравновешенности при ремонте – одно из надежных условий повышения ресурса отремонтированных машин и их агрегатов.

Проявление неуравновешенности обнаруживается при прикреплении к уравновешенному маховику груза. В этом случае центр тяжести смещается от оси его вращения в сторону груза. Данный случай представляет собой статическое неуравновешивание детали. При вращении маховика возникает неуравновешенная центробежная сила P_d пропорциональная величине неурав-

новешенной массе, эксцентриситету и квадрату окружной скорости вращения маховика:

$$P_y = mrw^2 = \frac{Qr}{g} \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \quad (8.1)$$

где m – неуравновешенная масса, кг; W – окружная скорость маховика, 1/с; Q – масса вращающейся детали, кг; g – ускорение свободного падения, см/с²; r – эксцентриситет центра тяжести детали, см; n – частота вращения, мин⁻¹.

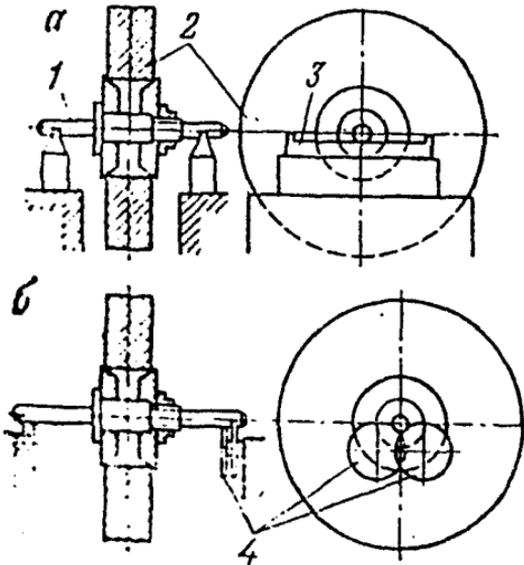


Рис. 8.1

Приспособления для статической балансировки деталей:

а – на призмах; б – на роликах; 1 – оправка; 2 – балансируемая деталь; 3 – призматические параллели; 4 – ролики.

Статическая балансировка заключается в установке детали на горизонтальных призмах (рис. 8.1, а) или роликах (рис. 8.1, б) с малым сопротивлением в опорах. Балансируемая деталь (маховик) устанавливается на точно обработанную строго цилиндрическую оправку и две параллельные строго горизонтальные призмы. Из-за наличия неуравновешенной массы деталь самопроизвольно повернется и установится таким образом, что неуравновешенная масса будет находиться в крайнем нижнем положении (рис. 8.2, а).

Балансировка детали производится с помощью прикрепления груза на диаметрально противоположной стороне (по отношению к неуравновешенной массе) с такой массой, при которой после поворота детали на призмах на любой угол она оставалась бы неподвижной (рис. 8.2, б). В этом случае

должно быть равенство $Q_n r = Q_y R$, где r и R – соответственно расстояние центров тяжести неуравновешенной и уравнивающей масс от оси вращения.

Дисбаланс устраняется высверливанием (опиловкой) металла с утяжеленной стороны детали или же установкой дополнительных грузов (шайб) и т.п.

Точность балансировки определяется силой трения, появляющейся между призмами (роликами) и шейками вала или оправки, на которой укреплена проверяемая деталь. Считается, что статическая балансировка на роликах точнее, чем на призмах [1].

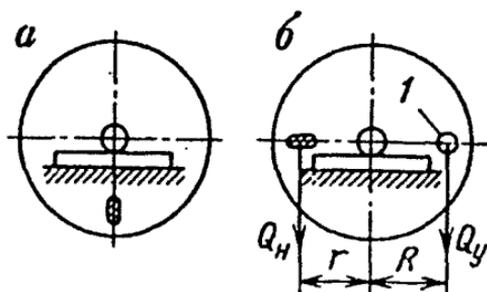


Рис. 8.2.

Схема статического уравнивания детали:
а – неуравновешенная; б – уравниваемая, 1 – груз.

При осуществлении статической балансировки неуравновешенной массы m уравнивающим грузом Q (рис. 8.3, а) при вращении вала могут возникать центробежные возмущающие силы F_1 и F_2 , создающие момент $F_1 l$.

Этот момент стремится повернуть ось вала на некоторый угол вокруг его центра тяжести. В результате имеет место динамическое неравновесие вала (рис. 8.3, б) и его опоры испытывают дополнительную нагрузку, которая является причиной вибраций работающего агрегата (машины). Момент $F_1 l$ пары сил можно уравновесить другой парой сил двух масс $m_1 = m_2$, создаваемых при вращении вала момент $P l$ противодействующий моменту $F_1 l$ и уравнивающий его.

Главный критерий при оценке применения статической балансировки – форма и соотношение размеров деталей. В случае, когда длина детали значительно больше диаметра (рис. 8.3, б), при вращении возникает динамическая неуравновешенность. Поэтому статическая балансировка эффективна для

уравновешивания деталей дисковой формы, так как их диаметр d значительно больше высоты h (табл. 8.1) [7].

Таблица 8.1

Рекомендуемые пределы применения статической балансировки.

Отношение h/d	Частота вращения (в об/мин) детали в машине		
	невысокой точности	средней точности	высокой точности
0,25	6000	3000	1500
0,50	3000	1500	800
0,75	1500	800	400
1,00	750	400	200

Динамическая балансировка применяется для деталей и узлов, у которых длина больше диаметра. Установление величины и направления неуравновешенных центробежных сил и их ликвидация называется динамической балансировкой. Эта балансировка применяется на балансировочных станках различной конструкции.

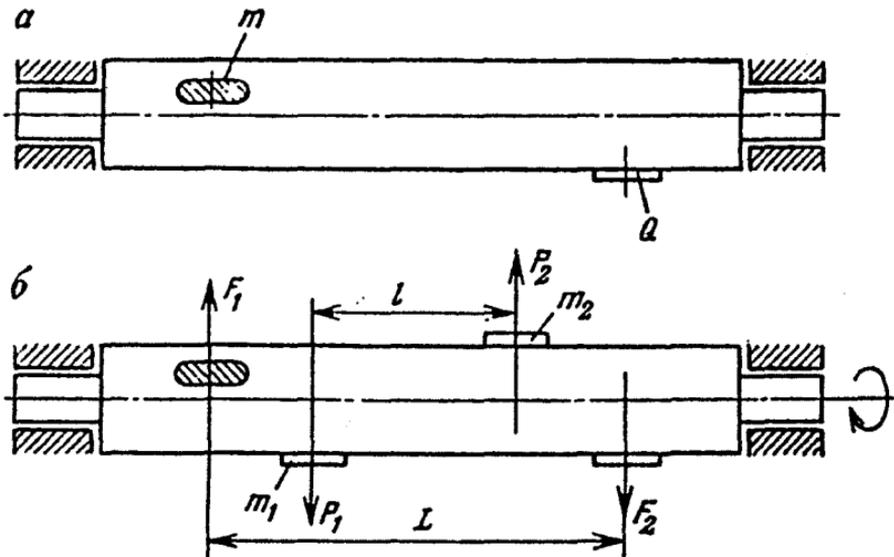


Рис. 8.3.

Схема динамического уравновешивания детали:
а – в статическом состоянии; б – при вращении вала.

При динамической балансировке, помимо установки дополнительных уравновешивающих масс m_1 и m_2 (рис. 8.3, б), возможно удаление с утяжеленных мест равных масс металла. Схема динамической балансировки приведена на рис. 8.4.

Технология динамической балансировки деталей на станках, применяемых при мелкосерийном ремонте, представлена на рис. 8.5.

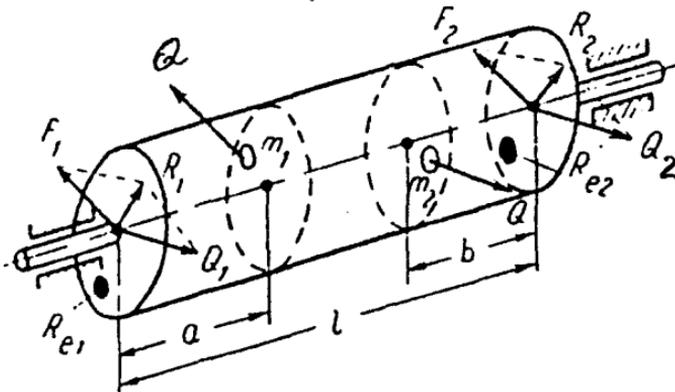


Рис. 8.4. . Схема балансировки детали при динамической неуравновешенности

Деталь для балансировки устанавливается в подшипниках 4, закрепленных на раме 1, качающейся на передвигной опоре 2. Концы рамы прикреплены к пружинам 3. Установив опору под левый конец рамы, приводят деталь во вращение с помощью привода с надежной разъединительной муфтой. Вращая деталь с необходимой частотой вращения, с помощью муфты отсоединяют привод. При воздействии неуравновешенной массы правый конец детали будет вибрировать с частотой, равной частоте вращения. В случае изменения частоты вращения и совпадения частоты вращения с частотой собственных колебаний системы возникает резонанс, и амплитуда колебаний детали достигает максимального значения. При этом, производится измерение амплитуды колебаний и определение направления колебаний.

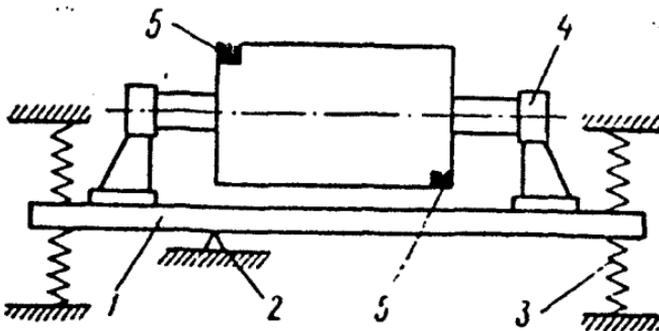


Рис. 8.5. . Схема станка для динамической балансировки

Затем, установкой груза 5 на краю детали и повторным вращением детали, с одновременной корректировкой величины и местонахождения груза, достигается уравнивание детали с правой стороны. После этого, опора 2 передвигается под правый край детали и аналогично проводится уравнивание детали с левой стороны. Проверка качества балансировки детали в целом производится установкой передвижной опоры 2 посередине длины и повторным вращением её. Вибрация детали при этом должна быть минимальной в пределах, установленных техническими условиями. Коленчатые валы, имеющие много опор, необходимо устанавливать не менее чем на три опоры, т.е. на две крайние и одну среднюю.

Балансировочные станки современных конструкций оснащаются дополнительными механическими или электрическими устройствами для повышения точности определения величины и места расположения неуравновешенной массы, чем достигается значительное ускорение операции балансировки.

8.3. Сборка оборудования.

Сборкой называется последовательное соединение деталей в сборочные единицы и агрегаты, которые затем соединяются в машину. Процесс сборки машин при ремонте принципиально не отличается от сборки при изготовлении машин. Однако существуют свои особенности сборки при ремонте, заключающиеся, например, в организационных формах, уровне механизации и др.

Технологической схемой сборки определяется её последовательность, которая условно изображает включение деталей и сборочных единиц в сборку, а также проведение контрольных и дополнительных операций при сборке.

В соответствии со схемой сборки, являющейся основным оперативным документом, планируется производство, производится сборочный процесс и комплектование машины, подача сборочных единиц и деталей в определенной последовательности к местам сборки.

В зависимости от принципа сборки, зависящего в свою очередь от степени специализации и технической оснащенности ремонтного предприятия, осуществляется процесс комплектования сборочных единиц.

Существует три основных принципа сборки [14].

Принцип полной взаимозаменяемости деталей, т.е. использование любой детали без дополнительной пригонки для сборки сборочной единицы (узла). В этом случае сборка сводится лишь к соединению деталей. Этот принцип достигается использованием прогрессивной технологии изготовления, измерительных средств и всевозможных приспособлений для достижения точности. Эти требования не всегда возможно и выгодно выполнять при ремонте. В связи с чем, этот принцип при ремонте бурового оборудования не применяется.

Принцип ограниченной взаимозаменяемости заключается в изготовлении и ремонте деталей с относительно широкими допусками по сравнению с принципами полной взаимозаменяемости, и требуемая точность сборки достигается применением частичной пригонки (2-10% от общего числа соединений в машине) соединяемых деталей, сортировке деталей по размерам, использовании компенсаторов и подборе деталей.

При использовании сборки с частичной пригонкой допускается расширение допусков на отдельные размеры деталей, подгоняемых по месту при комплектовании для достижения необходимой посадки.

Применение сортирования деталей при сборке позволяет изготавливать детали с относительно широкими допусками и при комплектовании они сортируются по размерам на несколько групп в пределах более жестких допусков. Таким образом, возможно обеспечить необходимые посадки при относительно широких допусках на изготовление и ремонт деталей, и кроме того, использовать детали, имеющие износ.

Обеспечение необходимых посадок при сборке достигается также введением специальных деталей-компенсаторов, представляющих собой прокладочные кольца, мерные шайбы, конусные разрезные втулки и др.

Сборка с подбором производится непосредственно по месту слесарем с помощью щупа. При этом не достигается высокая точность и поэтому способ может применяться при сборке неотчетливых узлов.

Принцип ограниченной взаимозаменяемости деталей при сборке используется на специализированных предприятиях по ремонту бурового оборудования при ремонте большого количества однотипного оборудования и возможности применения прогрессивной технологии изготовления и ремонта деталей.

Точность сборки при индивидуальной пригонке деталей достигается пригонкой их по месту с помощью опилочки, пришабривания, притирки, полирования, развертывания отверстий, гибки соединяемых деталей. Качество этой пригонки зависит от квалификации и опыта слесаря. Однако, этот метод широко применяется при ремонте бурового оборудования индивидуальным методом, несмотря на его трудоемкость.

Существует простая организационная форма сборки – *стационарная сборка без расчленения процесса по операциям* [7]. При этом, машины собираются на одном рабочем посту, на который поступают все детали и собранные сборочные единицы, а объект сборки неподвижен. Подобная сборка обычно производится из предварительно собранных сборочных единиц и поэтому сокращается длительность общей сборки, которая ведется одной бригадой. При стационарной сборке расширяется фронт работ, так как сборка нескольких сборочных единиц может вестись одновременно.

Сборка с *операционным расчленением процесса* заключается в том, что в процессе сборки машины она остается неподвижной или же перемещается в течение всей сборки одной бригадой, члены которой специализируют-

ся на выполнении конкретных операций (работ). При этом повышается производительность труда вследствие более высокой специализации сборщиков.

Стационарная сборка без расчленения и с частичным расчленением процесса достаточно широко используется на базах производственного обслуживания. Полное операционное расчленение процесса сборки характеризуется тем, что каждый сборщик выполняет только одну сборочную операцию на соответствующей машине и после её выполнения переходит на следующую машину. В случае ремонта большого количества однотипных машин используется поточный метод сборки, который имеет следующие два вида:

- 1) поточная сборка при ремонте тяжелых крупногабаритных машин, характеризующая тем, что объект сборки неподвижен, а сборщик или бригада выполняет только одну операцию, передвигаясь от одной машины к другой;
- 2) поточная сборка, отличающаяся тем, что объект сборки перемещается вручную (по специальному верстаку, рольгангу при помощи тележки) или же при помощи механических транспортирующих средств непрерывного (например, конвейер) или прерывного действия (пластинчатый конвейер, тележки, передвигающиеся при помощи замкнутой цепи и т.д.).

При поточной сборке следует использовать принцип полной взаимозаменяемости деталей. Поточная сборка имеет следующие преимущества по сравнению со стационарной сборкой: меньшая длительность сборки и необходимо меньшее число сборщиков при прочих равных условиях, более высокая производительность и меньшая себестоимость ремонта. Общие соображения при выборе вида и организации сборки: число ремонтируемых машин, их конструкция, масса и габариты. Рекомендуется установить технико-экономическую целесообразность поточной сборки при необходимости ремонта большого числа машин [7].

8.4. Обкатка и испытание отремонтированных машин.

Буровое оборудование после ремонта должно отвечать техническим требованиям качество ремонта характеризуется наличием фактических эксплуатационных показателей, таких как развиваемая мощность, частота вращения, производительность, грузоподъемность, давление и др., а также правильностью взаимодействия отдельных узлов и агрегатов.

После сборки сборочной единицы, агрегаты или машины в целом обязательно проводится окончательный контроль. При этом, наружным осмотром определяется комплектность, степень затяжки крепежных деталей, правильность установки кожухов и т.д. После устранения неисправностей, выявленных при наружном осмотре, система смазки машины заправляется маслом.

Затем отремонтированное оборудование испытывается с целью проверки правильности сборки и пригонки его деталей и узлов, а также приработки сопряжений в узлах и агрегатах.

Оборудование испытывается, как правило, на стендах, позволяющих создавать в процессе испытаний условия функционирования, близкие к эксплуатационным. В случае проведения ремонта на буровой испытание оборудования производится на месте установки [14].

До пробного пуска машины, её механизмы прокручиваются вручную для проверки отсутствия касания движущихся деталей с кожухами или другими деталями, скрежета и стуков, а также наличия плавности вращения.

При пробных пусках оборудования на холостом ходу производится регулировка затяжки сальников, уплотнений и других соединений, проверка поступления масла к точкам смазки.

По завершении всех подготовительных работ к пуску следует обкатка оборудования на холостом ходу, длительность которой задается техническими условиями на испытание.

Обкатка или приработка различается на холостую и горячую. Холодная обкатка заключается в испытании машины без нагрузки и привода её в действие от постороннего источника энергии. При применении горячей обкатки полностью собранная машина прирабатывается под нагрузкой. В качестве нагрузки используются механические, электрические и гидравлические тормоза или же иные устройства. Двигатели внутреннего сгорания, компрессоры обкатываются вначале в холодном состоянии, а затем в горячем. Редукторы подвергаются только холодной обкатке.

По окончании обкатки на холостом ходу, регулировки и устранения обнаруженных неисправностей проводятся испытания под нагрузкой. При этом нагрузка увеличивается постепенно в несколько этапов через определенные промежутки времени в соответствии с техническими условиями на испытание.

В процессе обкатки оборудования проводятся тщательные наблюдения за режимом работы, т.е. температурой подшипников и масла, состоянием трущихся поверхностей, шумами и вибрацией машины, изменениями потребляемой мощности. При обкатке под нагрузкой замеряются такие параметры как, например, производительность, давление, число оборотов, грузоподъемность, подача и т.д. В случае нагрева подшипников и масла выше допустимого, изменении потребляемой мощности или появлении шумов, вибрации и стуков, свидетельствующих о наличии неисправностей в машине, которые подлежат немедленному устранению.

Испытание производится с целью проверки правильности сборки и пригонки отдельных частей машины и осуществления приработки трущихся поверхностей сопряженных деталей. Из-за наличия неизбежных отклонений размеров в пределах допусков на изготовление и сборку и неровностей поверхностей деталей после механической обработки площадь поверхностей сопряженных деталей в начале обкатки имеет малую величину. Однако, при

приработке трущиеся поверхности интенсивно изнашиваются вследствие сглаживания или истирания микронеровностей, в результате площади соприкосновения трущихся деталей при приработке увеличиваются до номинальных размеров. В процессе обкатки необходимо обеспечить обильную смазку машины для охлаждения трущихся поверхностей деталей и удаления продуктов износа, а также предотвращения появления задиров.

При правильно проведенной обкатке машины имеет место хорошая приработка деталей и обеспечивается надежность и увеличение срока службы машины.

Продолжительность обкатки устанавливается техническими условиями в зависимости от конструктивных особенностей оборудования и составляет от 8 до 72 часов.

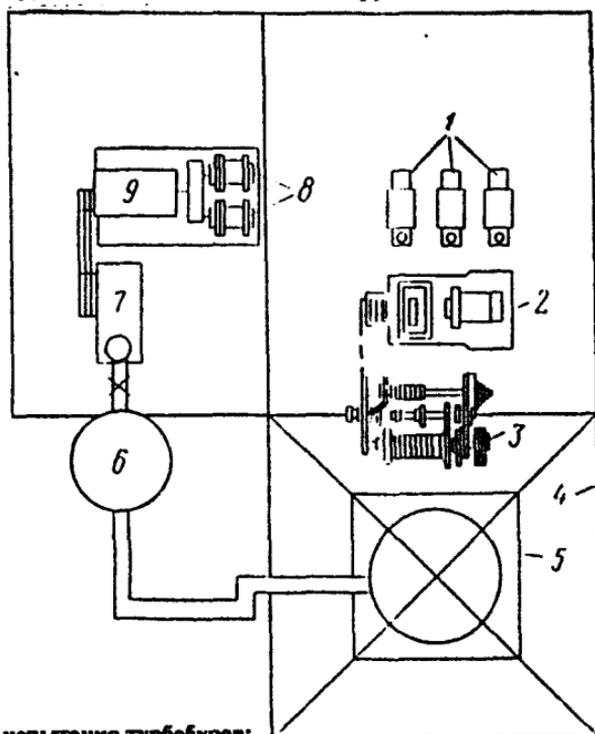


Рис. 8.6.

Схема стенда для испытания турбобуров:

1-станция управления; 2-редуктор; 3-лебедка; 4-вышка; 5-ротор; 6-емкость с промывочным раствором; 7-буровой насос; 8-электродвигатель; 9-агрегат форсированного бурения.

При наработке машинной на стенде заданной продолжительности и устойчивой работе всех её механизмов, а также нормальной температуре масла, допустимом шуме и номинальных параметрах, т.е. производительности, давления, мощности и др., машина считается прошедшей испытания и принимается из ремонта. После окончания испытания производится окраска и консервация машины.

Сдача оборудования из ремонта оформляется приемно-сдаточным актом. Сведения о ремонте и результаты испытания фиксируются в техническом паспорте оборудования.

Как правило, испытания машин проводятся в условиях максимально приближенных к эксплуатационным. Для обеспечения таких условий создаются специальные стелы. Рассмотрим схемы стел и проводимые на них испытания турбобуров и вертлюгов [7].

Схема стелы для испытания турбобуров представлена на рис. 8.6. Стел имеет металлическую вышку высотой 27 м, лебедку с приводом и станцией управления, ротор, буровой насос с приводом, скважину глубиной 15-20 м и металлическую емкость до 15 м³ с градуированной рейкой. Циркуляция промывочной жидкости производится по замкнутой системе, и фактическая подача насоса определяется с помощью замерной рейки. В состав стелы входит контрольно-измерительная аппаратура и набор приспособлений для замера высоты подъема вала верхней секции, приспособления для запуска турбобура и измерения утечек, моментомер для замера тормозного момента, тахометр и регистрирующие манометры.

Расход промывочной жидкости при обкатке турбобура на стеле приблизительно такой же, как при эксплуатации, т.е. в процессе его работы в скважине.

При обкатке проверяется плавность запуска турбобура; перепады давления на турбобуре при запуске, холостом режиме и торможении; герметичность резьбовых соединений; расход жидкости через ниппель; посторонние шумы; биение вала; температура в опорах; величина осевого люфта.

Перед обкаткой секционных турбобуров, дополнительно проверяется правильность их регулировки.

Схема стелы для обкатки вертлюгов приведена на рис. 8.7.

В состав стелы входят: мачта для подвешивания вертлюга, привод для вращения ствола вертлюга, домкраты с траверсой для создания нагрузки на вертлюг. Мачта высотой 8 м от основания до верхней площадки, на которой смонтированы подшипники верхней траверсы. Штроп вертлюга надевается на траверсу.

Нижняя часть мачты снабжена приваренными поперечинами для установки двух гидравлических домкратов. Плунжеры домкратов передают усилия нижней подвижной траверсе, переводник которой при помощи резьбы соединен с рабочей трубой. Нижняя траверса поддерживается домкратом, установленным в основании пола по оси мачты.

Привод представляет собой индивидуальный привод к ротору ПИРШ-4-2, состоящий из сварной рамы со смонтированными на ней двумя электродвигателями и четырехскоростной коробкой передач.

Рабочая труба своим верхним концом присоединена к ниппелю ствола вертлюга, а нижняя её часть проходит в отверстии стола ротора.

По трубопроводам гидравлической системы подается и отводится насосом масло к домкратам.

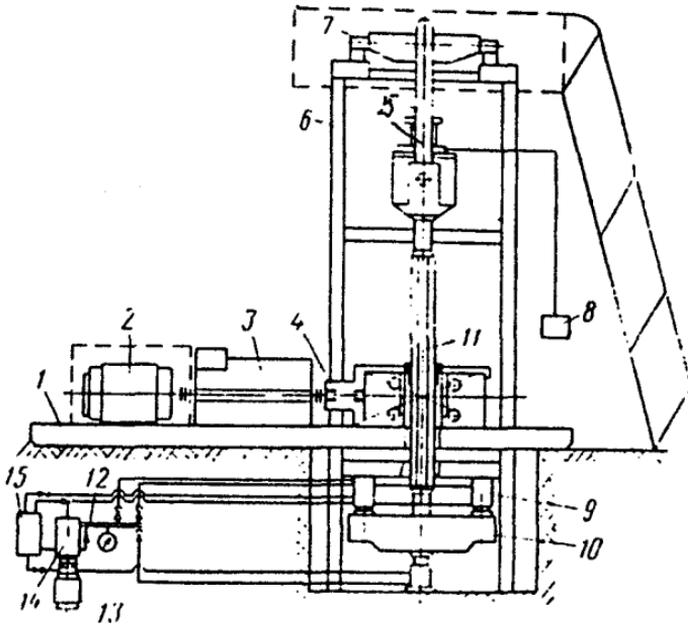


Рис. 8.7

Схема стэнда для обкатки вертлюгов:

1-рама; 2-электродвигатель; 3- коробка перемены передач; 4-ротор; 5-вертлюг; 6-мачта; 7-верхняя траверса; 8-аппаратура для регистрации температуры; 9-домкрат; 10-нижняя траверса; 11-рабочая труба; 12-нагнетательный коллектор; 13-электродвигатель насоса; 14-насос; 15-емкость для масла.

Контроль давления в гидравлической системе производится манометрами, а уровень масла в коробке перемены передач определяется уровнемерами.

Вращение стволу вертлюга передается через коробку передач, ротор и рабочую трубу. Домкратами создается нагрузка на вертлюг. Усилие от домкратов передается на нижнюю траверсу и далее через рабочую трубу на ствол вертлюга.

После полной сборки вертлюга без грязевой трубы и манжет грязевого сальника вертлюг устанавливается на стэнд. В соответствии с техническими условиями в корпус вертлюга заливается масло в необходимом объеме.

В процессе обкатки нагрев масла не должен быть выше 60°C . Замер температуры производится с помощью хромель-никелевых термопар, помещаемых внутрь корпуса вертлюга через заливочное отверстие с регистрацией её потенциометром.

8.5. Окраска оборудования после ремонта.

Буровое оборудование обычно работает под открытым небом и подвержено воздействию атмосферных осадков, повышенной влажности, а также различных агрессивных сред. В связи с чем необходима защита оборудования от коррозионного разрушения. Наиболее эффективный способ защиты от коррозии – окраска поверхности оборудования. Окраска производится после полной сборки, обкатки и контрольных испытаний машины. При хорошем состоянии на машине старой краски подкрашиваются лишь поврежденные места. Отдельные детали и узлы окрашиваются до сборки для защиты их внутренних поверхностей от коррозии.

Надежное предохранение оборудования от коррозии обеспечивается наличием определенных свойств у лакокрасочных покрытий, а именно: сплошностью пленки, хорошим сцеплением с металлической поверхностью, стойкостью к действию масел, топлива, повышенной влажности, водной среды и др. Иногда к покрытиям могут предъявляться специальные требования: сопротивление истиранию, теплостойкость, стойкость к действию кислот, щелочей и т.д. [7].¹ Для удовлетворения этим требованиям, а также обеспечения достаточной долговечности покрытия необходим правильный выбор состава лакокрасочного покрытия и технологии его нанесения.

К лакокрасочным материалам относятся: грунты, шпатлевки, лаки, эмали. Каждый материал имеет свое целевое назначение. Грунты предназначены для хорошего сцепления металлов с последующими слоями покрытий и создания надежного антикоррозионного покрытия. Шпатлевки используются для выравнивания неровностей и крупных изъянов на окрашиваемой поверхности. Лаки и эмали применяются для создания наружных слоев покрытия и получения механически прочных и химически инертных пленок к воздействию окружающей среды.

Технология нанесения покрытия зависит от назначения покрытия, условий эксплуатации оборудования и возможностей использования принятой технологии окраски на данном предприятии.

Технологический процесс окраски включает следующие операции: подготовку поверхности под окраску, грунтовку, шпатлевку, нанесение наружных слоев, сушку покрытия. Качество окраски зависит от тщательности очистки поверхностей от ржавчины, окислы, минерального масла, жировых и других загрязнений, снижающих сцепляемость покрытий с металлом. Старая краска с дефектами (отслаивание, вздутие) удаляется специальными растворами, а при небольшой площади окраски стальными щетками и скребками.

При первичной окраске крупногабаритных машин и деталей они очищаются дробеструйной обработкой и механизированным ручным инструментом.

Для обезжиривания небольших участков поверхности применяются такие растворители как ацетон, уайт-спирит и бензин. Обезжиривание произ-

водится с помощью кистей и тряпок. Обезжиривание крупногабаритных деталей и машин осуществляется в моечных машинах и моечных установках. При обезжиривании растворителями не требуется последующая промывка водой, необходимая после щелочных растворов. В качестве недостатков растворителей является их взрывоопасность, а значит, сложность механизации процесса.

Лакокрасочные материалы наносятся в определенной последовательности. Так, для покрытий, работающих в атмосферных условиях, рекомендуется нанесение 1-2 слоя грунта, шпатлевку и 2-3 слоя эмали. Для водостойких и химически стойких покрытий число слоев эмали увеличивается. Подбор состава покрытия производится для каждого конкретного случая с учетом предъявляемых к нему требований.

Промышленностью выпускается большая номенклатура лакокрасочных материалов различного назначения. Так, антикоррозионная защита оборудования, при работе его на открытом воздухе, осуществляется с помощью следующих эмалей: перхлорвиниловых ХВ-124, ХВ-1113, пентафталевых ПФ-115, меламиноалкидных МЛ-12 и МЛ-111.

Защита деталей от воздействия агрессивных сред производится нанесением химически стойких покрытий на основе эмалей ЭП-225, ПХВ, лаков, ХСЛ-3, ХС-76, КФ-252 и др.

Для защиты оборудования от воздействия топлива и минеральных масел используются эмали ВЛ-515, ВЛ-725, ЭП-711, ФЛ-724-1, ПФ-115 и т.д. Данные о стойкости лакокрасочных покрытий в водных средах приведены в табл. 8.2.[7].

Выбор грунта зависит от природы наносимых лакокрасочных материалов. После нанесения грунта и его сушки производится шпатлевка. Широкое применение получили грифталевый грунт ГФ-020 и фенольный грунт ФЛ-ОЗК, для эпоксидного покрытия применяется обычно эпоксидный грунт. Толщина грунта не превышает 15-20мм. Грунт, являющийся основой лакокрасочного покрытия, должен иметь высокое сцепление с металлом. Шпатлевка не влияет на защитные свойства покрытия и при неправильном нанесении может снизить прочность и вызвать растрескивание покрытия. Типы применяемых шпатлевок: Э-4020, ЭП-00-10, Э-4022 и др.

По окончании шпатлевки она сушится, и затем производится механическая зачистка поверхности абразивными шкурками и наносятся основные слои покрытия. Так, например, защита поверхности от воздействия химических агрессивных сред осуществляется окраской эмалями.

Покрытие	Характеристика покрытия	Условия эксплуатации	Ориентировочный срок службы
Фенольное	Бакелитовый лак с алюминиевой-пудрой толщиной 40 мкм	Проточная пресная вода при температуре до 100°C	>12 мес.
Фуриловое	На основе лака ФЛ-1 толщиной 200 мкм	Пресная вода при температуре 95°C	<6 мес.
Сополимерно-винилхлоридное	На основе солимера СВХ-40 толщиной 200 мкм	Пресная вода при температуре до 40°C	24 мес.
Полистирольное	Протекторный грунт типа ПС (на основе эмульсионного полистирола и цинковой пыли) толщиной 150 мкм.	Морская вода при температуре до 100°C	>12 мес.
Полиуретановое	Эмаль УР-81 по одному слою грунта УР-012К толщиной 150 мкм	Пресная вода при температуре до 40°C	>12 мес.
Эпоксидное	Эмаль на основе смолы Э-41 с алюминиевой пудрой по одному слою грунта Э-4021 толщиной 200 мкм	Пресная вода при температуре до 40°C	<12 мес.

В зависимости от способа нанесения покрытия вязкость лакокрасочных материалов регулируется органическими растворителями.

Способы нанесения лакокрасочных покрытий: кистью, распылением, окунанием, обливом. Выбор способа зависит от серийности ремонта, габаритов и конфигурации окрашиваемых изделий.

Наиболее распространен на предприятиях нефтяной и газовой промышленности способ воздушного распыления лакокрасочных материалов при помощи пистолета-краскораспылителя марки 0-45 [7]. Пистолет имеет следующие параметры: максимальная производительность 200 м²/ч, расход

сжатого воздуха до $25 \text{ м}^3/\text{ч}$, давление воздуха 0,3-0,4 МПа. Пистолет используется вместе с красконагнетательным бачком марки 0-20 объемом 20л.

Окраска деталей небольших размеров проводится окунанием или же распылением. Устранение подтеков краски достигается дополнительной обработкой деталей в специальной камере парами растворителей. С целью уменьшения потерь лакокрасочных материалов рекомендуется применение окраски распылением в электрическом поле высокого напряжения. Для чего коронирующий электрод вводится в устройство для распыления краски, а окрашиваемая деталь заземляется. В процессе распыления частицы краски получают заряд и оседают, благодаря направленному движению, тонким слоем на металлической поверхности, заряженной противоположным знаком.

Качество покрытия в значительной степени зависит от правильности проведения сушки лакокрасочных материалов, так как при этом испаряется растворитель, и имеют место сложные физико-химические превращения в полимерном материале. Скорость этих превращений определяется температурой и продолжительностью процесса отверждения.

Сушка может проводиться при нормальной или же повышенной температуре.

Иногда используется смешанный режим сушки (отверждения): вначале при нормальной температуре, а затем в течение определенного времени – при повышенной. Для получения повышенных температур применяются специальные нагревательные устройства, в которых нагрев производится горячим воздухом, электрическими нагревателями, газом или паром. Помимо указанных способов сушки, она успешно осуществляется с помощью инфракрасных излучателей и индукционных печей, использующих токи высокой или промышленной частоты.

Природа лакокрасочного материала и способ нагрева определяют собой продолжительность сушки, которая может изменяться в широких пределах.

При окраске машины сохраняются или восстанавливаются заводские надписи: марка машины, наименование завода – изготовителя, год выпуска и т.д., а также предупредительные надписи по технике безопасности.

Подвижные детали, предохранительные клапаны, трубопроводы систем смазки, охлаждения и топливоснабжения машин окрашивается в цвета, предусмотренные ГОСТом.

Вращающиеся части механизмов, аварийные выключатели, рычаги и штурвалы, паропроводы и противопожарный инвентарь окрашивается в красный цвет, который указывает на непосредственную опасность.

Оборудование, окрашенное в желто-оранжевый цвет или желтый с черными полосами, предупреждает о возможной опасности (талевый блок, крюк, вертлюг, клинья, элеваторы, машинные ключи, нагнетательная обвязка насосов и газовые линии).

Ресиверы и воздухопроводы окрашиваются в голубой цвет, а водопроводы – в зеленый.

Крупногабаритные металлоконструкции: вышки, лестницы, периллы, основания и фермы имеют серебристую окраску.

8.6. Консервация и упаковка оборудования после ремонта.

Оборудование после ремонта подлежит консервации и упаковке. Консервация различными покрытиями защищает обработанные металлические поверхности деталей от коррозии, а упаковка защищает окрашенное и законсервированное оборудование от механических повреждений и атмосферного воздействия в процессе транспортировки и хранения на складах и базах до начала монтажа. Сохранность консервационного покрытия оборудования зависит от степени очистки его поверхности от химических и механических загрязнений. В зависимости от марки металла, класса чистоты обработки поверхности, наличия различных покрытий, габаритных размеров и степени загрязнения выбирается метод очистки поверхности.

Влага, жировые пятна, эмульсия после металлообработки с поверхности крупногабаритных деталей удаляются бензином, уайт-спиритом или другими растворителями кистями или пульверизаторами. Затем смоченные поверхности насухо обтираются и просушиваются сжатым воздухом.

Химические загрязнения смываются с поверхностей небольших деталей щелочными растворами в ваннах или моечных машинах.

Коррозия с поверхностей деталей, изготовленных из черных металлов, удаляется мелкой шлифовальной шкуркой, пропитанной индустриальным маслом. Поверхности деталей из цветных металлов очищаются от коррозии тонким порошком пемзы или шлифовальной шкуркой, смоченной уайт-спиритом или трансформаторным маслом.

Поверхности высокого класса чистоты очищаются от коррозии тонкой (7-10мкм) пастой ГОИ, растертой с индустриальным маслом в соотношении 1:1. После зачистки шероховатость поверхности должна иметь чистоту, заданную в чертеже. По окончании механического удаления коррозии поверхность промывается бензином или уайт-спиритом, тщательно протирается и сушится. Удаление ржавчины химическим способом заключается в обработке 10%-ным раствором ортофосфорной кислоты.

Крупногабаритные детали консервируются техническим вазелином, смазками УНЗ, ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203 и др. Консистентные смазки наносятся на поверхность в расплавленном состоянии с нагревом их до температуры 70-90°C в ваннах с электро- и пароподогревом.

При небольших размерах детали погружают в нагретую смазку. Смазки ЦИАТИМ могут использоваться и в холодном состоянии. Нанесение ингибируемых смазок НГ-203А, Б,В; К-17 производится кистью или пульверизатором при нагреве их до температуры 50-80°C.

Консервация деталей из алюминия, меди и их сплавов осуществляется использованием расплавленного технического вазелина или смазки ПВК. Консервация зубчатых передач после испытания и удаления рабочей смазки

производится ингибиторными смазками с антикоррозионными и антифрикционными свойствами. Удаление ингибиторной смазки из механизма производится с помощью введения рабочего масла, работе вхолостую в течение 20-30 минут, сливе смеси и последующего заполнения рабочим маслом.

Внутренние поверхности стальных крупногабаритных емкостей консервируются с помощью покрытия 30%-ным раствором нитрита натрия. большей частью консервация совмещается с гидравлическим испытанием емкости на герметичность. При этом подача раствора производится насосами из специальных баков. По окончании испытания раствор сливается, а пленка нитрита натрия, оставшаяся на стенках, является надежной защитой от ржавчины. Затем емкость герметически закупоривается.

Консервация оборудования производится на специальных участках, имеющих вентиляцию и отопление при относительной влажности воздуха не выше 70% и температурой не ниже 12°C.

Законсервированное оборудование необходимо упаковать как внутри так называемой барьерной, так и внешней или транспортировочной упаковкой.

Внутренняя упаковка производится с помощью парафинированной, ингибированной и биостойкой бумаги, пергамента, льняной ткани или полимерных пленок и может заменять собой консервацию и лакокрасочные покрытия [2]. В настоящее время получает распространение внутренняя упаковка в чехлы из полимерных пленок изделий, при невозможности защиты их консервационными смазками или же запасных частей при длительном сроке хранения (пневмо- и гидроцилиндры, подшипники и др.).

Внешняя транспортировочная упаковка предназначена для предохранения изделий от механических повреждений и надежной защиты от проникновения воды. Упаковка изготавливается в виде ящиков и обрешеток из дерева, имеющих аккуратный внешний вид, оптимальный объем и достаточную прочность.

К таре изделия крепятся болтами, шпильками, металлическими хомутами, деревянными брусками или досками. В местах соприкосновения изделия с деревом крепятся прокладки из различных материалов (кожа, ткань и т.д.)

Глава 9.

Особенности ремонта отдельных видов бурового оборудования.

9.1 Ремонт буровых лебедок.

У буровых лебедок заменяются и ремонтируются следующие узлы и детали: цепные колеса, тормозные шкивы барабана, антифрикционные втулки, роликоподшипники, кулачковые муфты, детали тормозной системы,

шинно-пневматические муфты и детали пневматической системы управления [1].

Ремонт лебедки производится в соответствии с требованиями к ответственным подъемным механизмам. Все детали, заменяющие вышедшие из строя, изготавливаются по чертежам завода-изготовителя, а собираемые при ремонте узлы должны соответствовать техническим условиям на их изготовление и сборку. Техническое обслуживание лебедки обычно приурочивается к периоду технологического простоя оборудования. При техническом обслуживании устраняются следующие неисправности:

1. Установленные свободно на валах лебедки цепные колеса начинают вращаться при отключенных муфтах. Это может быть вызвано загрязнением смазки или же отсутствием её на посадочной поверхности вала. Для устранения узел необходимо промыть керосином и ввести смазку в подшипник скольжения до выхода её на концах цепного колеса.
2. При нагреве подшипников лебедки, гидравлического тормоза или коробки скоростей (при наличии её) выше 78-85°C подшипники промываются керосином и на 2/3 объема заполняются свежей смазкой. Если же подшипники продолжают греться, необходимо проверить параллельность и горизонтальность валов. При необходимости снятия валов в процессе ремонта не допускается срубать планки, предназначенные для фиксации подшипников. В этом случае облегчается сборка, так как при установке валов подшипники входят в гнезда между планками и не требуется дополнительной выверки.
3. При повторном удлинении цепи она заменяется новой с использованием приспособления для стяжки (рис. 9.1).

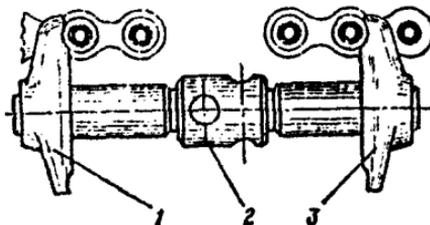


Рис. 9.1. Приспособление для стягивания цепей:

1. 3 — защелки; 2 — шпиг с воротом

4. чрезмерный нагрев тормозных шкивов может быть обусловлен недопустимым износом тормозных колодок, и которые при этом следует заменить полным комплектом.

Помимо перечисленных неисправностей при мелком ремонте выполняются работы технического обслуживания.

Ремонт лебедок в мастерских приуравнивается к окончанию бурения скважины.

Порядок разборки лебедки:

- 1) снятие верхних, нижних и боковых щитов лебедки;
- 2) разборка системы воздухопроводов и пульта управления;
- 3) разборка тормозной системы;
- 4) отсоединение болтов крепления подшипников подъемного вала с помощью специальных торцевых ключей длиной 1000мм.

Для безопасности съема вала с рамы лебедки оставляется по одному болту в каждом подшипнике. Далее подъемным краном производится натяжка стропа, зацепленного за вал с таким расчетом, чтобы вал был прижат к раме лебедки. После чего, отвинчиваются последние болты подшипников, и вал снимается с рамы. До снятия валов снимаются цепи. Затем начинается разборка валов и тормозной системы. Валы для разборки укладываются на козлы.

Снятие подшипников, муфт и цепных колес производится ранее приведенными методами с использованием съемников и прессов.

Тормозные шкивы с бочки барабана снимаются одновременными ударами кувалд с двух сторон, а затем вал выпрессовывается из барабана.

Рейсмусом определяется биение валов. Предельно допустимый прогиб валов равен 0,3мм на 1 м длины и 0,8-0,9мм на всю длину вала. Подбор подшипников производится по фактическим размерам посадочных поверхностей для обеспечения заданных натягов. При износе посадочной поверхности её наплавляют или подвергают металллизации с последующей проточкой на первоначальный размер. Новые подшипники запрессовываются на вал с предварительным нагревом их до 90°C. Изношенные подшипники гидравлического тормоза заменяются таким же образом, как и подшипники лебедки. Свободно сидящие на валах лебедки подшипники скольжения цепных колес имеют большие радиальные люфты. Поэтому после демонтажа цепных колес втулки подшипников выпрессовываются и заменяются новыми с предварительным нагревом колес до 350°C. Втулки стопорятся двумя-тремя винтами и затем пришибиваются по валу. В цепных колесах изнашивается зубчатый венец, что приводит к нарушению нормальной работы передачи. Рекомендуются изношенные цепные колеса заменять новыми.

При этом ремонт заключается в демонтаже изношенных цепных колес прессами или специальными приспособлениями. Посадка новых цепных колес на вал производится после предварительного нагрева их до 300°C. Малые износы зубьев колес восстанавливаются наплавкой и последующей механической обработкой.

Износ бандажей тормозных шкивов характеризуется кроме уменьшения толщины стенок ободов, появлением на рабочей поверхности кольцевых канавок, поперечных трещин, волнистости, местных выкрашиваний и др. дефектов. Ремонт шкивов состоит в обточке изношенных поверхностей и удалении перечисленных дефектов при условии, что остающаяся толщина

должна быть не менее 50% от номинальной. Обточка бандажей иногда может производиться непосредственно на буровой лебедке при помощи суппорта, укрепленного на её раме. Небольшие раковины и выкрашивания могут наплавляться с последующей зачисткой сварных швов. При невозможности обточки тормозных шкивов на буровой они заменяются новыми. Для чего, после снятия щитов ограждения и отсоединения ходового конца талевого каната от барабана лебедки его пропускают через ролик, прикрепленный к ноге вышки, и прикрепляют к трактору. Затем с помощью штропа и талевого системы вал поднимается после открепления болтов подшипников. Безопасность работы по отвинчиванию гаек и плавной подачи вала к центру буровой достигается использованием второго трактора с тросом, пропущенным через промежуточный вал и прикрепленным к подъемному валу.

Подъемный вал после открепления от рамы лебедки укладывается на брусья, расположенные на роторе. Далее, изношенные бандажи, с целью ускорения их смены, срезаются при помощи газовой сварки. В некоторых случаях ремонт изношенных бандажей не производится, а они заменяются.

При капитальном ремонте подвергаются тщательному контролю станина и рама лебедки, а также предусматривается полное восстановление её работоспособности в соответствии с требованиями отраслевых технических нормалей. По окончании установки валов на раме лебедки проверяется параллельность их, расстояние между ними, совпадение плоскостей сопряженных цепных колес. Допускаемые отклонения:

- 1) на непараллельность валов - 2 мм;
- 2) торцевые и радиальные биения цепных колес - не более 0,5 мм.

После установки на подъемном валу барабана и тормозных шкивов проводится статическая балансировка вала. При наличии дисбаланса к торцу барабана привариваются стальные планки необходимой массы.

Боковой зазор наружного кольца подшипника на валу должен быть в пределах 0,2-0,3 мм и регулируется с помощью прокладок под крышки корпуса подшипника. Звездочки, установленные на подшипниках на валу, должны иметь осевой люфт не более 1,5-2,5 мм.

При эксплуатации *гидравлического тормоза* необходимо регулярно смазывать все трущиеся поверхности, аккуратно включать и своевременно отключать кулачковую муфту, а также следить за чистотой воды, подаваемой в холодильник. Присутствие в воде песка, водорослей и других примесей приводит к преждевременному выходу гидротормоза из строя.

Ежедневная смазка роликоподшипников, манжет уплотнений, сухарей кулачковой полумуфты производится универсальной среднетемпературной смазкой УС-1 или УС-2 по ГОСТ 1033-79, а шлицевой конец вала ротора смазывается любым жидким маслом. Смазка, загустевшая на шлицах, должна регулярно удаляться.

Смазка текстолитовых шайб осуществляется водой.

Долговечность подшипников гидротормоза определяется надежностью работы уплотнений. При значительной утечке из дренажного отверстия в

крышке, следует выпрессовывать стаканы из крышек с помощью отжимных болтов и заменить изношенные манжеты новыми. Износ текстолитовых шайб гидротормоза приводит к повышенному осевому перемещению ротора. Поэтому изношенные шайбы должны быть заменены новыми. Установка стаканов на место производится таким образом, чтобы внутренние кромки колец не погнулись при одевании их на вал.

Разборка гидравлического тормоза происходит в следующем порядке: снимается кулачковая муфта, крышки, далее из крышек корпуса с помощью двух отжимных болтов извлекаются стаканы. Затем снимаются боковые крышки корпуса статора гидротормоза и извлекается ротор. После этого, при помощи винтового съемника снимаются с вала внутренние кольца роликовых подшипников. Затем снимается с вала колесо с помощью гидравлического пресса, при этом тяги ввинчиваются в резьбовые отверстия ступицы колеса. Обнаруженные при осмотре трещины в наклонных ребрах не разрешается заваривать или крепить во избежание разрушения при работе. Наклонные ребра с трещинами в зависимости от их величины удаляются частично или полностью.

Ротор гидротормоза после ремонта и сборки подвергается статической балансировке. В процессе сборки внутреннее кольцо роликоподшипника предварительно прогревается в масле до 80-100°C, а наружное кольцо входит в расточку стакана свободно. Зазор между лопатками ротора и крышки составляет 2,0-2,5мм на сторону и достигается с помощью регулировочных прокладок. Зазор между ступицей ротора и текстолитовой шайбой равен 1,0-1,5мм.

При сборке особое внимание обращается на взаимное расположение ребер ротора и крышек статора. При неправильной установке ротора на валу или перемене крышек местами приведут гидравлический тормоз к неисправности. Опрессовка собранного гидротормоза производится водой под давлением 0,2-0,3Мпа в течение 5 мин. В процессе опрессовки допускается просачивание через сальник отдельных капель.

По завершении контроля качества сборки, лебедка обкатывается на холстом ходу с устранением обнаруженных неисправностей. После чего, лебедка окрашивается, и данные о её ремонте заносятся в паспорт.

9.2. Ремонт редукторов и коробок скоростей.

Техническое обслуживание редукторов и коробок скоростей включает: своевременную смазку узлов, замену отработанного масла, ликвидацию неплотностей в системе смазки. Периодичность смены масла – 6 месяцев, долив в зависимости от уровня, который следует контролировать в течение каждой вахты. Подача масла к точкам смазки производится шестеренным насосом с внутренним или наружным зацеплением, предварительно проходя через фильтр. Защита системы смазки от высокого давления в случае засорения фильтра или маслопровода осуществляется с помощью перепускного клапана

на, установленного на нагнетательной линии. На всасывающей линии может устанавливаться обратный клапан, что позволяет устранить заливку насоса перед пуском в работу. Контроль подачи масла к точкам смазки производится указателями течения на трубопроводах. Отклонения флажков указателей свидетельствуют о подаче масла. При этом колебания всех флажков должны находиться в пределах красной черты, нанесенной на корпусе указателя течения. Давление масла в нагнетательной системе соответствует 0,15-0,25Мпа, а температура – не более 70°С.

Редукторы и коробки скоростей привода лебедки и ротора обычно ремонтируются вместе с лебедкой. Ремонт состоит в перецентровке валов, замене зубчатых пар и подшипников, ремонте корпуса и муфт. Способы ремонта валов, муфт, зубчатых колес, подшипников скольжения, а также сборки и центровки перечисленных элементов рассмотрены ранее.

До разборки коробки или редуктора из картера сливается масло, а корпус очищается от грязи и промывается. Последовательность разборки коробки: вначале демонтируются внешние масло- и воздухопроводы, после чего отвинчиваются болты крепления крышки корпуса и она снимается, снимаются цепи всех передач, из корпуса извлекаются ведущий и ведомый валы, отвинчиваются шпильки крепления валов привода ротора и удаляются валы, далее, отвинчивая болты крепления подшипников вала реверса, вынимают его из корпуса. Далее демонтируется масляный насос и маслопроводы, а затем производится разборка валов.

Насосы масляных систем разбираются в случае необходимости замены или ремонта деталей. В насосах изнашиваются зубья и торцы шестерен, поверхности корпуса и валиков, а в корпусах возможно возникновение трещин. Торцевые зазоры между шестернями и втулками игольчатых подшипников, радиальные зазоры между зубьями шестерен и корпусами максимально влияют на подачу насосов. Торцевой зазор допускается не более 0,1мм. При появлении же зазора величиной 0,2-0,3мм требуется шлифовка плоскости разъема крышек с корпусом или установка прокладок между втулками и крышками. При этом прокладки должны иметь наружный диаметр равным наружному диаметру втулок, а внутренние диаметры отверстий должны превышать диаметры валиков. Радиальный зазор между корпусом и вершинами зубьев равен 0,1-0,15мм, а максимально допустимый 0,25мм. Восстановление радиального зазора может достигаться либо расточкой корпуса с последующей установкой гильз, либо нанесением полимерных материалов и расточкой. Восстановление изношенных валиков может производиться виброконтактной наплавкой. Втулки игольчатых подшипников могут заменяться или же растачиваются под ремонтный размер валиков.

При наличии зазора между зубьями шестерен 0,8-1,0мм они выбраковываются. Шестерни с допустимыми размерами не разукрупняются при разборке. Зубчатые пары после ремонта и сборки проверяются на краску. При этом контактные поверхности должны быть не менее 75% по длине и не менее 60% по высоте зуба. Уплотнительное кольцо самоподжимного сальни-

ка при наличии износа заменяется новым. По окончании ремонта проводится обкатка и испытание насосов на специальном стенде с контролем подачи, давления и герметичности.

Замена поломанной или ослабленной пружин предохранительных клапанов новой при ремонте должно производиться с регулировкой её натяжения на заданное максимальное давление. При этом закрываются вентили на нагнетательной линии насоса и полностью освобождают пружину предохранительного клапана. Затем запустив насос, пружина поджимается регулировочной гайкой до необходимого максимального давления (0,5МПа), замеряемого манометром. Фаски гнезда клапана при их износе подправляются конической зенковкой. Шар клапана при износе заменяется новым, а трещины и изломы корпуса завариваются. Поврежденные места сетки фильтра отстойника восстанавливаются пайкой. Показания манометра и термометра сравниваются с показаниями эталонных приборов. Допускаются отклонения в показаниях до 5-10%. Неисправные приборы заменяются.

Особое внимание при ремонте коробок скоростей следует обращать на работу системы управления включения скоростей, реверсирования и блокировки управления во избежание одновременного включения двух различных скоростей.

Звездочки цепных передач при сборке должны находиться в одной плоскости и допустимое смещение одной относительно другой не более 0,5мм. Регулировка положения звездочек достигается установкой прокладок под фланцы стаканов подшипников валов.

В приводе ротора регулируется зацепление конической пары зубчатых колес. При этом боковой зазор регулируется подбором прокладок между конической шестерней и упорных кольцом подшипника. Его величина должна находиться в интервале 0,2-0,6мм. Величина зацепления зубьев колес проверяется по краске, а именно, пятно касания зубьев колес должна составлять по длине не менее 50%, а по высоте – 40%. После сборки валы коробки скоростей должны свободно вращаться от усилия одного рабочего.

Обкатка собранной коробки передач производится в течение 2-3ч. В процессе обкатки проверяется работа механизмов переключения скоростей, отсутствие сильных шумов в зубчатых и цепных передачах, нагрев подшипников (не более 70-80°C).

Редукторы ремонтируются аналогично ремонту коробок передач. При этом редукторы также обкатываются после сборки. Цепные и зубчатые передачи работают плавно с равномерным шумом и отсутствием ударов. Исключается течь масла в сварных швах и соединениях деталей. Температура подшипников после обкатки не должна быть выше 70°C. Корпусы коробок передач и редукторов окрашиваются маслястойкой краской.

9.3. Ремонт кронблоков и талевых блоков.

Порядок разборки кронблока (рис. 9.2): открывается и снимается кожух 11; отсоединяется от рамы вспомогательный ролик; освобождаются опоры 4 и 12; снимается ось в сборе; отгибаются лепестки стопорной шайбы и отвинчивается гайка 3; удаляется штифт 13; снимаются с оси 5 опоры 4 и 12, втулка 6, блоки 10 с роликоподшипниками 8, а также дистанционные кольца 1 и 7; выпрессовываются роликоподшипники из ступиц блоков и удаляются пружинные стопорные кольца 9; вывинчиваются масленки 2 из оси 5; очищаются все детали кронблока от грязи и промываются; выявляются дефекты деталей и составляется дефектная ведомость [2].

Облегчение выпрессовки подшипников достигается нагревом ступиц блоков газовыми горелками до 90-100°C. Роликоподшипники, крепежные и другие детали при превышении допустимого износа заменяются.

Роликоподшипники канатных блоков заменяются при наличии допустимого радиального люфта, превышающего 0,5мм или при поломке. Люфт предельно допустимый роликоподшипников №42234 составляет 0,3-0,4мм. Сопряжение наружного диаметра верхнего кольца нового подшипника из

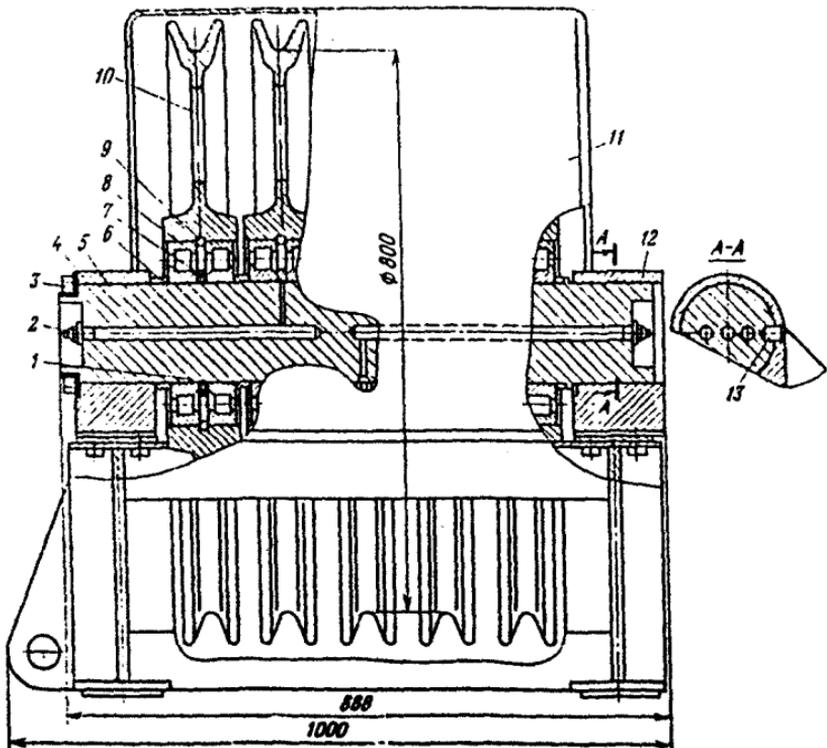


Рис.9.2. Кронблок

отверстия ступицы блока должно иметь натяг 0,035мм. Для чего перед установкой подшипника, блок предварительно нагревается до температуры 100-160°C. При этом, облегчается монтаж и уменьшается износ посадочного отверстия блока. В процессе каждого капитального ремонта ось кронблока проверяется магнитным дефектоскопом.

Ранее были рассмотрены методы ремонта осей и блоков. Наибольшему износу подвергаются блоки, расположенные вблизи ходового конца талевого каната. В связи с чем, при сборке блоков целесообразно их переставить на оси.

Во вспомогательном блоке при ремонте восстанавливается проточкой профиль канавки блока и заменяется ось блока с втулкой.

К раме кронблока предъявляются следующие требования: отсутствие трещин и короблений, параллельность балок, допустимые отклонения по всей длине балки ± 5 мм, деформированная рама подвергается правке, дефектные балки заменяются равнопрочными новыми.

До начала сборки кронблока по окончании его ремонта следует предварительно очистить от загрязнений каждый смазочный канал в оси, промыв его керосином или продув сжатым воздухом. Далее, укрепив масленки в торцах оси, необходимо продавить смазку ручным насосом через все отверстия.

Сборка кронблока по окончании его ремонта производится в порядке обратном разборке. При этом соблюдаются следующие особенности: роликоподшипники до посадки на ось обильно смазываются, проверяется от руки легкость вращения каждого канатного блока в отдельности, при вращении любого блока соседний не должен вращаться, торцевое биение в наиболее удаленной точке ручья блока не должно превышать 1мм. Допускается заварка на рабочих поверхностях ручьев единичных раковин диаметром до 5мм и глубиной до 2мм с последующей зачисткой.

Требования к сварочным швам рамы: отсутствием трещин, шлаковых включений, газовых пузырей, подрезов, пережога и других дефектов, снижающих прочность шва.

Порядок разборки талевого блока (рис. 9.3): отвинтить гайки и удалить болты 17, снять кожух 7; открепить и снять траверсу 9 и нижний щит 14, удалить шпильки, отвинтить гайки и удалить пальцы 16, отсоединить серьгу 15 от щеки 1 и 10; положив талевый блок на щеку 1, отогнуть лепестки стопорной шайбы, отвинтить гайку 13 оси 4 и снять щеку 10; перевернуть талевый блок и снять щеку 1; снять с оси кольца 11, дистанционные кольца 3 и канатные блоки 8 с роликоподшипниками 5. Затем необходимо выпрессовать роликоподшипники из ступиц блоков и удалить пружинные стопорные кольца 6, вывинтить масленки 12 из оси и выпрессовать при необходимости штифт 2, очистить все детали от загрязнений и промыть, составить дефектную ведомость [2].

У талевого блока детали имеют такой же характер износа, как и у кронблока, за исключением серьги, пальцев серьги, верхнего и нижнего щитов, щеки. Поэтому виды ремонта подобных деталей аналогичны ремонту де-

талей кронблока, кроме вышеперечисленных деталей. Рассмотрим характер износа и способы восстановления серьги, пальцев серьги, щек и шитов талевого блока.

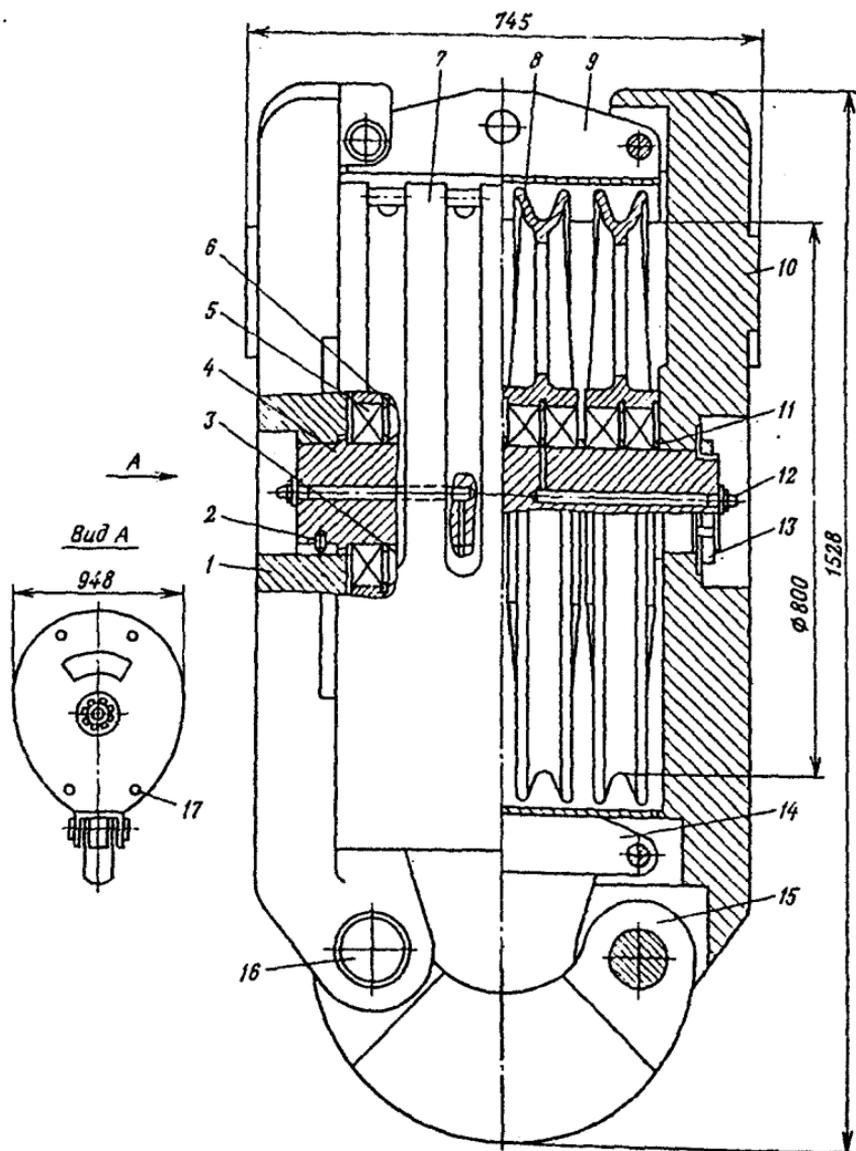


Рис. 9.3. Талевый блок

Допустимый износ в плоскости опасного сечения серьги глубиной до 3 мм и шириной до 10 мм. Заварка этих дефектов не рекомендуется. Щеки,

пальцы, серьги и ось каждые шесть месяцев подвергаются дефектоскопии при помощи магнитного или другого способа. При ремонте следует обращать особое внимание на состояние щек талевого блока. Характер нагружения в процессе бурения талевого блока, из-за восприятия статических, динамических и вибрационных нагрузок, приводит к повышению напряжений в деталях. В связи с чем, при эксплуатации наблюдаются случаи обрыва щек, вследствие ослабления посадки пальцев 16. Щеки с наличием трещин заменяются новыми. Допустимый износ в щеках восстанавливается наплавкой электродами близкими по составу металлу щек. При износе пальцев серьги по диаметру свыше 2мм они подлежат замене. Надрывы кожуха завариваются, а вмятины выправляются после нагрева газовой горелкой.

Сборка талевого блока производится в порядке обратном разборке. При этом все резьбовые соединения надежно стопорятся против самоотвинчивания от воздействия вибрационных нагрузок.

9.4. Ремонт крюков.

В зависимости от способа изготовления крюки могут быть литыми, коваными и составными (пластинчатыми). Изготовление пластинчатых крюков (рис. 9.4) считается наиболее простым [2].

Основные неисправности крюков: не обеспечивается ход крюка 130-145мм из-за поломки или ослабления пружины 13; не закрывается защелка крюка, имеющая корпус 4, стопор 5 и пружину 3, в основном вследствие поломки пружины; крюк не стопорится от проворачивания из-за неисправности стопора поворота 6 вследствие поломки пружины 7 или стопора. Перечисленные неисправности обнаруживаются при проверке технического состояния крюка, и неисправные детали заменяются новыми. При текущем ремонте крюка проверяются резьбовые соединения, заменяются крепежные детали и производится смазка упорного подшипника и других пар трения в соответствии с картой смазки.

Порядок разборки крюка. Удаляется палец защелки зева крюка и снимается защелка. Затем удаляются пальцы из осей 20 и 22 и освобождаются скобы 21 боковых рогов. Для удаления оси 19 и отсоединения рога крюка 1 от ствола 11, предварительно отвинчиваются болты стопорной планки, и она снимается. Чтобы разъединить гайку со стволом 11, вначале вывинчиваются болты крепления крышки, которая затем снимается. После чего, отвинчиваются болты в торце ствола, крепящие предохранительную планку, против самоотвинчивания гайки 12. По окончании этих операций удаляется стопорная планка, вырубается сварка боковых шпонок стакана 14, служащих направляющими гайки 12, имеющей продольные пазы. Удалив шпонки, отвинчивается гайка с соблюдением всех мер предосторожности, так как гайка по окончании отвинчивания, под действием пружины 13, может вылететь с большой силой.

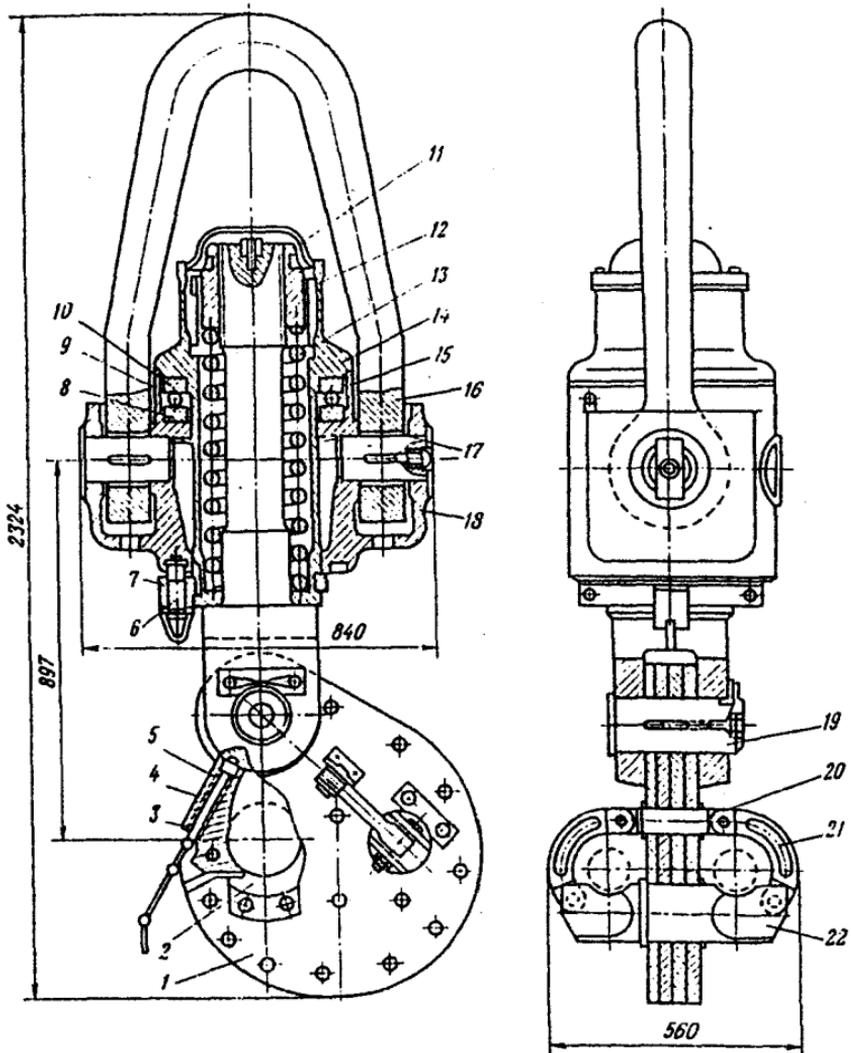


Рис. 9.4 Крюк

Далее удаляется пружина 13 и ствол 11 из траверсы 18. Отвинтив болты и сняв полухомуты со стопором 6, удаляется из траверсы стакан и упорный подшипник 15, состоящий из верхнего 10 и нижнего 8 колец и тел качения 9. Отсоединение штропа 16 от траверсы 18 производится после вырубки сварных швов планок, предотвращающих перемещение осей 17 и удаления этих осей, предварительно вывинтив из торцов пружинные масленки вместе с штуцерами. При этом внутренняя резьба под штуцеры используется для удаления осей с помощью вытяжных болтов.

Произведя разборку стопора и защелки зева крюка, проводят мойку деталей и составление дефектной ведомости.

При внешнем осмотре деталей крюка особое внимание обращается на состояние резьбы ствола, наличии трещин в стволе, появляющихся в первую очередь в резьбовой его части, на износ подушки 2, защищающий зев крюка от износа штропом вертлюга. Подушка с износом более 3мм восстанавливается наплавкой или же заменяется вместе с двумя старыми заклепками.

Допустимый износ штропа 16 до 3мм вместе сопряжения с серьгой талевого блока. Заварка изношенной поверхности штропа не допускается.

При ослаблении крепления пластин между собой крюк переклепывается. Склепка отличается плотностью и прочностью, допустимые местные зазоры между пластинами не более 1мм.

Основные детали крюка: ствол, штроп, оси боковых рогов и пальцы подвергаются ультразвуковой или магнитной дефектоскопии, а также обмеру. В случае наличия микротрещин или при износе выше допустимых величин, эти детали заменяются новыми и не восстанавливаются, ибо они при эксплуатации подвергаются большим нагрузкам.

Поверхности беговых дорожек радиально-упорного подшипника при наличии износа шлифуются и проверяются шаблоном на просвет с допуском до 0,15мм. Шары, имеющие дефекты на поверхности, заменяются, а при отсутствии дефектов комплектуются таким образом, чтобы их диаметры не отличались более чем на 0,02мм. Размеры диаметров центровых беговых дорожек шаров нижнего и верхнего колец подшипника не должны отличаться более чем на 0,2мм.

Пружины ствола, имеющие трещины, изломы и размер по высоте менее 730мм, заменяются новыми. Новые пружины должны быть правильной цилиндрической формы с торцами перпендикулярными к их осям.

Поломанные или ослабленные пружины стопора и защелки заменяются новыми, так как их несложно изготовить на ремонтном предприятии. Изогнутые стопоры и защелки правятся или же заменяются новыми.

Крюк собирается в последовательности обратной разборке. Контроль качества сборки включает: проверку зазоров между пазами гайки ствола и направляющими шпонками, равными не менее 1мм и не более 1,5мм на сторону; проверку легкости вращения ствола крюка от усилия одного рабочего и легкости качания крюка на оси 19 и штропа на осях 17. Допустимое отклонение ствола подвешенного ненагруженного крюка от вертикали не более 5°. Проверяется легкость вращения защелки на своей оси и надежность перекрытия зева, свободное вхождение стопора стакана крюка в гнездо траверсы под действием пружины. Следует контролировать надежность предохраняющих устройств от самоотвинчивания резьбовых соединений, величину свободного хода ствола крюка под нагрузкой от веса одной свечи.

Приступают к ремонту крюкоблока после отсоединения талевого блока от крюка.

9.5. Ремонт роторов.

При соблюдении правил эксплуатации согласно опыту определено, что ремонтный цикл работы ротора равен 3840 маш.-ч., а межремонтный период составляет 480 маш.-ч. При турбинном бурении эти сроки увеличиваются вдвое. Капитальный ремонт ротора включает его разборку, контроль и замену изношенных узлов и деталей. До начала разборки из масляных ванн ротора сливается масло. Ротор с нижним расположением основной опоры разбирается в рабочем положении. При верхнем расположении главной опоры (рис. 9.5) ротор следует перевернуть столом вниз, предварительно застопорив его защелкой и удалив вкладыши 5. Далее отвинчивается гайка крепления стола ротора 16, удаляя шпонку против самоотвинчивания гайки во время работы.

Затем снимается нижний вспомогательный упорный подшипник и ротор вновь переворачивают столом вверх. Отвинчиваются гайки 24, снимается крышка стола ротора 26 и удаляется стол ротора из станины вместе с венцом 3 и кольцом главной опоры 4. После отвинчивания гаек 11 шпилек 12 извлекается приводной вал в сборе со стаканом из горловины станины. Далее вынимаются шары, сепаратор и нижнее кольцо главной опоры. При наличии износа верхнего кольца главной опоры оно снимается со стола ротора, а верхнее кольцо 7 нижней опоры извлекается из станины. Разборка приводного вала начинается со съема цепного колеса с вала при помощи съемника. Замена подшипников приводного вала производится в следующей последовательности: отвинчивается контргайка и гайка, предварительно отогнув усик стопорной шайбы; удаляются болты подшипников и при помощи съемника извлекается вал с конической шестерней. В случае необходимости замены вала, шестерня снимается с него с помощью винтовой стяжки или пресса. Полная разборка ротора производится при капитальном ремонте. Ремонтруется стол и станина ротора, а изношенные детали заменяются новыми или восстановленными. При ремонте стола ротора восстанавливаются электродуговой сваркой лабиринтные уплотнения и резьба под гайку.

В результате воздействия динамических нагрузок, при работе ротора происходит износ посадочных поверхностей в горловине станины. При этом изменяется сопряжение осей зубчатой передачи и нарушается работа шестерен, приводящая к возникновению шума, толчков, ударов в передаче и износу зубьев. Износ посадочных поверхностей устраняется одним из следующих способов: металлизацией поверхностей с последующей расточкой; использованием метода ремонтных размеров, т.е. отверстия растачиваются на больший диаметр и изготавливается новый стакан подшипника приводного вала; износ может компенсироваться методом дополнительных деталей, когда в отверстия горловины вставляются гильзы, которые затем растачиваются под посадочные размеры стакана. При наличии трещин в стакане они завариваются, и затем станина испытывается на герметичность.

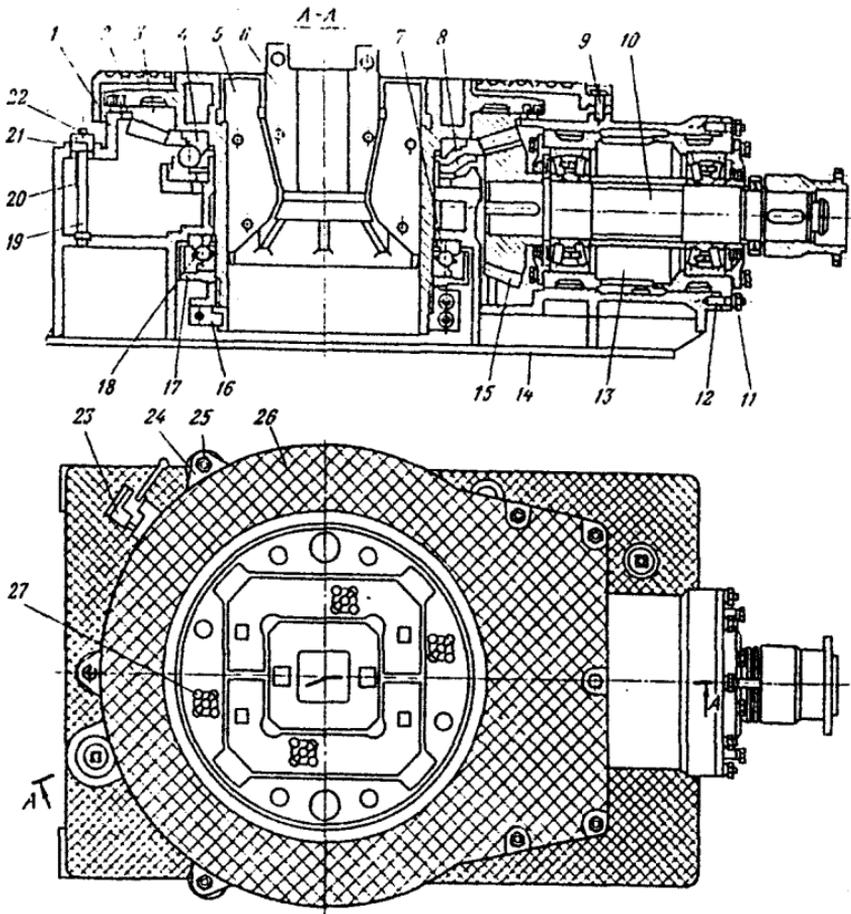


Рис. 95 Ротор:

1 — станина; 2 — стол; 3 — венец конический; 4 — главная опора; 5, 6 — вкладыши; 7 — верхнее кольцо нижней опоры; 8 — сепаратор; 9 — болт; 10 — приводной вал; 11, 24 — гайки; 12 — шпильки; 13 — корпус подшипников; 14 — волоз станны; 15 — ведущая шестерня; 16 — гайка крепления стола; 17 — картер нижней опоры; 18 — нижняя опора; 19 — сливная пробка; 20 — указатель уровня; 21 — патрубок; 22 — пробка; 23 — защелка стола; 25 — болт; 26 — крышка стола ротора; 27 — стопор

При проведении капитального ремонта особое внимание уделяется подшипникам. Так, при износе осевых опор стола и увеличении осевого люфта возникает вибрация стола. Поэтому детали опор после их демонтажа тщательно осматриваются и измеряются. Задирь на поверхности беговых дорожек колец протачиваются и шлифуются. При наличии трещин на кольцах они заменяются новыми. Изношенные шары также заменяются новыми. Диаметры шаров в подшипнике не должны отличаться более чем на 0,02 мм.

Осевой люфт ротора после сборки должен быть равным 0,3мм. При наличии меньшего люфта ротор будет нагреваться, а при большем люфте возникает вибрация стола относительно станины, приводящая к появлению динамических нагрузок в опорах и их разрушению. Большой радиальный люфт, вследствие износа подшипников приводного вала, приводит к нарушению работы зубчатого зацепления и цепной передачи. В связи с чем, изношенные подшипники подлежат замене.

До установки новых подшипников приводной вал проверяется в центрах на наличие биений посадочных поверхностей относительно оси вала. После замера посадочных поверхностей вала подбираются новые подшипники качения с таким расчетом, чтобы получить напряженную посадку. Наружные кольца подшипников сопрягаются с внутренней поверхностью стакана на посадке скольжения. Для получения напряженной посадки внутреннего кольца нового подшипника он нагревается в масле до температуры 80-90°C и затем быстро одевается на вал. При этом следует обращать внимание на то, чтобы внутреннее кольцо подшипника плотно прилегало к торцу уступа на валу. Дефектом вала может быть износ шпоночного паза в виде смятия кромок. Смятие шпонки или кромок ступицы цепного колеса приводит к появлению углового люфта колеса привода ротора и появлению ударов приводной цепи и даже разрыва её. Восстановление изношенного шпоночного соединения рассмотренного ранее.

Износ конической передачи ротора происходит из-за передачи больших крутящих моментов ротором при бурении. Возникновение резких стуков и толчков при работе ротора свидетельствует о повышенном износе или поломке зубьев. Контроль состояния зубчатой передачи начинается с ведущей (малой) шестерни. С помощью зубомера определяется износ зуба, при уменьшении его толщины на 10-12% модуля, а также при поломке зубьев шестерня заменяется новой с подбором её по венцу ротора. Новая шестерня перед посадкой на вал нагревается до 100-120°C. Венец сопряжен со столом на горячей посадке и поэтому при ремонте не разбирается. Его ремонт заключается в протачивании зубьев по наружному конусу и в подрезке торцов, износ зубьев по толщине компенсируется толщиной зубьев малой шестерни. В случае поломки зубьев венец заменяется новым. Старый венец срезается автогенной горелкой. Боковой зазор конической передачи должен соответствовать величинам установленным техническими требованиями.

Зазор регулируется с помощью прокладок под основную опору стола в вертикальном направлении и под фланец стакана приводного вала в горизонтальном направлении. Контроль правильности сборки конической передачи производится с помощью краски. При этом, площадь касания зубьев должна быть не менее 50% по длине и не менее 30% по высоте. До начала окончательной сборки ротора внутренние поверхности станины и кожуха окрашиваются светлой маслястойкой эмалью. Сборка производится в порядке, обратном разборке. Стол ротора должен свободно вращаться от усилия 120-150Н, приложенного к цепному колесу, а вкладыши свободно устанавлива-

ются в гнездах при любом повороте стола. Вкладыши не должны выступать над поверхностью стола более чем на 2мм. По окончании внешнего осмотра, контрольных замеров и опробования вручную ротор заправляется смазкой и подвергается обкатке и испытанию на стенде.

После стендового испытания масло из ванн удаляется и ротор промывается. Наружные поверхности ротора, не подвергшиеся механической обработке, окрашиваются эмалью в два слоя. При этом эмаль должна лежать сплошным, гладким и ровным слоем без пятен, морщин, пузырей, подтеков и загрязнений.

Основные требования к отремонтированным роторам:

- 1) отсутствие течи масляных ванн, устранение – допускается заварка дефектных мест с последующей зачисткой;
- 2) отклонение расстояния от центра стола ротора до средней плоскости цепного колеса не должно превышать ± 3 мм;
- 3) плоскости стола, крышки стола и вкладышей ротора должны быть на одном уровне, несовпадение плоскостей не более 2мм;
- 4) боковой зазор конической пары равен на большом диаметре 1-3мм радиальный зазор – 3-5мм, пятно касание не менее 50% по длине зуба и 30% по высоте зуба;
- 5) защелки стола должны легко включаться и обеспечивать надежное застопоривание стола при любом направлении вращения;
- 6) стол ротора должен свободно проворачиваться от усилия прикладываемого к цепному колесу одним рабочим (вращение должно быть плавным, без заеданий и толчков);
- 7) допустимый износ зубьев зубчатой передачи не более 3мм на сторону;
- 8) сальниковые уплотнения ротора заменены новыми, смазочные отверстия должны быть прочищены и промыты;
- 9) крепежные детали ротора должны быть затянутыми и надежно зашплинтованными;
- 10) не допускается нагрев подшипников после обкатки выше 70°C;
- 11) ротор должен быть окрашен малостойкой краской, а трущиеся детали смазаны антикоррозионной смазкой или солидолом.

9.5. Ремонт вертлюгов.

Операции по обслуживанию вертлюгов перед началом их работы и во время каждой вахты включают:

- проверку надежности крепления всех деталей и узлов;
- контроль состояния масла и его уровень в ванне;
- контроль состояния подшипников, при повышении их температуры более 70°C работа вертлюга прекращается для установления причины;
- проверку состояния уплотнения, при появлении утечек работа прекращается и устраняются неисправности;

контроль состояния переводника, в случае появления утечек через резьбовые соединения переводника со стволом вертлюга или ведущей трубой работа останавливается и производится докрепление указанных соединений;

контроль состояния нижнего уплотнения;

смазку вертлюга в соответствии с картой смазки.

Замена вертлюга производится: в случае повреждения резьбы переводника; при пропуске раствора резьбовым соединением переводника со стволом; при появлении трещины в стволе, в случае заклинивания ствола, вызванном разрушением одной из опор. Вращение ствола исправного вертлюга обеспечивается усилием одного рабочего, прилагаемого к ключу с плечом 1 м. При неправильно отрегулированном осевом зазоре ствол проворачивается с большим усилием. Не допускается утечка промывочной жидкости через сальник при бурении. В случае утечки манжеты сальника заменяются, и одновременно проверяется состояние трубы. При значительном износе труба заменяется.

Производится периодическая проверка надежности крепления отвода к крышке, а также крышки и нижнего фланца к корпусу. При появлении утечки между трубой и отводом подтягиваются крепление или же меняется прокладка. При этом, одновременно проверяется состояние отвода и в случае значительного износа стенок отвод заменяется.

Рекомендуется, не реже одного раза в смену, проверять состояние смазки и общее состояние вертлюга. Ремонтный цикл вертлюгов составляет 1800ч, а межремонтный период - 600ч. Вертлюг (рис. 9.6) разбирается в следующей последовательности: отсоединяется переводник; очищается и обмывается снаружи корпус вертлюга, а затем он опускается в шурф; сливается масло; отсоединяются гайки крепящие горловину и она снимается; отсоединяется и снимается нажимная гайка сальника; вынимается труба, манжеты, распорная пружина, кольцо и грундбукса; отсоединяются контргайки, гайки и снимается крышка корпуса; отсоединяется нажимная гайка и снимается верхний масляной сальник; вынимается из корпуса ствол, предварительно отсоединив винты плиты основной опоры; вертлюг поднимается из шурфа, кладется на бок, отсоединяется и снимается нижний сальник; выпрессовывается нижняя втулка корпуса. Заключительная операция разборки - демонтаж подшипников со ствола вертлюга. Съем нижнего радиального и упорного подшипников, опорного кольца, а также основной опоры производится после расконтривания и отсоединения установочной гайки.

Ремонт вертлюгов включает выполнение следующих основных работ: смену основной и вспомогательной опор; ремонт ствола, смены внутренней трубы; смену отвода; восстановление резьб крепежных деталей и корпуса.

Ремонт ствола состоит в восстановлении смятой или поврежденной конической резьбы, ремонте внутренней резьбы под нажимную гайку манжетного сальника, а также поверхности ствола в местах расположения верхнего и нижнего масляных сальников. Коническая резьба ствола восстанавливается подрезкой торца ствола и нарезкой восстановительной или замковой резьбы.

Внутреннюю трубу при ремонте рекомендуется заменить новой, а при незначительной сработке поверхность трубы восстанавливается наплавкой сработанной части с последующей обработкой её. С помощью ультразвуковой дефектоскопии проверяется состояние ствола, стропа и пальцев. Они не должны иметь дефектов снижающих их прочность. Допускается наличие на поверхности стропа в опасном сечении износа глубиной до 3 мм на ширине 10 мм. Запрещается заваривание изношенной поверхности.

Роликоподшипники при износе заменяются новыми. Однако до их напрессовки следует измерить диаметры посадочных отверстий в расточках корпуса вертлюга и крышки, посадочных шеек ствола вертлюга. Эти диаметры должны соответствовать размерам, указанным в чертежах. Для облегчения посадки подшипников на ствол вертлюга они предварительно нагреваются в масляной ванне до температуры 80-90°C. До установки основного упорного подшипника с коническими роликами и упорного шарикоподшипника проверяются опорные поверхности на грибовидном фланце ствола вертлюга и плите основной опоры. При наличии неровностей и задиров поверхности необходимо зашкурить. Допускаемое торцевое биение опорной поверхности ствола относительно посадочной поверхности основной опоры должно быть не более 0,05 мм.

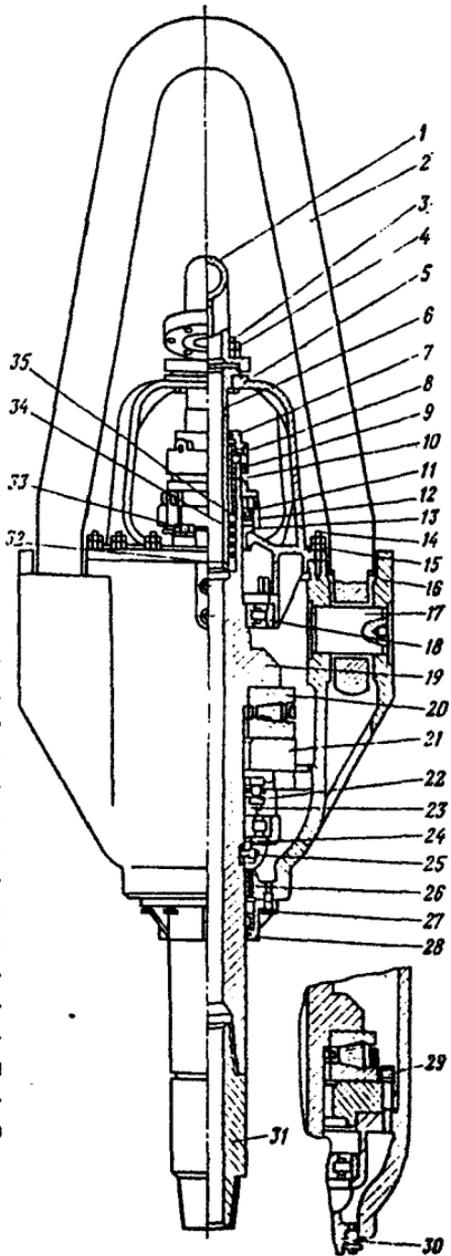


Рис. 9.6. Вертлюг:

- 1 — подвод; 2 — строп; 3, 27 — болты;
 4, 15 — гайки; 5 — крышка; 6 — труба;
 7 — нажимная гайка; 8 — масленка; 9, 28 — сальники; 10, 12 — самоустанавливающиеся нажеты; 11 — корпус сальника; 13 — втулка; 14 — шпильки; 16 — корпус; 17 — пальцы; 18 — роликоподшипники; 19 — ствол; 20 — основная опора; 21 — плита опоры; 22 — упорный шариковый подшипник; 23 — опорное кольцо; 24 — специальная установочная гайка; 25 — установочные винты; 26 — втулка; 27 — болты; 29 — специальные винты; 30 — пробки; 31 — переводник; 32 — грундбукса; 34 — втужина; 35 — подвижное кольцо

Производится комплектование конусных роликов по размерам и зачистка сепаратора основной опоры от заусениц. Собранный основная опора может иметь торцевое биение не более 0,05мм. Её верхнее конусное кольцо до посадки на ствол нагревается в масле до температуры 80-90°C. Нижняя втулка корпуса запрессовывается и пришабривается по стволу вертлюга.

В процессе сборке вертлюга особое внимание обращается на регулировку упорных подшипников на стволе. При затяжке установочной гайки необходимо иметь свободное вращение ствола от руки при отсутствии уплотнений. Однако осевой люфт при этом не должен превышать 0,25мм. Регулировка люфта производится следующим способом. Установочная гайка заворачивается до полного устранения люфта, а затем отвинчивается на $\frac{1}{4}$ оборота и стопорится винтом. В случае износа резьбы ствола вертлюга его торец подрезается, протачивается и нарезается новая резьба, которая проверяется с помощью резьбового калибра. Установленный плотно от руки переводник не должен доходить до уступа на стволе на величину 18-23мм, необходимой для последующей напряженной затяжки резьбового соединения. Масляная ванна тщательно промывается внутри керосином и окрашивается маслястойкой эмалью. Каналы для смазки и масленки очищаются от грязи, промываются в керосине и продуваются сжатым воздухом.

Ствол в сборе с подшипниками устанавливается в корпусе вертлюга и проверяется легкость вращения. После чего производится монтаж верхней крышки с масляным сальником и нижнего сальника. В фонарь крышки вставляется труба и монтируется сальник. После установки прокладки, затягиваются болтовые соединения подвода и трубы. Заключительные операции сборки: заполнение вертлюга маслом, проверка вращения ствола цепным ключом одним рабочим, опрессовка верхнего сальника водой на стенде без вращения и при вращении ствола цепным ключом, проверка герметичности нижнего сальника.

Вертлюг, выдержавший испытания окрашивается и консервируется.

9.7. Ремонт буровых насосов.

В буровых насосах интенсивно изнашивается гидравлическая часть из-за наличия абразивных частиц в промывочной жидкости, перекачиваемой при высоком давлении, а приводная часть подвергается износу от воздействия больших динамических нагрузок. На рис. 9.7 представлен двухцилиндрический буровой насос, рама которого для удобства при транспортировании изготовлена в виде салазок.

Техническое обслуживание насоса производится буровой бригадой в период отсутствия промывки скважины. При этом в основном устраняются неисправности гидравлической части.

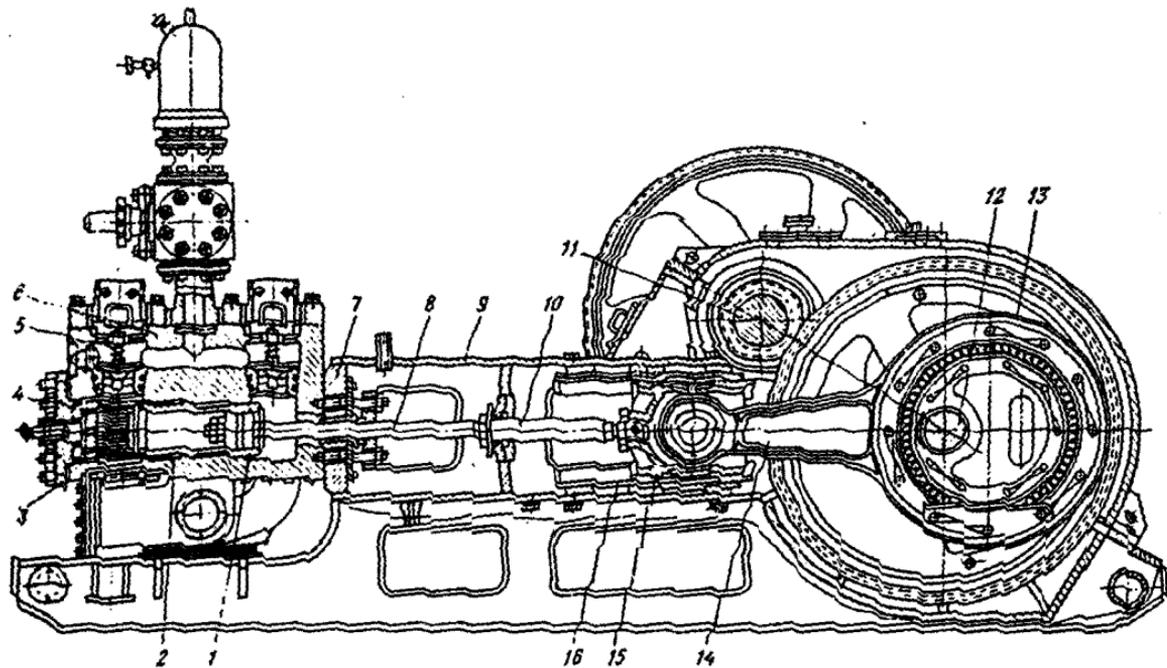


Рис. 27. Буровой насос:

1 — поршень; 2 — цилиндрическая втулка; 3 — крышка цилиндра; 4 — упорный стакан; 5 — обратный клапан; 6 — корпус клапанной коробки; 7 — сальниковое уплотнение; 8 — шток; 9 — корпус насоса; 10 — медстержок штока; 11 — трансмиссионный вал; 12 — корпусной вал; 13 — большая головка шатуна; 14 — шатун; 15 — крейцкопф; 16 — направляющая крейцкопфа

Текущий ремонт предусматривает проведение следующих работ [1]:

1. Проверку и подтяжку всех болтовых соединений.
2. Замену быстроизнашивающихся деталей: цилиндрических втулок, поршней, штоков, клапанов, седел и клапанных пружин. Для чего снимаются крышки клапанов, извлекаются клапаны, отсоединяется шток с поршнем, выпрессовываются при помощи специального приспособления втулки, седла клапанов выпрессовываются съемниками.
3. Замену уплотнительных манжет цилиндрических крышек, крышек клапанов, уплотнений штоков, уплотнений цилиндрических втулок и надставок штоков.
4. Проверку состояния и регулировку направляющих и накладок крейцкопфа.
5. Проверку состояния надставок штока и их соединения со штоком.
6. Проверку приводного шкива и регулировку натяжения ремней.
7. Замену баллонов и промывку фильтров пневмокомпенсаторов.
8. Смазку всех подшипников не реже одного раза в неделю. Проверку щупом уровня масла в картере и доливку его. Рекомендуется производить смену масла не реже одного раза в 3 месяца или же по окончании бурения скважины. Ремонтный цикл для насосов составляет в среднем 6000ч, а межремонтный период – 600ч работы.

В дополнение к вышеперечисленным работам при текущем ремонте проверяются и регулируются подшипники кривошипного и трансмиссионного валов, заменяются изношенные корпуса сальников, пальцы, втулки, направляющие и накладки крейцкопфов, надставки штоков.

Капитальный ремонт насоса начинается с разборки гидравлической части, которая проводится в следующем порядке: отсоединяются гайки и снимаются крышки цилиндров, извлекаются нажимные коронки цилиндрических втулок, отвинчиваются коронки крышек клапанов, вынимаются крышки клапанов, пружины клапанов и клапаны. Далее ослабляются сальники штоков, отсоединяются штоки от надставок, извлекаются штоки с поршнями из цилиндрических втулок, снимаются грядбуксы, извлекаются уплотнения сальников штоков и при помощи специального съемника – цилиндрические втулки из клапанных коробок. Затем освобождаются крепления нагнетательного коллектора, и он снимается в сборе с пневмокомпенсатором. После чего отсоединяется гидравлическая коробка от приемного тройника и корпуса насоса и она снимается. Затем из гидравлической коробки с помощью гидравлического съемника выпрессовываются седла клапанов.

Гидравлический съемник (рис. 4.10) состоит из следующих основных частей: захватывающего устройства, гидравлического цилиндра и ручного винтового насоса.

Шток 7 с захватывающим устройством 6 устанавливается в клапанной коробке и на него надевается гидравлический цилиндр 1 в сборе с поршнем. Шток поднимается вверх и крепится к поршню гайкой 3. Затем винтовым

насосом 2, установленным на корпусе поршня, создается давление в цилиндре для вытеснения седла 5 клапана из гнезда клапанной коробки.

Далее начинается разборка пневмокомпенсаторов. Вначале выпускается воздух из компенсаторов открытием игольчатых вентилей и удалением контрольных пробок. До выполнения этих операций начинать разборку пневмокомпенсаторов запрещается, так как сжатый воздух, находящийся в них, может сбросить компенсатор и травмировать рабочих. Затем освобождаются гайки крепления фланцев пневмокомпенсаторов к тройникам и они снимаются вместе с резиновыми баллонами и перфорированными трубами.

По окончании разборки гидравлической части насоса начинается разборка его приводной части. Снимается шкив клиноременной передачи после освобождения болтов контршайбы и снятия её. Далее снимаются боковые и основные крышки картера после удаления крепящих болтов. Затем снимаются четыре боковые крышки подшипников после удаления крепящих болтов, снимаются верхние крышки подшипников и трансмиссионный вал с подшипниками и шестерней. Затем вывинчиваются надставки штоков из крейцкопфов, снимаются стопорные планки пальцев крейцкопфов, при помощи специального съемника выпрессовываются пальцы крейцкопфа, снимаются сначала крышки коренных подшипников кривошипного вала, а после и сам вал в сборе с шатунами. Далее удаляются крейцкопфы, направляющие крейцкопфов и масляные уплотнения надставок штоков.

После завершения перечисленных операций начинается разборка узлов приводной части насоса.

Кривошипный вал разбирается в следующей последовательности: снимаются крышки шатунных подшипников и шатуны; с помощью винтовых съемников выпрессовываются роликовые подшипники с шатунных шеек вала; снимаются крышки коренных подшипников, торцевые крышки и корпуса подшипников; при помощи пресса выпрессовываются коренные подшипники и зубчатое колесо; из малых головок шатунов специальным съемником или выколотками выпрессовываются бронзовые втулки.

При помощи винтового съемника с трансмиссионного вала выпрессовываются роликовые подшипники.

По окончании разборки узлов все узлы и детали промываются, разбираются и составляется дефектная ведомость.

При капитальном ремонте бурового насоса заменяются все подшипники и стаканы, шестерня и зубчатое колесо редуктора, все уплотнения. Гидравлическая коробка либо восстанавливается, либо заменяется. Основные дефекты гидравлических коробок: нарушение уплотнительных поверхностей в местах уплотнений сменных втулок и седел клапанов, трещины в корпусе цилиндра, слом шпилек для крепления крышек. Поломанные шпильки заменяются новыми. Промоины стальных гидравлических коробок можно ремонтировать с помощью электродуговой наплавки и последующей механической обработки. Чугунные и стальные гидравлические коробки также восстанавливаются путем расточки промытых гнезд клапанных седел и запрессовки

штулок с внутренней конической поверхностью для посадки седел. Восстановление промытых посадочных поверхностей для цилиндрических штулок производится аналогично восстановлению гнезд клапанов, т.е. расточка, запрессовка штулок с последующей внутренней расточкой под посадочные размеры. Изношенные посадочные поверхности валов восстанавливаются ранее рассмотренными способами.

Изношенная поверхность корпуса крейцкопфа под палец обычно восстанавливается следующим способом: выступ в месте посадки пальца прострагивается с четырех сторон с тем, чтобы крейцкопф можно было установить и закрепить в токарном станке; далее сработанная поверхность наплавляется стальным электродом и обрабатывается до номинального размера. Другой способ восстановления отверстия под палец заключается в расточке отверстия, запрессовке втулки, имеющей внутренний диаметр под номинальный размер пальца. В случае срыва резьбы под надставку штока отверстие на токарном станке растачивается на больший диаметр под втулку с внутренней резьбой надставки штока. Наружный диаметр этой втулки должен иметь бурт для упора в тело крейцкопфа. Затем после установки втулки она приваривается к корпусу крейцкопфа со стороны противоположной бурту.

Отремонтированные гидравлическая коробка и корпус должны быть опрессованы на полуторакратное максимальное рабочее давление.

Порядок сборки насоса производится обратно разборке. Вначале собираются узлы. При этом изношенные подшипники заменяются новыми. Регулировка осевого люфта конических роликовых подшипников трансмиссионного вала имеет большое значение. Она производится следующим образом. Крышка установочного стакана затягивается равномерно болтами до полного выбора люфта, характеризуемого затрудненным вращением вала. Далее замеряется зазор между торцом корпуса стакана и фланцем крышки. Крышка затем снимается и под нее устанавливается набор прокладок, толщина которого на 0,2-0,3мм превышает замеренный зазор. После сборки трансмиссионный вал должен проворачиваться от усилия, приложенного к шкиву. Перегрев и износ подшипников может происходить от непараллельности валов или несоосности подшипников и устраняется прокладками под установочные стаканы.

Подшипники коренного вала регулируются следующим образом. Предварительно замеряются наружный и внутренний диаметры стаканов и посадочных шеек вала. Зазор между внутренним диаметром и наружным диаметром колец подшипников составляет 0,05-0,10мм. После чего на вал надеваются до упора в колесо распорные втулки и устанавливаются стаканы с предварительно вставленными до упора наружными кольцами внутренних подшипников. Затем внутренние кольца подшипников, нагретые в масле до температуры 80-90°C, одеваются на кривошипный вал до упора в распорные втулки. После этого, в стаканы устанавливаются наружные кольца наружных подшипников и надеваются торцовые крышки стаканов. Далее проводится регулировка подшипников.

Регулировка подшипников производится затяжкой болтов наружных крышек до зажатия подшипников в стаканах и полного выбора максимальных зазоров. Затяжка болтов осуществляется усилием одного рабочего при помощи гаечного ключа с рукояткой длиной не более 210мм и одновременного постукивания молотком по дну крышки стакана для более надежного выбора зазора.

В дальнейшем болты освобождаются и устанавливаются три свинцовых кубика под углом 120° друг от друга между крышкой и корпусом. После этого болты затягиваются до защемления подшипников и чтобы разница зазора между крышкой и торцом корпуса по окружности была не более 0,05мм. Затем вывинчиваются болты, замеряются толщины свинцовых кубиков и производится подбор пакетов прокладок общей толщиной на 0,3-0,4мм, превышающей толщины кубиков. После установки пакетов прокладок между крышками и корпусами подшипников болты затягиваются до отказа. После чего, стакан должен проворачиваться от усилия одного рабочего на рычаг длиной 1м.

До начала регулировки подшипники смазываются машинным маслом марки «индустриальное 50». После окончания регулирования подшипники заправляются густой смазкой.

Регулировка осевого люфта подшипников на пальце кривошипа производится подбором прокладок между торцом пальца и упорной шайбой. Толщина набора прокладок, в этом случае, на 0,15-0,25мм больше замеренного зазора при отсутствии осевого люфта у подшипников.

При увеличении зазора между крейцкопфом и направляющими он устраняется установкой прокладок между корпусом крейцкопфа и накладками либо заменой накладок. Крейцкопф должен свободно перемещаться без заедания и ударов. При износе бронзовых втулок шатунов они выпрессовываются и устанавливаются новые, пришабранные по пальцу крейцкопфа.

Сборка гидравлической части насоса производится с соблюдением более высоких требований к чистоте сопрягаемых поверхностей и плотности их прилегания, а также к отсутствию местных зазоров любой величины могущих быть причиной абразивного размыва деталей.

Посадка конической поверхности седла клапана на сопрягаемой поверхности гнезда клапанной коробки проверяется на краску. При этом поверхность прилегания должна представлять собой сплошное кольцо шириной не менее 15мм. Конические поверхности штока и поршня должны иметь сплошное прилегание по кольцу и занимать не менее 60% поверхности конуса.

По окончании сборки насос прокручивается вручную за шкив на один ход поршня для проверки свободного вращения кривошипношатунного механизма без заеданий и скрежета.

Обкатка насоса производится на воде на испытательном стенде с установленной цилиндрической втулкой наименьшего диаметра и при следующем режиме: вначале в течение 20-30 мин насос работает без давления; затем в

течение 20-30 мин при давлении, равном половине от номинального для установленной втулки; далее – при номинальном давлении в течение 1ч.

В процессе испытания замеряются следующие параметры: число двойных ходов, действительная подача насоса, давление всасывания и нагнетания, мощность насоса, а также снимается индикаторная диаграмма. На основании полученных данных определяются: напор насоса, полезная мощность насоса, индикаторная мощность, коэффициент подачи, к.п.д. насоса.

Полученные показатели дают возможность судить о качестве проведенного ремонта.

9.8. Ремонт автоматических буровых ключей и пневматических клиновых захватов.

В настоящее время наиболее распространенным стационарным автоматическим буровым ключом является ключ АКБ-3М2. Ключ имеет блок ключа, каретку с пневматическими цилиндрами, стойку и пулеет управления. Блок ключа (рис. 9.8) в основном подвергается износу при свинчивании и развинчивании резьбовых соединений бурильных и обсадных труб. Последовательность разборки блока ключа: вначале снимается пневмомасленка 7, предварительно отсоединив её обвязку; отвинчиваются болты крепления пневмодвигателя 5 и он снимается; к маховику при помощи болтов присоединяются две планки, предназначенные для снятия тельфером маховика с шлицевого вала редуктора.

После этого снимаются: верхний корпус 2 трубозажимного устройства, предварительно отсоединив его от трех пальцев промежуточного диска 3; цилиндр зажима нижних челюстей; промежуточный диск 3, предварительно отсоединив заглушки, ограничители и гайки крепления диска; кожухи редуктора; разрезная шестерня 11, для чего сняв заглушки, извлекаются при помощи специальных съемников ролики и пальцы, предназначенные для вращения на них разрезной шестерни.

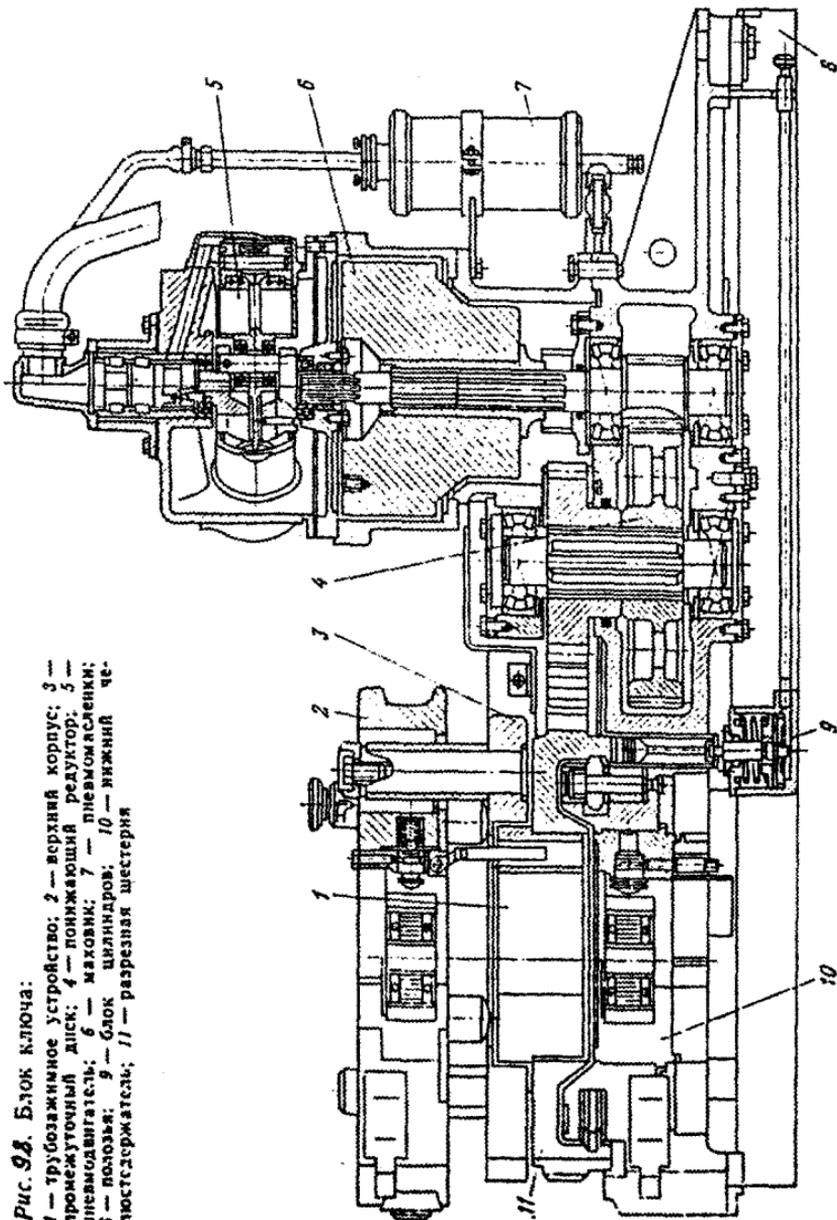
Затем корпус блока, установленный на специальном стенде, поворачивается на 180° и начинается разборка нижнего трубозажимного устройства и редуктора. При этом снимаются: полозья 8 и блок цилиндров 9; извлекается стопор совмещения и нижний храповик; поводок нижнего челюстедержателя и нижний фланец, а вслед затем извлекается нижний челюстедержатель 10; крышки подшипников валов редуктора и выпрессовываются оси с промежуточными шестернями.

После этого, корпус блока поворачивается на 180° и снимается верхний фланец корпуса редуктора и верхняя крышка среднего фланца, затем выпрессовывается шлицевой вал.

Далее снимается верхний фланец, крышка верхнего подшипника вала-шестерни и боковая крышка картера, выпрессовывается вал-шестерня и подшипники из отверстий фланца и корпуса, разбирается узел промежуточных шестерен.

Рис. 98. Блок ключа:

1 — трубодажное устройство; 2 — верхний корпус; 3 — промежуточный диск; 4 — понижающий редуктор; 5 — пневмодвигатель; 6 — маховик; 7 — пневмомаятник; 8 — полость; 9 — блок цилиндров; 10 — нижний корпус; 11 — разрезная шестерня



По завершению перечисленных операций начинается разборка следующих узлов блока ключа: верхнего корпуса трубозажимного устройства, блока цилиндров, цилиндра зажима нижних челюстей, разрезной шестерни и пневматического двигателя.

Порядок разборки верхнего корпуса трубозажимного устройства: снимаются четыре стакана с амортизаторами предварительно вывинтив винты крепления; извлекаются фиксаторы; снимается фланец, предварительно перевернув корпус и вывинтив винты; извлекается верхний челюстедержатель и два бойка, вывинтив задние пробки; вывинчиваются передние пробки и извлекаются два толкателя; выпрессовывается стакан с шариковым фиксатором; вынимаются вкладыши. Затем разбирается челюстедержатель, предварительно вывинтив стопорные винты оси хвостовика, выпрессовывается ось хвостовика и он снимается, вывинчивается стопорный винт и извлекается упор.

Порядок разборки блока цилиндров: снимаются малые и большие крышки; извлекаются бронзовые втулки и войлочные кольца из больших крышек; вынимается шток и пружина; извлекается фиксатор, свинчивая гайку, удерживая нижнюю часть диска в тисках и снимая манжету; вывинчиваются пробки для слива конденсата.

Последовательность разборки цилиндра зажима нижних челюстей: свинчивается вилка с штока, предварительно вынув штифт из вилки; снимается задняя крышка цилиндра, отвинтив гайки стяжных винтов; снимается поршень и передняя крышка с штока; разбираются передняя и задняя крышки.

По окончании разборки узлов самого ключа производится разборка пневматического двигателя в следующем порядке: отвинчиваются болты крепления крышки коробки золотника и извлекается распределительный вал; извлекаются цилиндры, предварительно отвинтив болты крепления цилиндров к корпусу; вывинчиваются болты М10 в резьбовые отверстия крышки, снимается крышка корпуса.

Затем вынимаются поршневые пальцы, снимаются поршни с шатунов и извлекается коленчатый вал с шатунами из корпуса.

Кривошипно-шатунный механизм разбирается в следующей последовательности: вынимается штифт и снимается щека коленчатого вала; снимается главный шатун вместе с подшипниками, и отсоединяются прицепные шатуны; выпрессовываются оставшиеся подшипники и выбивается при помощи деревянной выколотки золотниковая коробка.

Неподвижные соединения с натягом узлов ключа разбираются с использованием специальных съемников.

По завершении разборки ключа его детали промываются и направляются на контроль для проверки в соответствии с техническими условиями на выбраковку и сортируются на годные, подлежащие восстановлению и негодные. Так корпус редуктора при наличии обломов и сквозных трещин отбраковывается, а изношенные посадочные места корпуса восстанавливаются ли-

бо наплавкой, либо установкой ремонтных деталей-гильз с последующей расточкой до номинального размера.

Изношенные шестерни, втулки и подшипники заменяются новыми. Беговые дорожки разрезной шестерни восстанавливаются. Проставка при наличии трещин выбраковывается, а при её износе она восстанавливается наплавкой и последующей расточкой до номинального размера. Полозья при отсутствии трещин обрабатываются под ремонтный размер. Детали пневмодвигателя при наличии износа заменяются новыми.

Сборка ключа производится после восстановления и замены отбракованных деталей в порядке обратной разборке. Операции сборки выполняются в строгом соответствии с техническими условиями на сборку.

Особое внимание при сборке двигателя обращается на установку золотника и коленчатого вала. Золотник должен допускать свободное вращение от руки, а зазор между золотником и коробкой быть не более 0,16мм. Главный шатун должен плавно, без заеданий, проворачиваться вокруг шейки коленчатого вала, а прицепные шатуны свободно проворачиваться относительно главного.

Установив цилиндры, и проворачивая коленчатый вал, проверяется отсутствие ударов поршней о дно цилиндров. В случае наличия ударов устанавливаются дополнительные прокладки под фланцы цилиндров.

При установке крышки корпуса проверяется осевой люфт коленчатого вала, который должен быть равен 0,5-2,5мм. Требуемая величина люфта достигается подбором прокладок между крышкой и корпусом двигателя.

В процессе сборки обращается внимание на правильность установки вкладышей в корпусе трубозажимного устройства. Установка их в верхнем корпусе в сторону свинчивания производится под углом 7° , а в сторону развинчивания - 9° . Все вкладыши в нижнем корпусе устанавливаются под углом 11° . Вкладыши должны плотно прилегать к опорным поверхностям гнезд в корпусах.

Промежуточный диск, в процессе сборки проверяется на правильность его установки, т.е. он должен свободно перемещаться от руки в обе стороны от нейтрального положения на расстояние не менее 15мм. При этом в направлении выреза и в вертикальном направлении диск не должен иметь люфта относительно шестерни.

Ролики должны легко вращаться в челюсти и прилегать по всей своей длине к её поверхности, а сухари - плотно прилегать к поверхности паза и надежно крепиться винтами.

При сборке ключа необходимо соблюдать следующие размеры и зазоры между деталями и узлами [1]:

Зазор между верхним шариком храпового устройства и плоскостью нижнего челюстедержателя, мм.....1,0-1,5

Высота подъема верхней точки шарика относительно плоскости челюстедержателя при выдвигении нижнего шарика храпового устройства из нижнего челюстедержателя, мм.....5-14

Максимальный угол поворота верхнего челюстедержателя в обе стороны относительно верхнего корпуса, град.....28

Максимальный угол поворота нижнего челюстедержателя в обе стороны относительно нижнего корпуса, град.....23

Зазор между шариком и упором шарикового фиксатора, мм.....0,3

Зазор при установке стопора совмещения, мм:
в нижнем положении между роликом и нижней точкой шестерни.....0,4

в верхнем положении между роликом и плоскостью впадины, расположенной между накладками шестерни.....1,5

После окончания сборки ключ подвергается обкатке на холостом ходу при давлении воздуха в сети 0,3-0,4 МПа. Длительность обкатки в обе стороны по 30 мин. Шестерни при обкатке должны работать плавно с равномерным шумом, без ударов и дробных перекатов. Не допускается перегрев подшипников и роликов трубозажимного устройства.

Узлы пневмоуправления опрессовываются на давление 1 МПа, а затем проверяется работа штоков цилиндров ключа и работа стопора совмещения при вращении верхнего корпуса в обе стороны при давлении воздуха в системе 1,0 и 0,5 МПа.

Обкатка ключа производится на специальном стенде и затем окрашивается стойкой краской, а трущиеся поверхности смазываются антикоррозионной или консистентной смазкой. Ключи АКБ применяются при буровых совместно с пневмоклиньями ПКР, устанавливаемые в центральном отверстии ротора.

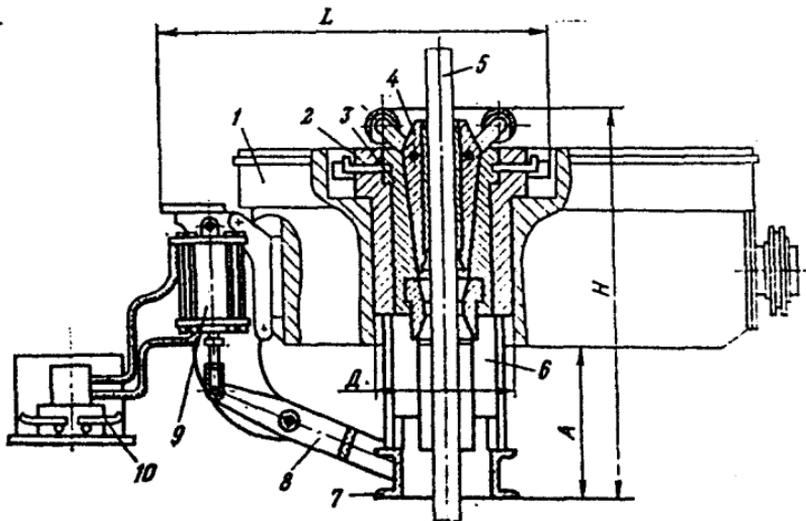


Рис. 9.9.

Пневматические клинья ротора:

1 – ротор; 2 – неразъемный корпус; 3 – разъемный вкладыш; 4 – клинья; 5 – труба;
6 – направляющие планки; 7 – кольцо; 8 – рычаг; 9 – цилиндр; 10 – педальный орган управления; L, H, D – основные габаритные размеры.

В *пневматических клиньях ротора* (рис. 9.9) наиболее быстро изнашиваются плашки клиньев 4. При техническом обслуживании проводятся следующие работы: замена плашек клиньев, сальника и поршня цилиндра управления, устранение утечек воздуха в системе управления, замена крепления плашек клиньев и смазка трущихся поверхностей. Текущий ремонт включает: контроль состояния пневматического цилиндра, роликов рычага подъема клиньев, узла крепления плашек клиньев. Изношенные детали заменяются новыми или восстанавливаются.

При капитальном ремонте производится полная разборка пневматических клиньев, дефектовка всех деталей, восстановление или замена изношенных деталей, смазка, испытание и окраска.

Порядок разборки пневматических клиньев: отсоединяются воздухопроводы от пневматического цилиндра 9 и рычаг от пневматического цилиндра 8, вынимаются пальцы шарниров; извлекаются из ротора корпус клиньев 2, а затем – клинья и разбирается корпус на детали.

При износе вкладышей 3, направляющих планок клиньев 6, кольца направляющих 7 клиньев они восстанавливаются электронаплавкой с последующей механической обработкой.

Сборка пневматических клиньев производится в последовательности, обратной разборке. После капитального ремонта клинья испытываются на стенде при нагрузке 1,25 от номинальной грузоподъемности в течение 15 мин.

9.9. Ремонт механизмов АСП.

Техническое обслуживание механизмов АСП включает: проверку и подтягивание крепежных деталей; устранение мелких дефектов в работе механизмов; проверку наличия и состояния смазки, которая при необходимости заменяется свежей.

Текущий ремонт включает частичную проверку состояния быстрознашивающихся деталей и при необходимости замену их новыми.

Механизм расстановки свечей (рис.9.10) при капитальном ремонте полностью разбирается: вначале на узлы-тележку, стрелу и полати. Ремонт полатей к замене отдельных элементов металлоконструкции проведение сварочных работ.

Тележка разбирается в определенной последовательности, а именно, вначале снимаются приводы тележки и стрелы, предварительно отвинтив болты крепления приводов к раме тележки. Затем снимаются катки для передвижения выдвигной стрелы. После чего тележка поворачивается и снимаются ролики передвижения. Далее производится разборка катков и роликов на отдельные детали, предварительно сняв крышки подшипников, выпрессовав оси и извлекая шариковые подшипники. Затем разбираются редукторы и тормоза приводов тележки и стрелы. По окончании разборки все детали тележки промываются и направляются на контроль.

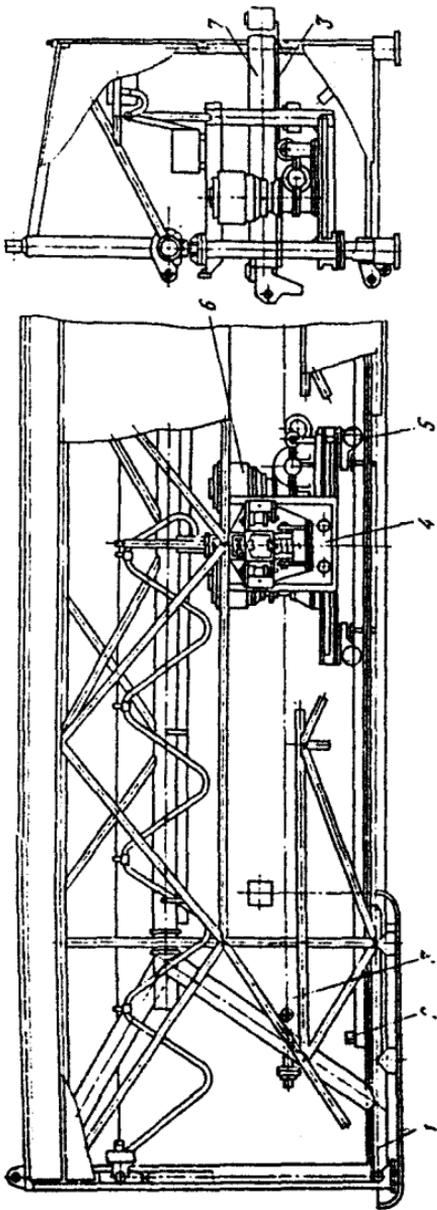


Рис. 10. Механизм расстановки свечей:

1 — муфты; 2 — упоры, ограничивающие передвижение тележки; 3 — дель; 4 — тележка; 5, 6 — блок-ролики; 7 — стрела

Изношенные шариковые подшипники, оси подшипников и другие мелкие детали заменяются новыми.

Катки, ролики и корпусные детали реставрируются наплавкой с последующей механической обработкой или проточкой на ремонтные размеры. У червячных колес заменяются венцы.

По окончании замены и восстановления изношенных деталей тележка собирается в следующей последовательности: вначале собираются редукторы приводов, катки и ролики, которые затем монтируются на раме тележки.

Разборка стрелы проводится в следующей последовательности: снимается амортизатор, предварительно отвинтив крепящие болты к балке; снимаются планки конечных выключателей после вывинчивания крепящих винтов планок к балке; снимается задний упор, предварительно отвинтив болты, крепящие его к балке. Далее, отвинтив гайку штока, разбирается амортизатор.

Изношенные и поломанные пружина, шток и крепежные детали заменяются новыми. Восстановление изношенных планок осуществляется наплавкой с последующей механической обработкой изношенных поверхностей. Затем собираются стрела и механизм расстановки свечей, который после испытывается на стенде на прочность и работоспособность. При испытании регулируется и проверяется: плавность передвижения тележки и стрелы, работа редуктора, тормозов и муфт предельного момента.

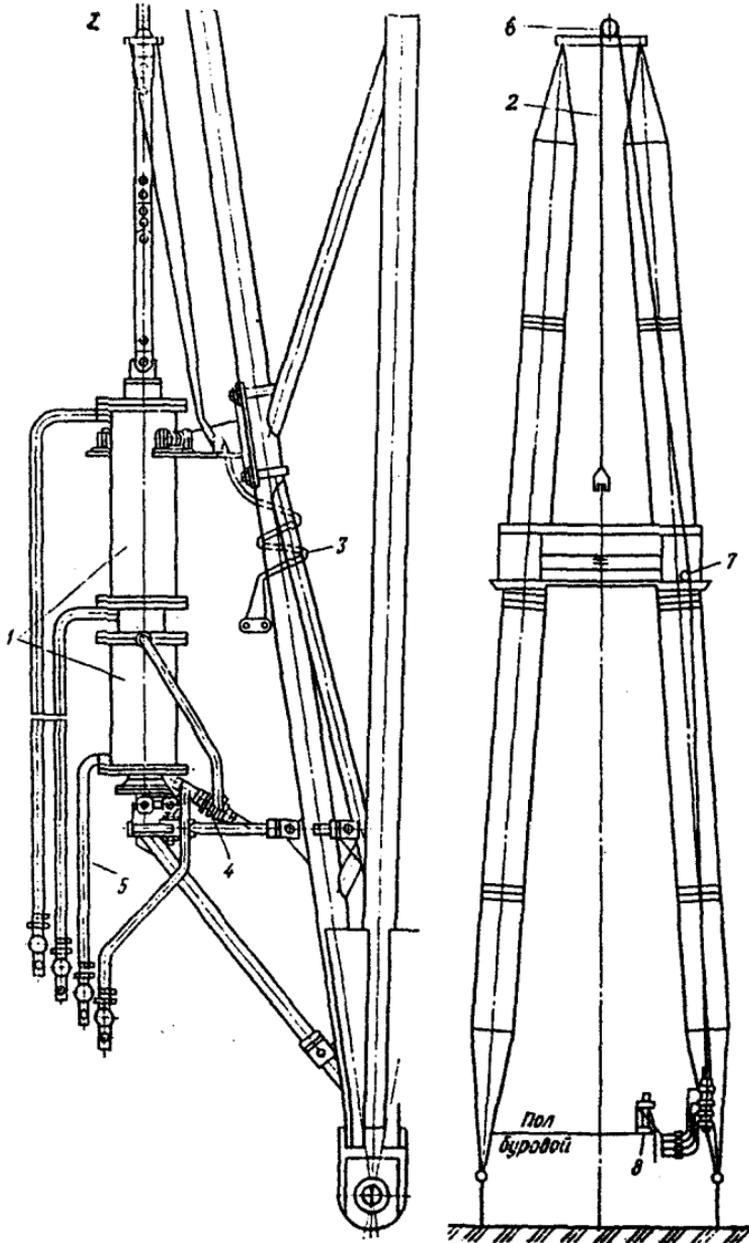


Рис. 914. Механизм подъема свечей:

1 — цилиндр двойного действия; 2 — подъемный канат; 3 — регулировочный канат; 4 — вспомогательный цилиндр; 5 — воздухопровод; 6 — дополнительный шкив крестовка; 7 — нижний блок; 8 — вентиль управления

Механизм расстановки свечей испытывается на прочность в следующих положениях: первом – тележка находится в центре полатей, втором и третьем – тележка находится в двух крайних положениях, т.е. на левой и правой сторонах полатей.

Величина нагрузки при испытании – 1,24 от номинальной грузоподъемности в течение 15 мин в каждом положении, приложенной к месту подвески механизма захвата свечей. По окончании испытаний на прочность проверяются все узлы механизма для выявления остаточных деформаций и трещин в сварных швах.

Ремонт механизма подъема свечей.

При капитальном ремонте механизма подъема свечей (рис. 9.11) разбирается каждый узел. Разборка заблокированных пневматических цилиндров подъема производится в следующем порядке: отвинчиваются болты крышек цилиндров, извлекаются вместе с крышками и штоками поршни из цилиндров, отсоединяются цилиндры от промежуточного фланца, отвинтив предварительно крепящие болты.

Затем отвинтив гайку штоков, снимаются поршни с штоков; разбираются узлы сальников штоков, предварительно отвинтив гайки крышек сальников; извлекаются штоки из крышек цилиндров.

Далее разбираются поршни, предварительно отвинтив болты крепления фланцев поршней. После разборки цилиндров все детали промываются и направляются на контроль. Изношенные детали заменяются новыми.

Сборка пневматических цилиндров производится в порядке обратной разборке.

Ремонт блокировочного цилиндра производится аналогичным образом.

Капитальный ремонт механизма включает разборку всех роликов подвески подъемного каната и узлов пневматического управления. При наличии износа подъемный канат заменяется новым.

Сборка всех узлов механизма производится в соответствии с техническими условиями на ремонт. После сборки узлов механизм подъема свечей испытывается на работоспособность, герметичность и прочность. Цель испытания на работоспособность – выявление четкости взаимодействия отдельных узлов механизма.

На герметичность проверяются цилиндры подъема, блокировочный цилиндр и пневматическая система управления. Давление при испытании равно 1,25 от рабочего давления, но не менее чем на 0,3МПа выше рабочего давления.

На прочность испытываются: блок цилиндров, система управления, подъемный канат в сборе.

Механизм захвата свечей (рис. 9.12) разбирается в следующей последовательности: отсоединяется тяга 3; снимаются рычаги привода подвижной части механизма и копир 4; снимается клиновья головка 2, отвинтив винты крепления её к подвижной части; снимается скоба 7, отвинтив винты крепления её к подвижной части; отсоединяется подвижная часть 5 от неподвижной

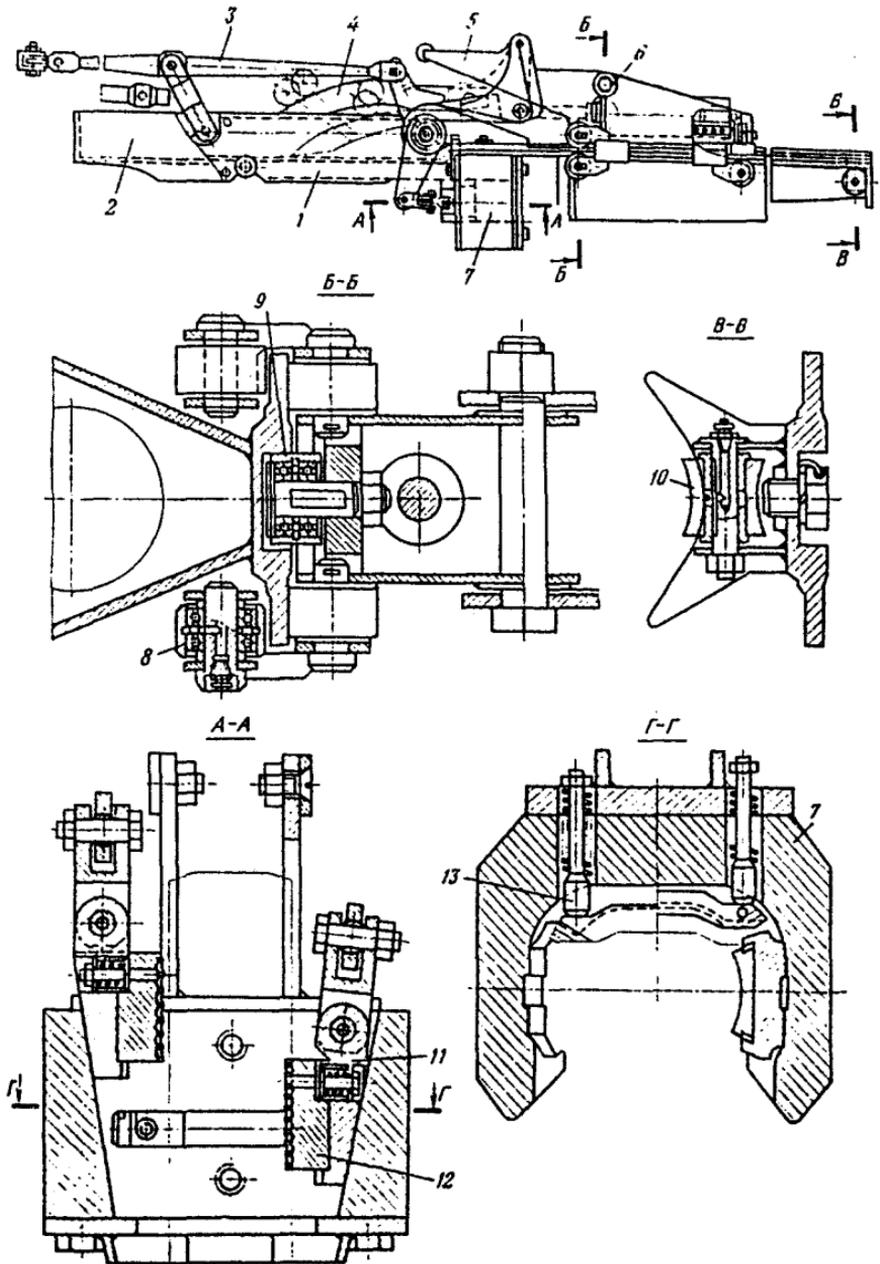


Рис. 912. Механизм захвата свечей

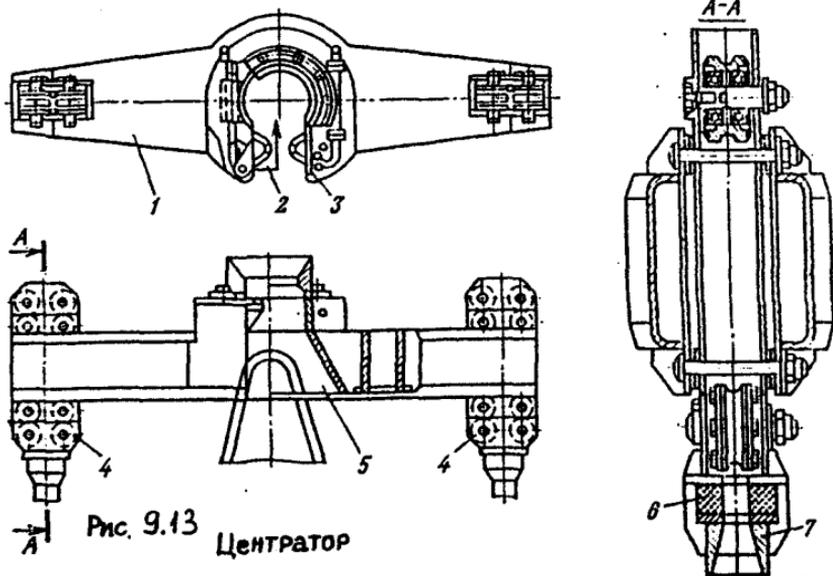
направляющей части 1 механизма. При полной разборке неподвижной и подвижной частей снимаются ролики 8, 9 и 10. При разборке скобы снимаются клинья 11 со сменными губками 12 и извлекается фиксатор 13.

По окончании полной разборки механизма захвата свечей все его детали тщательно промываются и направляются на контроль. Особо тщательно промываются и направляются на контроль. Особо тщательно проверяются: износ рабочих поверхностей направляющей планки подвижной части оси 6, копира, головки, роликов. Изношенные поверхности направляющей планки, головки и копира восстанавливаются наплавкой с последующей механической обработкой. Мелкие изношенные детали заменяются новыми.

После восстановления и замены изношенных деталей механизм собирается в порядке обратном разборке. Сборка производится в строгом соответствии с техническими условиями на ремонт.

После сборки механизм испытывается на работоспособность и прочность. При испытании на работоспособность проверяется четкость работы механизма с трубами диаметром 114, 127, 141, 146 и 168 мм.

Механизм устанавливается в исходное положение и подводится к трубе, закрепленной на стенде на подкладке высотой 240 мм. Затем свеча поднимается и проверяется четкость и надежность захватывания трубы механизмом. После этого подкладка убирается, опускается механизм с трубой в крайнее нижнее положение и проверяется четкость освобождения трубы губками.



Далее проверяется работа механизма на трубе, установленной на подкладке высотой 400 мм.

Во время проверки вся рычажная система должна плавно перемещаться, подвижная часть – свободно, без заеданий по трубе, при этом ролики должны легко вращаться без заедания и скольжения, а губки – плотно охватывать трубу.

Механизм испытывается на прочность под нагрузкой, равной 1,25 от номинальной грузоподъемности в течение 15 мин. Для чего, механизм устанавливается на горизонтальном стенде, губками захватывается труба и постепенно подвижным винтом нагрузка доводится до требуемой величины.

После испытаний проверяются все узлы механизма для выявления возможных трещин в сварных швах и остаточных деформаций.

Центратор (рис. 9.13) при капитальном ремонте подвергается полной разборке. С корпуса 1 снимаются кулачки 2 и 3, кронштейны 4, воронка 5, резиновые кольца 6 и конусные опоры 7. При работе в основном изнашиваются оси направляющих роликов кронштейнов, кулачки, пальцы шарнирных соединений и канаты. После замены и восстановления изношенных деталей центратор собирается.

Автоматический элеватор (рис.9.14) разбирается следующим образом. Вначале снимаются стропы, предварительно отвинтив гайки пальцев и удалив последние из корпуса элеватора; вынимаются направляющие штоки 13 из корпуса элеватора, вывинтив винты крепления штоков к кольцу 26; отсоединяется узел рычажного механизма от корпуса элеватора после отвинчивания болтов крепления фланца патрубка 14.

Затем разбирается узел рычажного механизма в последовательности: снимается копир 22, вывинтив винты крепления копира к патрубку, подстраховывая копир во избежание его отбрасывания пружиной 23; снимается с патрубка эта пружина и каретка 3 вместе с рычагами 5; снимаются предохранительные защелки 15 после удаления пальцев 17; отсоединяются кулачки 11 и разбирается подвеска 10.

После этого разбирается узел каретки 3; снимаются пружины 9, отвинтив предварительно гайки штоков пружин; снимаются ролики 8. Далее снимаются крышки роликов 4 и извлекаются шариковые подшипники из роликов.

По завершении разборки элеватора все его детали промываются и направляются на контроль.

Изношенные детали, т.е. стропы, подшипники роликов, детали рычажной системы, направляющие штоки крепежные и другие мелкие детали заменяются новыми. Корпус элеватора, корпус каретки, патрубок и ряд других деталей восстанавливаются наплавкой и последующей проточкой на ремонтные размеры. После восстановления и замены изношенных деталей производится сборка элеватора.

Вначале отдельно собирается узел рычажной системы и узел силовых деталей. Затем эти узлы соединяются. Сборка узлов элеватора и элеватор собираются в порядке обратном разборке. При сборке детали смазываются.

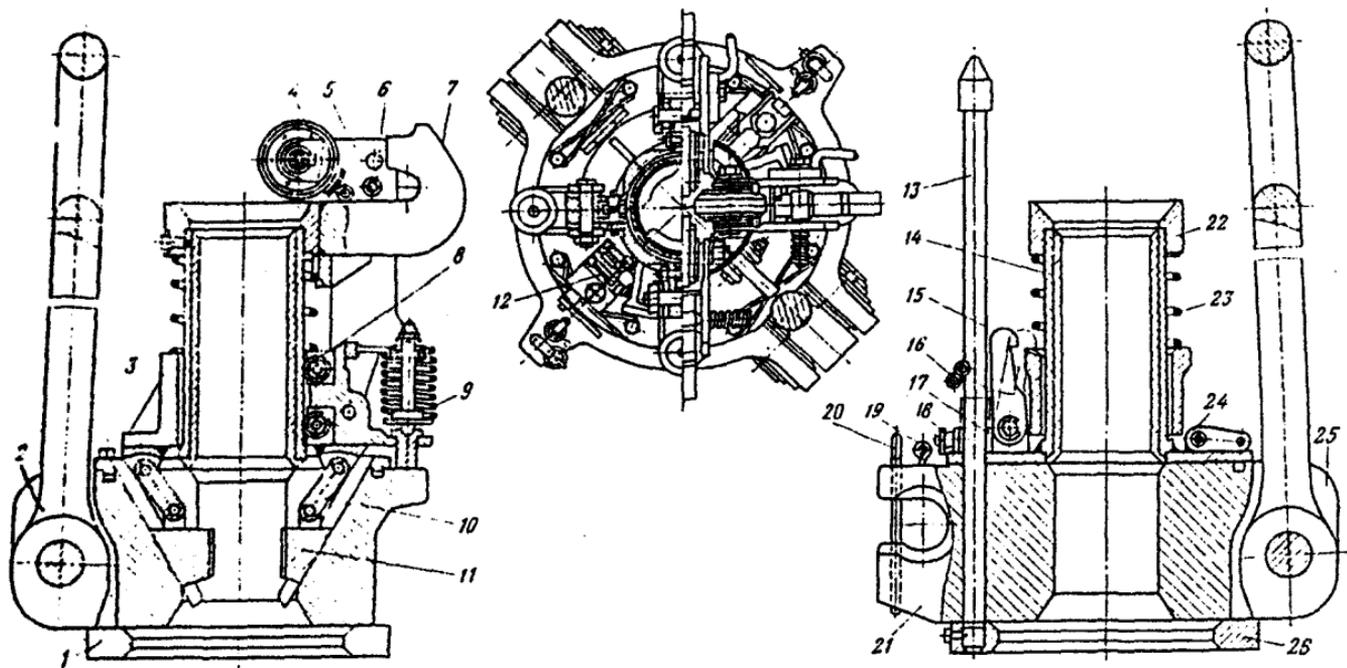


Рис. 914. Автоматический элеватор:

1 — корпус; 2 — ствол; 3 — каретка; 4, 6, 8, 16 — ролики; 5 — рычаги; 7, 21 — пружины; 9, 12, 23 — пружины; 10 — подвески; 11 — кулачки; 13 — штоки; 14 — патрубок; 15 — предохранительные защелки; 17 — пальцы; 18 — запор; 19, 26 — кольца; 20 — предохранительные пальцы; 22 — копир; 24 — упор; 25 — пружина

Закончив сборку автоматического элеватора, работа его механизма проверяется на стенде.

При этом должно обеспечиваться:

а) свободное перемещение каретки вверх и вниз с одновременным отклонением рычагов до упора роликов в упоры проушин копира;

б) свободное вращение роликов на подшипниках;

в) при нажатии на кольцо направляющих штоков обеспечивается плавное отклонение защелок, фиксирующих положение каретки, от крайних положений, что позволяет каретке свободно передвигаться по направляющему патрубку;

г) надежное удерживание каретки от вертикального передвижения направляющих штоков в отверстиях корпуса элеватора.

Помимо испытания на работоспособность механизмов, после капитального ремонта, автоматический элеватор подвергается испытанию на прочность. При этом корпус, стропы, кулачки испытываются на статическую нагрузку 1,25 от номинальной грузоподъемности в течение 15 мин.

После монтажа механизмов АСП на буровой производится их регулировка.

9.10. Ремонт преенторов.

У преенторов к быстроизнашивающимся деталям относятся резиновые уплотнительные элементы и плашки. Текущий ремонт преенторов включает следующие профилактические и ремонтные работы:

проверку состояния, замену плашек, винтов для крепления уплотнений при наличии надрывов и износа;

проверку состояния, замену и ремонт задвижек, кранов, трубопроводов и фланцевых соединений;

проверку состояния, замену и ремонт распределителя, шестеренного насоса, обратных и предохранительных клапанов, цилиндров масляного фильтра, гидравлического аккумулятора, КИП гидросистемы при наличии износа, трещин и т.д.;

проверку состояния, замену изношенных манжет, уплотнительных колец, прокладок;

замену смазки в соответствии с картой смазки;

сборку преентора, гидросистемы, регулировку, испытание под давлением согласно инструкции.

До начала разборки преенторы очищаются от грязи и промываются.

Ремонт плашечного преентора. В начале разборки плашечного преентора (рис. 9.15) от корпуса отсоединяются масло и паропроводы. вывинчиваются болты 4 и проворачивается откидная крышка 10 вокруг оси шарнира, выдвигается плашка с помощью винта 6, вынимается плашка из замкового соединения штока 9 и отсоединяется откидная крышка от корпуса преен-

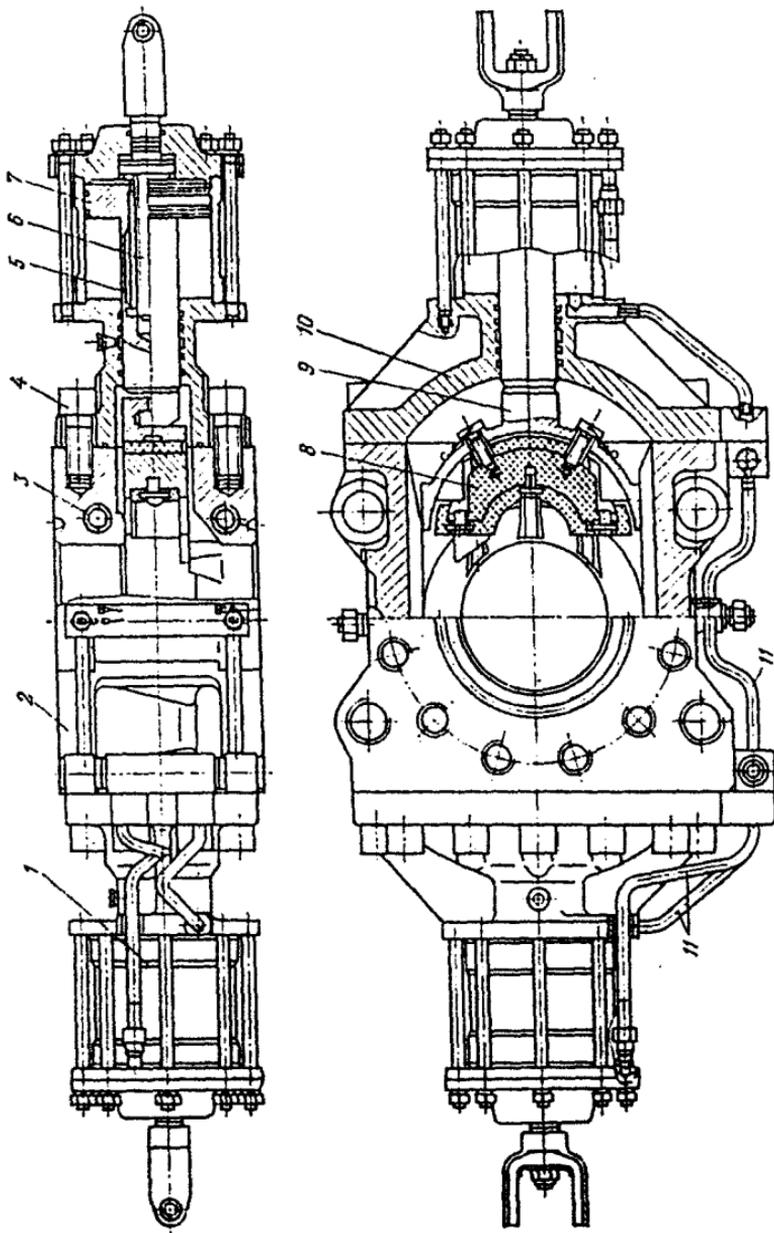


Рис. 215. Плещечный превентор:
 1 — гидроцилиндр; 2 — корпус; 3 — паропроводы; 4 — болты; 5 — гайка; 6 — винт; 7 — поршень; 8 — резиновое уплотнение; 9 — шток;
 10 — крышка; 11 — металлические трубы

тора после извлечения оси шарнира. В такой же последовательности снимается вторая крышка в сборе с гидроцилиндром.

Далее производится разборка гидроцилиндров в последовательности: снимается вилка с винта 6, отвинтив гайку и вынув палец крепления вилки к винту; снимается крышка гидроцилиндра, отвинтив стяжные шпильки; вывинчивается винт из гайки 5; извлекается поршень 7 из цилиндра.

После чего снимаются резиновые уплотнения с плашек.

Завершив разборку превентора, все его детали промываются и подвергаются дефектоскопии в соответствии с техническими условиями на разборку деталей при ремонте.

При ремонте корпуса превентора восстанавливаются или перенарезаются крепежные резьбы, зачищаются от заусениц и забоя поверхности канавок для уплотнительных металлических колец и поверхностей, по которым перемещаются плашки.

Ремонт плашек заключается в замене изношенных плашек или восстановлении их электродуговой наплавкой с последующей механической обработкой на номинальные размеры.

Сборка превентора производится в порядке, обратном разборке. При этом особое внимание обращается на установку уплотнительных резиновых колец между откидными крышками и корпусом, а также уплотнений штоков, не допуская их перекоса и заземления.

После ремонта превентор подвергается испытанию гидравлическим давлением в течение 5 мин в 1,5 раза превышающим допустимое рабочее. Во время испытания не допускаются пропуски жидкости через плашки и уплотнения откидных крышек. При испытании проверяется также герметичность резиновых колец уплотнения штока, отвинтив специальные пробки на откидных крышках. Появление воды в отверстиях пробок не допускается.

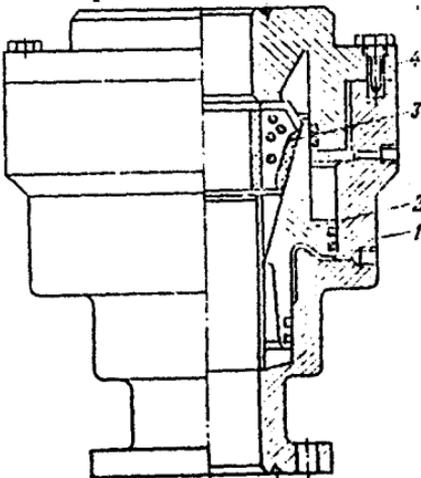


Рис. 9.16. Универсальный превентор

Ремонт универсального превентора (рис. 9.16) состоит в замене кольцевого резинового уплотняющего элемента 3 и самоустанавливающихся манжет кольцевого плунжера 2.

Порядок разборки универсального превентора: отвинчиваются болты крышки 4 и вывинчивается крышка из корпуса превентора 1, извлекаются резиновый уплотнительный элемент и из корпуса кольцевой плунжер, с которого снимаются самоустанавливающиеся манжеты.

После ремонта универсальный превентор испытывается в течение 5 мин гидравлическим давлением, в 1,5 раза превышающим допустимое рабочее. При этом пропуск жидкости не допускается.

При *ремонтe вращающегося превентора* (рис. 9.17) обращается особое внимание на состояние уплотнителя, самоуплотняющихся асбографитных манжет корпуса патрона и подшипников ствола.

Разборка превентора начинается с извлечения патрона в сборе из корпуса превентора, предварительно отсоединив быстроразъемное кулачковое соединение. Далее производится разборка патрона в следующей последовательности: снимается уплотнитель, предварительно отвинтив болт, фиксирующий основание его на стволе; затем снимаются вкладыши; демонтируется шинно-пневматическая муфта; снимается корпус вкладышей, отвинтив болты крепления корпуса к полукольцам; извлекаются из корпуса патрона асбографитовые манжеты, предварительно отвинтив болты и сняв буксу уплотнения; извлекается из корпуса патрона ствол и демонтируются с него подшипники.

После ремонта вращающийся превентор подвергается испытанию на герметичность и легкость вращения ствола.

9.11. Ремонт турбобуров.

Конструкция односекционного турбобура представлена на рис. 9.18. Детали турбобура работают в среде промывочной жидкости и подвергаются высоким давлениям и осевым нагрузкам, что приводит к интенсивному их износу.

Неисправный турбобур подлежит доставке в мастерскую в течение суток для распрессовки, т.е. извлечения вала с деталями турбины из корпуса. При невозможности доставки турбобура в мастерскую его необходимо распрессовать на буровой при помощи буровой лебедки. В противном случае, после высыхания бурового раствора, образуется корка между наружными поверхностями статоров и корпусом, что приведет к невозможности его разборки даже с использованием паровых и нефтяных ванн.

Содержание и объем ремонта определяется после частичной или полной разборки турбобура. После промывки и очистки турбобур при помощи крана или тельфера подается на механический круговой ключ, которым отвинчивается ниппель. При этом специальной катушкой задержки предотвращается проворачивание корпуса турбобура. Реактивный момент на катушке задержки воспринимается трансформатором давления. Давления же регистрируются манометрами, проградуированными в единицах силы, и таким образом, контролируются моменты отвинчивания и завинчивания.

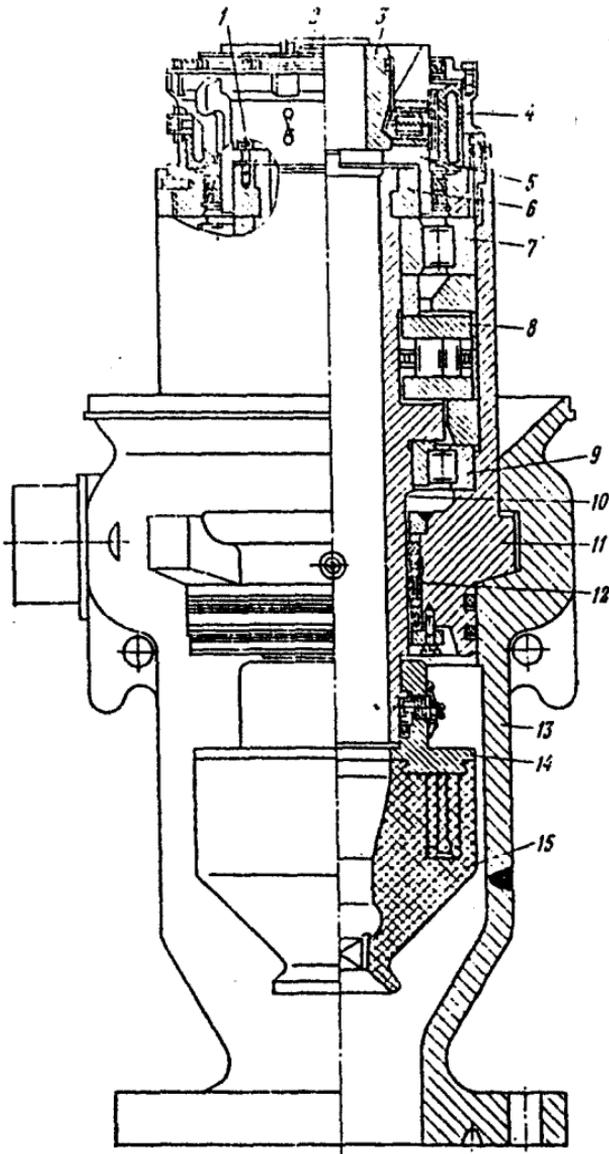


Рис. 2.17 Вращающийся прессор:

1 — болт; 2 — фиксатор; 3 — вкладыши; 4 — шлицо-пневматическая муфта; 5 — корпус вкладыша; 6 — полукольцо; 7, 8, 9 — подшипники; 10 — ствол; 11 — корпус пистона; 12 — асбестографитовые магниты; 13 — корпус; 14 — основание уплотнителя; 15 — уплотнитель

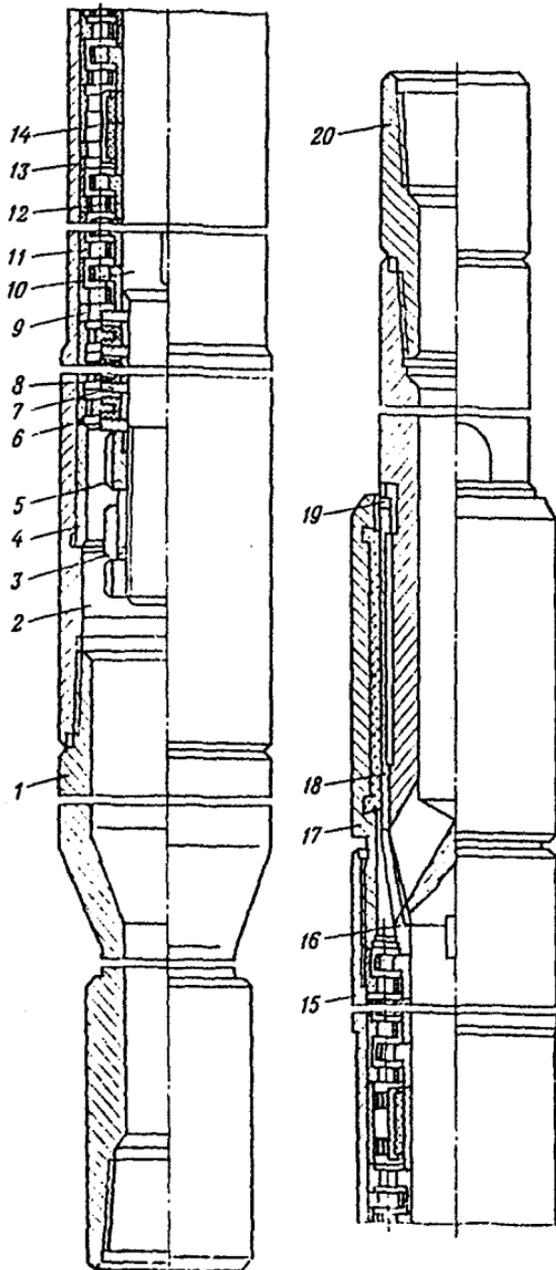


Рис. 218. Турбобур:

1 — переводник; 2 —
 контргайка; 3 — колпак;
 4 — упорная втулка;
 5 — роторная гайка;
 6 — подпятники; 7 —
 диски пята; 8 — кольца пята; 9 — регулировочное кольцо; 10 — вал; 11 — статор; 12 —
 ротор; 13 — втулка средней опоры; 14 — втулка промежуточной опоры; 15 — корпус; 16 —
 упор; 17 — шпилька; 18 — втулка нижней опоры; 19 — шпилька; 20 — переводник

диски пята; 8 — кольца пята; 9 — регулировочное кольцо; 10 — вал; 11 — статор; 12 —
 ротор; 13 — втулка средней опоры; 14 — втулка промежуточной опоры; 15 — корпус; 16 —
 упор; 17 — шпилька; 18 — втулка нижней опоры; 19 — шпилька; 20 — переводник

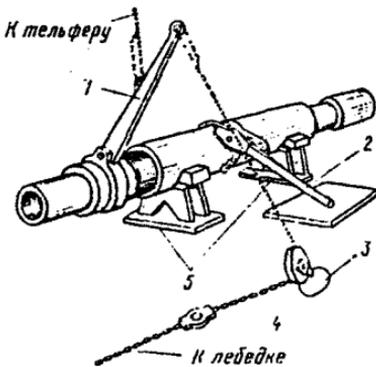


Рис. 9.19. Схема разборки турбобура при ремонте

Резьбовые соединения турбобура могут завинчиваться и отвинчиваться и более простым способом, используя лебедку и тельфер (рис. 9.19). При этом канат от барабана лебедки направляется через направляющий ролик 3, укрепленный в полу цеха, прикрепляется к ключу 1, надетому на отвинчиваемую деталь турбобура (рис. 9.19). При этом канат от барабана лебедки через направляющий ролик 3, укрепленный в полу цеха, прикрепляется к ключу 1, надетому на отвинчиваемую или завинчиваемую деталь турбобура. Ключ 2, одетый на корпус турбобура, предотвращает его вращение.

Усилие затяжки определяется механическим динамометром 4. Турбобур помещается на стойки 5. После отвинчивания ниппеля турбобур направляется на гидравлический пресс для распрессовки корпуса и вала в сборе. В процессе распрессовки вал турбобура испытывает значительные растягивающие напряжения. Поэтому во избежание деформации вала, максимальное напряжение не должно превышать половины предела текучести.

В таблице на гидравлическом прессе указано допустимое давление по манометру для каждого типоразмера турбобура. При невозможности распрессовки при предельной нагрузке турбобур помещается на несколько часов в ванну с горячей водой и затем снова устанавливается на пресс. Вал в сборе с турбиной извлекается из корпуса при помощи троса, связанного через полиспаст с барабаном лебедки. Далее вал устанавливается на направляющие и тем же способом, что и при отвинчивании ниппеля, отвинчивается контргайка, снимается колпак и отвинчивается роторная гайка. Съем с вала деталей турбины производится аналогично извлечению вала из корпуса.

Валы и корпуса после разборки промываются в емкости на 1 м длиннее турбобура. Эта емкость используется для облегчения разборки турбобура, для чего вода подогревается паром. Емкость часто изготавливается из обсадной трубы большого диаметра. При этом труба сверху вырезается на 1/3 диаметра по всей длине, а по торцам привариваются днища. Детали турбины промываются в ваннах с подогревательными устройствами. Промытые и высушенные детали турбобура направляются на контроль и отбраковку при наличии износа, превышающего установленные техническими требованиями нормы. Особое внимание обращается на наличие вмятин, трещин и других внешних дефектов у вала и корпуса. Производится обязательная проверка вала и корпуса на прямолинейность; для чего они укладываются на две опоры и при вращении делаются замеры индикатором в пяти-шести точках. При превышении допустимой кривизны вал и корпус подвергаются правке на прессе для правки бурильных труб.

Вал или корпус устанавливаются на прессе дугой вверх. Обратный прогиб замеряется линейкой, ведя отсчет от станины прессы. Во избежание смятия корпуса при правке используются специальное полукольцо, устанавливаемое между корпусом, пуансоном и опорами. Резьбы турбобура проверяются внешним осмотром, резьбовыми калибрами, а также свинчиванием резьбового соединения. До проверки резьбы должны быть очищены и промыты. Не допускаются дефекты резьб у деталей, поступающих на сборку. У конических резьб измеряется их натяг, который должен соответствовать установленным нормам. Изношенные резьбы перенарезаются. У валов проверяется состояние шпоночных пазов. В случае их смятия или значительного увеличения ширины, на валу под углом 90° и 180° от первоначального фрезеруется новый паз. При наличии радиальной выработки внутренней поверхности у корпуса он выбраковывается. Для восстановления изношенной резьбы корпуса приходится часть его отрезать, а для сохранения номинальной длины устанавливать надставку. Центрирование надставки с корпусом осуществляется цилиндрическим участком с прессовой посадкой, а жесткость соединению придает резьбовой участок. Надставка устанавливается с предварительным нагревом до $400-450^\circ\text{C}$.

Резиновые поверхности подпятников не должны иметь повреждений. При износе до 1 мм допускается дальнейшее использование подпятников, однако в этом случае кольца пяты необходимо соответственно уменьшить по высоте. Кольца пяты отбраковываются при износе наружной поверхности более чем на 1 мм. Диски пяты при износе по высоте менее, чем на 1 мм и гладких рабочих поверхностях используются повторно.

Радиальные опоры не должны иметь дефектов на рабочих поверхностях. Втулки средних и нижних опор с износом наружной поверхности не более чем на 1,5 мм на диаметр могут использоваться повторно при условии установки в паре с ними новых ниппелей и средних опор. Осевой люфт более 4 мм и радиальный более 3 мм у опор качения турбобуров не допустим и они отбраковываются. У ступеней турбины контролируются высоты статора и ротора, осевая высота лопастей, осевой люфт ступени и радиальный зазор между ротором и статором. Ступени с поломанными и погнутыми лопастями выбраковываются. До начала сборки ступени подбираются в комплекты. Все ступени одного комплекта должны иметь одинаковую номинальную высоту и осевой люфт. Комплекты подбираются из новых ступеней, из ступеней, бывших в употреблении с износом до 2 мм и более, а также из отремонтированных ступеней.

Комплектование производится следующим образом. На контрольной плите укладываются две стопы из десяти роторов и десяти статоров торцами друг на друга и замеряются их высоты. При разнице высот более 1 мм одна стопа переукомплектовывается другими статорами или роторами, но с одинаковой номинальной высотой и осевым люфтом. Разница высот стоп не должна быть более 0,2 мм. Иногда допускается подрезка одного или нескольких статоров или роторов со стороны лопаток, но не более чем на 1 мм. Ком-

спект с износом лопаток по высоте более 2 мм не рекомендуется использовать при бурении скважин глубиной свыше 3000 м. Турбобур со ступенями, имеющими износ лопаток по высоте более 2 мм, возможно применять при бурении верхних интервалов, т.е. до глубины 3000 м, так как в этом случае снижение мощности из-за износа лопаток компенсируется увеличением подачи насосов. Ступени с уменьшенной высотой после ремонта, но с осевым люфтом, равным номинальному, применяются в турбобурах с увеличенным количеством ступеней. Пята турбобура комплектуется так, чтобы высота подпятника была равна сумме высот диска и распорного кольца. Средние опоры комплектуются по высоте с втулками средних опор.

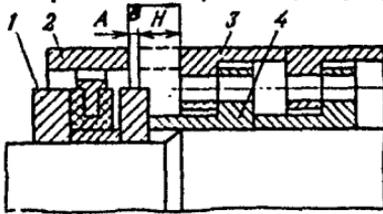


Рис. 9.20 Схема определения высоты регулировочного кольца

Турбобур собирается на стенде. Правильная сборка достигается получением заданного осевого люфта при полной затяжке деталей подвижной и неподвижной частей. Необходимый осевой люфт достигается с помощью регулировочного кольца 9 (рис. 9.20), являющегося компенсационной деталью. Высота кольца определяется различными способами. Рассмотрим один из них.

После установки последней ступени турбины, т.е. ротора 4 и статора 3 (рис. 9.20), на вал одевается ступень пяты. Подпятник 2 прижимается к диску 1, а статор – к ротору. Затем измеряется размер B между торцами статора и подпятника. Высота регулировочного кольца H принимается меньше измеренного размера B на необходимую величину верхнего осевого зазора A в турбине. После установки регулировочного кольца на вал одеваются детали пяты и все детали затягиваются роторной гайкой, которая стопорится колпачком и контргайкой. Далее детали, собранные на валу, снаружи смазываются густой смазкой и устанавливаются в корпус с помощью лебедки, применявшейся при разборке турбобура. Затем ввинчивается ниппель. При правильной сборке турбобура должны соблюдаться следующие условия:

- а) все конические резьбовые соединения свинчены до упора в торцы;
- б) величина натяга ниппеля, т.е. расстояние между торцами корпуса и ниппеля в затянутом состоянии находится в пределах 5-15 мм;
- в) вал легко вращается моментом до 200 Н·м;
- г) осевой люфт, замеренный при перемещениях вала в крайне верхнее и нижнее положения, находится в заданных пределах.

После окончания проверки правильности сборки турбобур обкатывается на специальном стенде, который в зависимости от положения турбобура может быть вертикальным или горизонтальным. Стенд состоит из следующего оборудования: бурового насоса; зажимного приспособления корпуса, устройства для разгрузки пяты при запуске и обкатке; приборов и приспособлений для замера частоты вращения вала, крутящего момента на валу, подачи насоса, перепада давления в турбобуре; устройства для нагружения вала турбобура тормозным моментом. После обкатки турбобура на холостом ходу на

стенде снимается индивидуальная характеристика, которая является окончательным критерием качества ремонта.

9.1.1. Унификация присоединительных размеров шпиндельных турбобуров.

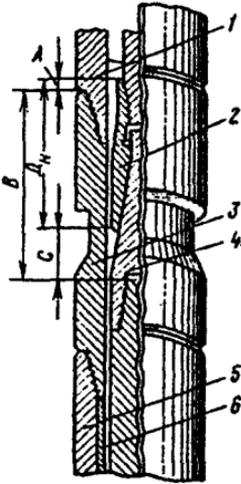


Рис. 9.21

Соединение секций турбобура:
1 - переводник верхней секции;
2, 4 - полумуфты; 3 - переводник
нижней секции; 5 - корпус нижней
секции; 6 - втулка.

Изготовление калибров. Подбирается пара серийно выпускаемого конусно-шлицевого соединения. Нижняя полумуфта 4 соединяется с верхней полумуфтой 2 и замеряется размер С (рис. 9.21). Нижняя полумуфта максимально облегчается, к ней приваривается ручка и она используется в качестве конуса-калибра (рис. 9.22).

Определяется длина D_n верхней полумуфты 2 (рис. 9.21), которая принимается произвольной, но таким образом, чтобы после её соединения с конусом собранных шпиндельных секций верхняя полумуфта выступала из корпуса на расстояние удобное для замеров. Длина верхней полумуфты может быть увеличена за счёт приваренной втулки. Верхняя полумуфта также максимально облегчается для удобства в работе, к ней приваривается ручка и она применяется в качестве муфты-калибра (рис. 9.23).

Калибры следует содержать в чистоте и ежедневно перед началом смены проверять, т.е. соединять их и замерять общую длину, которая должна быть постоянной и равной $(A+B) \pm 0,5$ мм.

Унификация присоединительных размеров означает приведение присоединительных размеров всех секций одного диаметра к заранее выбранным эталонным размерам для обеспечения из взаимозаменяемости при сборке.

Унификация присоединительных размеров турбобуров проводится с использованием системы размеров, приведенных на рис. 9.21: где А – расстояние от торцов соединительных межсекционных переводников 1 и 3 турбобура до торца верхней полумуфты 2 соединяемых секций; В – расстояние от торцов соединенных межсекционных переводников 1 и 3 до торца выступающей части нижней полумуфты 4 соединяемых секций; С – длина выступающей части нижней полумуфты 4; D_n – длина верхней полумуфты 2. Размеры А и В определяются с помощью калибров.

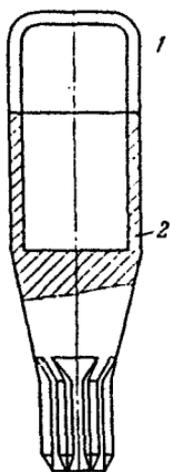


Рис. 922. Конус-калибр:
1 — ручка; 2 — облегченная конусо-шли-
цевая полумуфта

Для этого муфта-калибр поочередно соединяется с конусами собранных шпindelных секций и замеряется размер Ш. Эталонным размером служит среднее значение полученных результатов замеров, округленное до целой величины. Приведение присоединительного размера Ш к эталонному осуществляется перестановкой регулировочных колец в корпусе шпинделя.

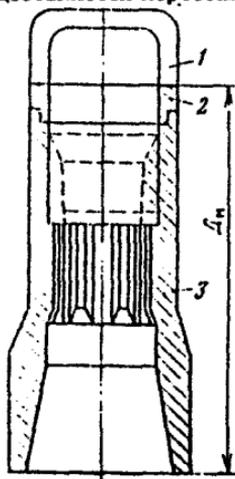


Рис. 923. Муфта-калибр:
1 — ручка; 2 — втулка удлинительная; 3 —
облегченная конусо-шлицевая полумуфта

Унификация присоединительных размеров шпindelных секций. Шпindelная секция представляет собой наиболее нагруженный и быстроизнашивающийся узел турбобура, в связи с чем, её сборка и регулировка производится особенно тщательно.

Унификация присоединительных размеров шпindelных секций. Шпindelная секция представляет собой наиболее нагруженный и быстроизнашивающийся узел турбобура, в связи с чем её сборка и регулировка производится особенно тщательно. До начала унификации присоединительных размеров шпindelных секций выбирается эталонный размер Ш (рис. 9.24), который принимается с таким расчетом, чтобы практически не менять сложившуюся в турбинном цехе систему присоединительных размеров шпindelной и первой турбинной секций.

Контроль размера Ш производится по окончании полной сборки шпинделя, для чего на конус шпинделя устанавливается до упора муфта-калибр 2 (рис. 9.24). Проверив плотность соединения её с конусом, замеряется размер Ш, который должен быть равен эталонному с отклонением $\pm 0,5$ мм.

Порядок сборки, разборки и ремонта шпindelных секций с унифицированными присоединительными размерами такой же как и неунифицированных.

Унификация присоединительных размеров турбинной секции. Согласно ранее определенным размерам С и Ш определяются присоединительные размеры А и В при крайнем нижнем положении вала турбинной секции, которые принимаются в качестве эталонных.

$$A = Ш - \epsilon,$$

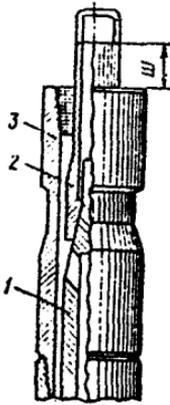
где A – эталонный присоединительный размер, равный расстоянию от торца верхнего соединительного переводника турбинной секции до торца муфты-калибра (рис. 9.25); $Ш$ – эталонный присоединительный размер шпинделя, определяющий расстояние от торца верхнего соединительного переводника шпинделя до торца муфты-калибра (рис. 9.25); ϵ – величина подъема вала турбинной секции от его крайнего нижнего положения, принятая для конкретного района бурения.

$$B = D_M + C - A,$$

где B – эталонный присоединительный размер, равный расстоянию от торца

Рис. 9.24 Контроль положения вала шпиндельной секции:

1 – полумуфта шпинделя; 2 – муфта-калибр; 3 – верхний переводник



нижнего соединительного переводника турбинной секции до торца выступающей части конуса-калибра; C – длина выступающей части конуса-калибра при соединении его с муфтой-калибром.

Разница длин корпуса секции с переводниками и вала с контрольными полумуфтами (рис. 9.25) для секций с унифицированными присоединительными размерами постоянна и равна $A+B$.

До разборки, доставленной на ремонт турбинной секции, зачищаются рабочие поверхности конусно-шлицевых полумуфт, устанавливаются на них до упора калибры и определяются размеры $A+B$.

Сумма полученных размеров A и B сравнивается с эталонной и определяется величина необходимого изменения длины корпуса или вала турбинной секции.

В зависимости от возможностей выбирается тот или иной способ приведения длин корпуса и вала турбинной секций к стандартной, а именно:

подбор одного или двух соединительных переводников соответствующей длины;
изготовление переводника соответствующей длины;

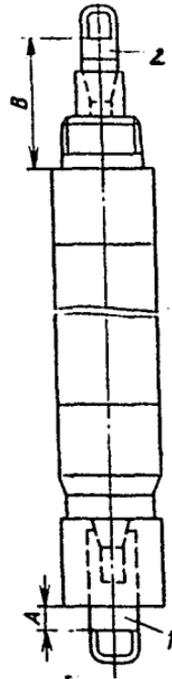


Рис. 9.25 Контроль регулировки турбинных секций с унифицированными присоединительными размерами (при нижнем положении вала):

1 – полумуфта; 2 – конус-калибр

уменьшение длины вала или корпуса турбинной секции.

После разборки турбинной секции производится необходимый ремонт, т.е. замену ступеней турбин, радиальных и осевых опор и др. Затем секция собирается с использованием подобранных или изготовленных переводников, вала и корпуса с откорректированными длинами.

Разборка, ремонт и сборка, кроме регулировки, секций с унифицированными присоединительными размерами не отличаются от проведения указанных операций для секций с неунифицированными размерами.

По окончании сборки секции производится контроль присоединительных размеров при нижнем положении вала (рис. 9.25). В верхнюю полумуфту 1 нижнего конца секции вставляется плотно до упора контрольный конус 2 и замеряется размер В, который для всех унифицированных секций независимо от типоразмера равен $B \pm 0,5$ мм. На верхний конец вала секции одевается контрольная полумуфта 1 и замеряется расстояние А (рис. 9.25) при нижнем положении вала. Подъем вала от действия гидравлической нагрузки, в этом случае составляет $B \pm 0,5$ мм.

Взаимозаменяемость секций сохраняется при изменении размера В в большую или меньшую сторону, сохраняя постоянным размер $A+B$ и обеспечивая другое перераспределение осевого люфта секции. Например, при стандартном размере В достигается подъем вала на v мм, то этот подъем можно увеличить на величину m , установив при регулировке секций размер $B+m$. При этом не изменится распределение зазоров в ступенях турбин на последующих при сборке турбобура секциях.

9.14.2. Разрезная конусная вставка к шпindelьным турбобурам.

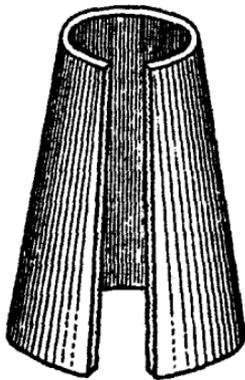


Рис. 9.26. Разрезная конусная вставка

Разрезная конусная втулка (РКВ) предназначена для оперативного восстановления первоначальных регулировочных размеров и увеличения межремонтного периода работы шпindelьной и турбинных секций турбобура (рис. 9.26) [1]. При этом буровая получает комплект РКВ для каждого диаметра шпindelьного турбобура. Эта вставка используется многократно в шпindelьных турбобурах с двумя видами опор, т.е. с шаровыми или резинометаллическими.

Каждый комплект РКВ соответствует определенному диаметру турбобура и включает вставки с различной толщиной стенки для определенной

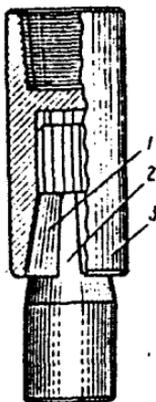


Рис. 9.27 Установка разрезной конусной вставки между шпиндельной и турбинной секциями

высоты подъема роторной системы секций турбобура.

При эксплуатации РКВ уточняется их состав. Комплекты РКВ изготавливаются для шпиндельных турбобуров типа ТСШ и АШ диаметрами 172, 195 и 240 мм. Толщины стенок РКВ обуславливаются необходимостью оперативного восстановления первоначальных регулировочных размеров шпиндельной секции для решения последующих технологических задач.

Установка РКВ 1 между шпиндельной 2 и турбинной 3 секциями представлена на рис. 9.27.

9.12. Ремонт бурильных труб.

При бурении нефтяных и газовых скважин обычно применяются бурильные трубы наружным диаметром 60,73, 89, 114, 127, 141 и 168 мм. В процессе бурения трубы соединяются между собой замками, состоящими из двух частей - ниппеля и муфты. Замковая резьба выполняется с конусностью 1:4 или 1:6 и шагом 5-6 мм, благодаря чему при свинчивании или развинчивании необходимо всего пять-семь оборотов, что сокращает время спуско-подъемных операций и повышает герметичность резьбового соединения.

Износ резьбы уменьшает количество оборотов до двух-трех, однако прочностные свойства соединения остаются удовлетворительными. Ниппели и муфты соединяются с трубами при помощи мелкой трубной резьбы с шагом 2,5+3,5 мм и конусностью 1:16 или 1:32. бурильные трубы также выпускаются с приваренными встык ниппелями и муфтами.

При эксплуатации бурильные трубы изнашиваются по наружному и внутреннему диаметру. Многократные процессы свинчивания и развинчивания приводят к износу замковых резьб. Бурильные трубы подвергаются также усталости и коррозионной усталости металла; воздействию большим растягивающим напряжениям при резком торможении или посадке с ударом колонны на ротор; большим напряжением кручения при роторном бурении.

При бурении забойными двигателями в бурильных трубах возникают меньшие усталостные напряжения, чем при роторном бурении. Однако при турбинном бурении из-за работы при более высоких давлениях промывочной жидкости и недостаточном креплении резьбовых соединений колонны может иметь место промыв замковых соединений. Поэтому по окончании проводки скважины комплекты бурильных труб подлежат проверке и ремонту.

Эти работы обычно проводятся на специализированном ремонтном предприятии - трубной базе, включающей проверочную площадку, отделен-

ние для опрессовки труб и механической мастерской, выполняющей правильные, сварочные и трубонарезные работы.

Основные признаки, ограничивающие дальнейшее применение труб и замков:

- 1) износ стенки трубы или замка по диаметру, превышающей допустимые пределы;
- 2) суммарное количество оборотов трубы достигло установленной нормы ($1 \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^7$);
- 3) количество оборотов, необходимое для свинчивания изношенного замка, составляет $0,25 + 0,30$ от первоначального у нового замка;
- 4) на трубах имеются трещины, вмятины, промытые отверстия, глубокие риски и другие дефекты;
- 5) отмечается кривизна, исправление которой нарушит прочность трубы;
- 6) в результате аварии или использования в ловильных работах, при которых возникли напряжения выше предела текучести.

На проверочной площадке трубной базы устанавливается степень износа труб, которые до этого промываются и очищаются. Критерии износа труб – суммарное количество оборотов, совершенное трубами, и износ по диаметру. При бурении учитывается работа отдельных комплектов и труб, а порядок начисления условного износа регламентируется соответствующими инструкциями. По величине условного износа трубы делятся на три износа: первый класс – от 0 до 50%; второй класс – от 51 до 85 % (предельная глубина бурения $0,65 - 0,75\%$ от глубин, допускаемых для первого класса); третий класс – от 85 до 100% (предельная глубина бурения $0,70 - 0,75$ от глубин, допускаемых для второго класса). Контроль состояния труб производится визуально, обмерами и с использованием различных дефектоскопов, позволяющих обнаружить невидимые трещины, каверны на внутренней поверхности определить минимальную толщину стенки трубы. Прямолинейность труб определяется с помощью стальной натянутой проволоки, а кривизна отдельных участков – линейки длиной 2-3 м. Линейка прикладывается к образующей трубы и замеряется просвет между ребром линейки и поверхностью трубы, медленно вращая трубу на опорах. Если величина просвета не превышает 1 мм на 1 м длины, то труба считается годной. Натяг и конусность резьбы замеряются гладкими и резьбовыми кольцами, калибрами и щупами. Резьба при этом предварительно тщательно промывается керосином и протирается. Резьбы проверяются в соответствии с правилами контроля, предусмотренными ГОСТами или техническими условиями. Трубы выбраковываются при наличии нескольких перегибов в разных плоскостях, большую стрелу прогиба в одной плоскости, скрученные в спираль, а также трубы с трещинами, вмятинами и другими дефектами.

Правка труб производится прессами с усилием на штоке до 0,5 МН, для чего они укладываются на передвижные роликовые опоры станины прессы.

Ремонт замковой резьбы осуществляется проточкой конической части, подрезкой торцов и нарезкой новой резьбы.

Изношенные наружные поверхности замков и переводников восстанавливаются наплавкой ручным, полуавтоматическим и автоматическим способами.

При наличии неисправимых дефектов ниппель и муфта заменяются новыми. Развинчивание деталей замка от трубы производится с помощью буровой лебедки, муфтонаверточного станка и цепных ключей. Облегчение развинчивания достигается использованием предварительного подогрева деталей замка, надрезанием деталей газовой резкой с диаметрально противоположных сторон вдоль образующих, строго следя за недопущением возможного повреждения резьбы трубы. Годные замковые детали свинчиваются с забракованных труб. Облегчение развинчивания при этом обеспечивается отрезанием трубы газовой резкой, а часть трубы, оставшаяся в замковой детали, вытачивается в «стружку» на металлорежущем станке. В случае замены изношенных замковых деталей новыми, последние подбираются к трубе по натягу таким образом, чтобы он был близок к номинальному. Подбор может быть произведен путем измерения резьб калибрами или непосредственным свинчиванием вручную без смазки трубы с замком. Трубы и замки обычно свинчиваются в горячем состоянии при температуре нагрева для замков труб диаметром 73-89 мм 400-430°C, а для труб диаметром 114 мм и выше 380-400°C. Годные и восстановленные бурильные трубы подвергаются гидравлическому испытанию на опрессовочной площадке.

При этом трубы предварительно укладываются на стеллажи так, чтобы ниппельные концы были обращены к опрессовочной установке и располагались выше муфтовых. Очередная труба заглушается со стороны муфты специальной резьбовой пробкой и заполняется из линии низкого давления водой вплоть до перелива. Далее на ниппель надевается опрессовочная головка, снабженная клапаном для спуска воздуха, и труба полностью заполняется водой. Закрыв клапан, поднимают давление до заданной величины. Труба считается выдержавшей испытание при отсутствии пропуска жидкости или потения. В случае обнаружения негерметичности стенок трубы она бракуется, а при негерметичности резьбового соединения с замком труба не ремонтируется.

9.13. Ремонт устройств пневматической системы управления.

9.13.1. Ремонт устройств управления.

К устройствам управления относятся клапанные краны и вертлюжки, с помощью которых сжатый воздух подводится к шинно-пневматическим муфтам и пневматическим цилиндрам, а также кран системы Казанцева, служащий для регулирования давления, сжатого воздуха в пневматическом цилиндре тормоза лебедки.

Клапанные краны являются воздухораспределительными устройствами осуществляющими оперативное управление шинно-пневматическими муфтами и пневматическими цилиндрами. В буровых установках применяются двухклапанные краны для управления одной шинно-пневматической муфтой и четырехклапанные для управления двумя муфтами. Рассмотрим процессы ремонта вышеперечисленных кранов.

При эксплуатации кранов не реже одного раза в месяц проверяется состояние смазки в верхней полости кранов. При этом окислившаяся или загрязненная смазка заменяется новой. Следует обращать особое внимание на чистоту верхней полости двухклапанного крана, имеющего открытую прорезь в крышке. В случае обнаружения утечек воздуха через клапаны, атмосферные отверстия в корпусе или в местах присоединения шлангов к ниппелям крана, обнаруженные неплотности обязательно должны быть устранены.

Краны, как правило, ремонтируются в мастерских. При ремонте заменяются при необходимости, конические резинки и бронзовые втулки клапанов, а также паронитовая прокладка нижней крышки. Установка втулок клапанов производится на прессовой посадке и не допускается утечка воздуха через это сопряжение. В некоторых втулках согласно чертежу необходимо сверление отверстий для создания каналов. Однако при этом втулки притираются к клапанам и допустимый зазор после притирки должен находиться в пределах 0,005-0,01 мм. При смене конической резинки клапана она поджимается гайкой до получения заданного чертежом размера от края резинки до шарика, а также одновременно контролируется её наружный диаметр.

Проверка прилегания резинки в гнезде осуществляется следующим образом: рабочая поверхность окрашивается мелом, вводится клапан во втулку с посадкой его легким ударом и осторожно вынимается. При наличии на резинке некольцевого следа, проверяется нет ли искривления клапана. Искривленный клапан осторожно выправляется и снова проверяется его прилегание к седлу.

В случае смены паронитовой прокладки нижней крышки обращается внимание на качество её вырубки, т.е. она не должна расслаиваться и крошиться, не допускается наличие посторонних включений на её поверхности. При неплотном прилегании прокладки к крышке произойдет отказ крана в работе из-за прорыва сжатого воздуха через неплотности в закрытые клапанами отверстия. Прокладка устанавливается с обмазкой с двух сторон суриком и затем кран просушивается.

Зазор между шариками клапанов и кулачковым диском регулируется после окончания сборки кулачкового диска с верхним фланцем, который при неподжатом клапане должен находиться в пределах 1-2 мм. Величина зазора может быть изменена установкой бумажных прокладок между фланцем и корпусом. Зазор контролируется через отверстие в корпусе.

Кран после ремонта подвергается испытанию на герметичность следующим образом. При снятом верхнем фланце проверяется плотность притирки втулки клапанов, для чего ниппель для подвода воздуха присоединяет-

ся в воздушной магистрали с давлением 0,8-0,9 МПа с помощью вентиля. Затем, нажимая вручную на клапан, создается движение воздуха вверх через притертую поверхность, которое не должно гасить зажженную спичку у среза бронзовой втулки. Установив верхний фланец, проверяется работа конической резинки для чего, отводящий шланг погружается в сосуд с водой, а рукоятка устанавливается в среднее положение. Отсутствие пузырьков воздуха указывает на хорошую герметичность резинки. Проверка герметичности атмосферного клапана проверяется, установив рукоятки в положение «включено» и пережав отводящий шланг. В этом случае, через атмосферное отверстие не должен проходить воздух при использовании намыливания. Однако допускается образование мыльного пузыря с удержанием его не менее 5с.

При ремонте крана системы Казанцева. Он полностью разбирается, осматриваются все детали, устраняются обнаруженные неисправности, производится притирка всех четырех поверхностей седел и проверяется их плотность.

Регулировка крана проводится после соединения его с воздушной магистралью и металлическим баллоном, с установленным на нем точным манометром. Правильно отрегулированный кран при малейшем повороте блячка производит подачу воздуха в баллон согласно показаний манометра. Определив верхнее крайнее положение блячка, когда отсутствует подача воздуха в баллон, на торец блячка и на корпус крана наносится красная линия. При установке крана на лебедку и регулировке управления краном эти линии совмещаются.

Кран машиниста не нуждается в специальной смазке, однако очень важно предохранить все его детали от коррозии. Поэтому при каждой разборке необходимо протирать все детали крана, в том числе внутренние поверхности корпуса, чистой тряпкой, слегка пропитанной техническим вазелином или густой смазкой, не допуская появления капель или заметного слоя смазки.

Работа пневматической системы зависит от исправности вертлюжков, предназначенных для подвода воздуха к шинно-пневматическим муфтам или другим исполнительным органам через торцы вращающихся валов. В процессе эксплуатации нельзя допускать их перегрева, т.е. недопустима температура корпуса выше 60°C.

В случае нагрева вертлюжка выше этой температуры необходимо проверить нет ли заедания или задира в уплотнении. Для чего необходимо снять вилку и повернуть корпус рукой. Исправное и правильно отрегулированное уплотнение допускает свободное и легкое вращение. Затяжка сальника при регулировке осуществляется гайкой. При обнаружении заметной течи воздуха через масленку или отверстие в корпусе она устраняется поджатием манжеты, а при невозможности устранения вертлюжок заменяется новым.

Биение корпуса из-за неточной центровки с валом не должно быть более 1,0-1,5мм.

Осевое биение корпуса по отношению к шпинделю не должно превышать 0,5-0,6 мм. Осевой люфт шарикоподшипников регулируется с помощью прокладки под крышкой. Вертлюжок ремонтируется квалифицированным персоналом при соблюдении необходимых предосторожностей против попадания внутрь грязи, песка или абразивных материалов.

Для ремонта вертлюжки снимаются с агрегатов буровой установки вместе со шпинделем. При этом проверяется: целостность уплотнительного резинового кольца; торцевая поверхность шпинделя, которая должна быть полированной и не иметь таких дефектов как царапины, забоины и неровностей. Торцевая поверхность шпинделя должна быть строго перпендикулярной к оси цилиндрической поверхности для установки подшипников. Не допускаются дефекты на уплотнительном резиновом кольце.

В случае смены подшипников разрезное кольцо очень осторожно снимается и в дальнейшем устанавливается во избежание возникновения забоин и других повреждений поверхности шпинделя.

Приработка новых манжет к шпинделю при ремонте производится в течение одного часа обкатки при частоте вращения 800 мин^{-1} и давлении в системе $0,6+0,8 \text{ МПа}$, а опрессовка после приработки производится при давлении, равном $1,25$ от рабочего давления, но не менее чем на $0,3 \text{ МПа}$ выше рабочего.

9.13.2. Ремонт автоматических устройств управления компрессором.

Ремонт регулятора давления заключается в замене резиновой мембраны, замене или зачистке контактов, ремонте рычажного механизма и регулировке регулятора.

При замене резиновой мембраны для устранения прилипания её к металлу с обеих её сторон прокладывается парафинированная бумага. Установка мембраны производится при выключенных контактах, одновременно следя, чтобы на мембрану не попадало масло. Винты крепления штуцера затягиваются до отказа.

После сборки регулятора проводится его регулировка, состоящая в раздельной регулировке давления включения и выключения.

Давление выключения регулируется вращением винта. При этом, вращение по часовой стрелке снижает давление, а против часовой стрелки - увеличивает. Произведя опрессовку на давление, равное $1,25$ от рабочего, но не менее чем на $0,3 \text{ МПа}$ выше рабочего, головка винта пломбируется.

Величина давления включения регулируется по перепаду давления, представляющему собой разницу давлений выключения и включения. Перепад давления уменьшается при уменьшении раствора контактов и не зависит от давления выключения. Перепад давления регулируется вращением винта-упора.

При ремонте регулятора давления обращается особое внимание на работу контактов. После регулировки регулятора проверяется величина контактного давления, т.е. усилия прижатия контактов друг к другу. Контактное давление проверяется при протягивании тонкой латунной ленты, зажатой между контактами. Усилие протягивания должно быть в пределах 15-25 Н.

Ремонт механических частей электропневматического вентиля и разгрузочных частей заключается в основном в притирке клапанов, замене уплотнений и промывке деталей.

Клапаны, пропускающие воздух в закрытом положении, притираются при вращении клапана по седлу в течение 3-5 мин с использованием пасты ГОИ или пасты из тонконатертой пемзы и машинного масла. При большом износе седел клапанов и невозможности притирки производится их обработка на станке или вручную фрезами, имеющими форму клапанов. При обработке седел вручную необходимо обеспечивать правильное положение фрезы при помощи направляющей втулки.

После сборки электропневматических вентилях и разгрузочных устройств, проверяется герметичность клапанов и плавность их перемещения.

При ремонте предохранительного клапана производится притирка клапана, обработка или замена седла и регулировка клапана на определенное давление. Давление регулируется вращением нажимного стакана. После регулировки клапан пломбируется.

9.13.3. Ремонт поршневых компрессоров.

Разборка компрессора при капитальном ремонте производится в следующей последовательности: отвинчиваются гайки и снимается с картера вентилятор в сборе с кронштейном; отсоединяется воздушный фильтр, подводящие и отводящие воздухопроводы; снимаются клапанные головки и клапанные плиты в сборе; снимаются боковые крышки картера; удаляются шплинты гаек шатунных болтов и снимаются крышки нижних головок шатунов; проворачивая вал, вынимаются поршни с шатунами при помощи болтов, ввинчиваемых в головки поршней; при извлечении поршней следят за тем, чтобы не поцарапать мотылевые шейки коленчатого вала и зеркало цилиндра; ставятся на место крышки шатунов и навинчиваются те же гайки, так как смена мест болтов и гаек не допускается; снимаются блоки цилиндров; отвинчиваются гайки крепления маховика и шкива вентилятора, они снимаются съемником; отвинчиваются гайки корпуса подшипников со стороны снятого шкива вентилятора; двумя отжимными болтами, установленными в крышке в диаметрально противоположном направлении, снимаются крышки; при снятии крышки оба болта навинчиваются одновременно, следя за тем, чтобы не возникло перекоса между направляющими крышек и отверстиями картера; перед этим под коленчатый вал подкладывается чистый деревянный брус для того, чтобы вал сохранил свое первоначальное положение.

ние, мотылевые шейки при этом должны находиться в горизонтальной плоскости, а брус – под средней шейкой вала; затем вынимается коленчатый вал.

Картер компрессора является одной из крупногабаритных деталей компрессора и может иметь следующие основные неисправности: трещины, пробоины, смятие, срыв и износ резьб в отверстиях под болты и шпильки. Трещины, не проходящие через отверстия установки блоков цилиндров, торцевых крышек и постели коренных подшипников, могут завариваться или закрываться при помощи эпоксидных клеев.

Картер, имеющий трещины и пробоины, проходящие через гнезда подшипников, вкладыша и цилиндров или же лапы крепления к раме, выбраковывается.

Основными дефектами блока цилиндров являются: износ рабочей поверхности цилиндра, риски и задиры на зеркале цилиндра, облом ребер охлаждающей поверхности, различные трещины, срыв и износ резьб, болтов, шпилек.

Цилиндры изнашиваются по длине в виде неправильного конуса и по диаметру в виде овала.

Блоки цилиндров выбраковываются при наличии трещин, выходящих на рабочую поверхность зеркала, при обломах ребер поверхности охлаждения более чем на 20% общей их поверхности и при обломах фланцев или лап для крепления блоков цилиндров к картерам.

При износе зеркала цилиндра более допустимой величины цилиндр растачивается с последующей запрессовкой гильзы. После расточки гильзы она хонингуется. Клапанные головки могут иметь следующие дефекты: трещины в стенках крышек, обломы приливов (ребер), коробление по плоскости прилегания их к цилиндрам.

Головки с трещинами не ремонтируются, их выбраковывают. Обломы ребер допускаются в пределах не более 10% от общей поверхности охлаждения. Коробление головок по плоскости прилегания не должно превышать 0,1 мм. Коробление устраняется пришабриванием или фрезерованием. Основные дефекты клапанов – поломка пластин и коробление клапанных досок. Пластины заменяются новыми, а клапанные плиты выравниваются шабрением, фрезерованием или строганием. Точность обработки при этом проверяется на плите щупом толщиной 0,1 мм, который не должен проходить. В случае срыва резьб под клапанные гнезда резьбовые отверстия завариваются и резьбы нарезаются вновь. Клапанные плиты, имеющие трещины и обломы выбраковываются.

Ремонт коленчатых валов, подшипников скольжения и деталей шатунно-поршневой группы подробно рассмотрен ранее.

Основными неисправностями промежуточных холодильников являются трещины в крышках и ослабление посадок трубок в досках холодильника. Трещины в крышках завариваются или заделываются эпоксидным клеем с последующим гидравлическим испытанием на двойное давление 1-ой ступени компрессора.

В результате вибрации холодильника при работе компрессора происходит ослабление посадок трубок в досках холодильника, что приводит к утечке воздуха из промежуточного холодильника. Для ремонта трубчатая решетка предварительно очищается и промывается в специальной моечной ванне горячим содовым раствором, состоящим из 120 г соды на 1 л воды. Внутренняя поверхность промывается струей воды под давлением при помощи шланга. После просушки трубчатая решетка закрепляется на поворотном стенде.

В специальной ванне распаиваются соединения всех трубок. После этого концы каждой трубки снова развальцовываются с двух сторон, трубки заглушаются, а вся поверхность вокруг их концов обезжиривается, протравливается, лудится и производится пайка, опуская решетку в ванну с расплавленным припоем на 3-4 мин. После ремонта промежуточный холодильник подвергается гидравлическому испытанию на двойное рабочее давление 1-ой ступени компрессора.

При ослаблении заклепок крепления лопастей вентилятора производится переделка. В случае приобретения овальной формы отверстиями под заклепку они рассверливаются на больший диаметр. Массы лопастей, приклепываемых к одной крестовине, должны быть равными, а кромки лопастей лежать в одной плоскости. Вентилятор в сборе со шкивом подвергается балансировке. При этом допускается высверливание шкива или спиливание утяжеленной лопасти.

Основные дефекты маховиков и шкивов: увеличение диаметра посадочного отверстия, трещины, выработки отверстий под резиновые пальцы и др.

Посадочное отверстие восстанавливается двумя возможными способами в зависимости от конструкции и размеров ступицы маховика или шкива. Первый способ применяется при значительной толщине ступицы, а именно изношенное отверстие растачивается на диаметр, равный глубине шпоночного паза плюс 3-5 мм. В новое отверстие запрессовывается втулка, которая стопорится и затем растачивается на требуемый диаметр. Во втулке продалбливается шпоночный паз. Второй способ используется для случая, когда растачивание может привести к ослаблению ступицы. При этом изношенное отверстие растачивается на глубину изношенного шпоночного паза с последующей установкой в это отверстие втулки на эпоксидном клее. После отверждения клея втулка растачивается на требуемый размер и в ней продалбливается шпоночный паз. Изношенные отверстия под соединительные резиновые пальцы растачиваются зенкованием на ремонтный размер и используются соединительные пальцы увеличенного диаметра.

После восстановления шкивов и маховиков они подвергаются статической балансировке; допустимый дисбаланс 1,0+1,6 Нсм. Устранение излишнего дисбаланса производится высверливанием отверстий в одном из торцов детали. Допустимые торцевое и радиальное биения шкивов и маховиков с наружным диаметром 300-400 мм не более 0,2 мм.

Компрессор собирается в порядке обратном разборке. Для установки коленчатого вала необходимо сохранение толщины первоначального комплекта прокладок. По завершении затяжки крышек коленчатый вал должен свободно вращаться от руки, а осевой люфт — находиться в пределах 0,2–0,3 мм.

Монтаж поршней и шатунов производится с обязательной установкой их на свое место. На каждый цилиндр блока, а в нем на поршень и шатун наносится одноименное клеймо. Клеймо на цилиндре ставится на лыске верхнего фланца блока, на поршне — на днище, на шатуне — на одной из поверхностей как стержня, так и нижней крышки шатуна. При сборке этих деталей порядковый номер клейма должен быть одинаковым.

В случае установки запасных шатунов проверяется качество шабровки баббитовой поверхности отверстия нижней головки шатуна.

Подгонка поверхности при этом производится по краске, причем число пятен на 1 см^2 должно быть не менее пяти.

Затяжка крышки нижней головки шатуна производится с соблюдением следующих условий:

а) наборы прокладок по толщине на обеих сторонах нижней головки должны быть одинаковыми;

б) нормальный зазор в шатунных подшипниках должен составлять 0,02–0,03 мм; зазор регулируется удалением прокладок одинаковой толщины с обоих комплектов, не допускается регулировка зазора в подшипниках неполной затяжкой гаек во избежание обрыва шатунных болтов;

в) гайки болтов шатуна затягиваются равномерно с обеих сторон до отказа;

г) шплинтовка гаек шатунных болтов осуществляется только новыми, не использовавшимися ранее шплинтами; применение шплинтов, бывших в употреблении или замена их проволокой недопустимо.

При установке клапанной головки проверяется величина зазора между клапанной головкой и днищем поршня, установленного в верхней мертвой точке, которая должна быть в пределах от 2 до 3 мм для каждого цилиндра. Зазор регулируется изменением толщины прокладки между цилиндрическим блоком и клапанной плитой.

При сборке клапанов ограничитель 4 (рис. 9.28) устанавливается в такое положение, чтобы пластины 5 полностью перекрывали щели седел. Ширина перекрытия должна быть не менее 1 мм. Пластины должны свободно входить в пазы ограничителя и не защемляться. После сборки клапанов на клапанной плите 3 проверяется свобода движения пластин введение конца отвертки в щель.

При монтаже компрессора на раме необходимо центрировать вал компрессора с валом привода.

Радиальное и торцевое биения стрелок, установленных на полумуфтах не должно быть более 0,8 мм.

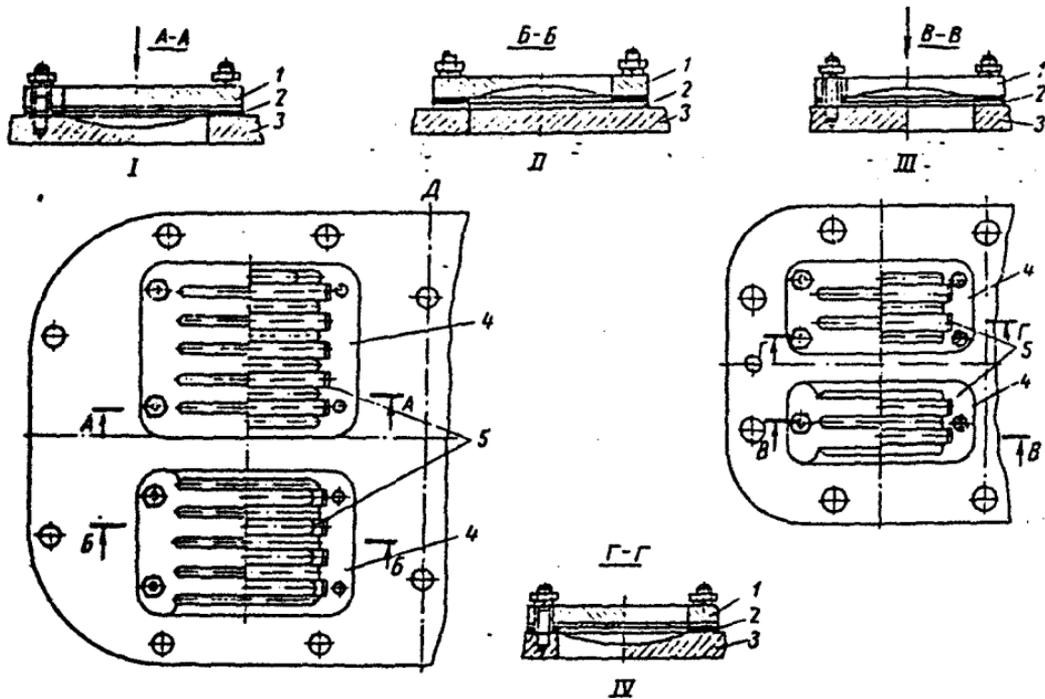


Рис. 9.28 Клапаны I и II ступеней компрессора К-5М:

I — клапан всасывающий I ступени; 2 — клапан нагнетательный I ступени; III — клапан нагнетательный II ступени; IV — клапан всасывающий II ступени, 1 — упор; 2 — плита посадочная; 3 — плита клапанная; 4 — ограничитель; 5 — пластина.

Собранный компрессор обкатывается на специальном стенде в течение 2-3 ч.; вначале на холостом ходу, т.е. со снятыми клапанными головками и клапанными плитами при отключенном вентиляторе, а затем в течение 15 мин – на рабочем режиме. При обкатке ведут наблюдение за температурой цилиндров и подшипников, появлением повышенного шума и стуков. При появлении указанных признаков ненормальной работы компрессора он останавливается и устраняются обнаруженные дефекты.

По окончании обкатки компрессор тщательно промывается бензином и красится, а трущиеся поверхности покрываются консервирующей смазкой.

Глоссарий

Капитальный ремонт (maintenance work) – предназначен для полного восстановления технической характеристики оборудования и связан с полной разборкой оборудования с последующим восстановлением или заменой всех изношенных узлов или деталей, включая базовые.

Ротор (rotary table) – предназначен для передачи вращения бурильной колонне.

Кронблок (crownblock) – неподвижная часть талевого системы предназначена для подвески её.

Вертлюг (swivel) – служит для подвески вращающейся бурильной колонны и подвода промывочной жидкости к ней.

Турбобур (turbodrill) – забойный гидравлический двигатель для привода долота.

Клапанная коробка (valve box) – устройство для размещения клапанов бурового насоса.

Седло клапана (valve seating) – опорная деталь тарелки клапана.

Бурильная колонна (drilling shaft) – колонна бурильных труб служит для передачи вращения долоту и подвода к нему промывочной жидкости.

Муфта замка (box of tool joint) – часть замкового соединения бурильных труб.

Регулировка (readjustment) – предназначена для поддержания необходимого зазора в сопряжении.

Список литературы.

1. Раабен А.А., Шевалдин П.Е., Максутов Н.Х. Ремонт и монтаж нефтепромыслового оборудования. М., Недра, 1989.
2. Ремонт машин. Издание второе под общей редакцией Ульмана И.Е. М., Колос, 1976.
3. Система технического обслуживания и планового ремонта бурового и нефтепромыслового оборудования. М., ВНИИОЭНГ, 1982.
4. Система технического обслуживания и планового ремонта бурового и нефтепромыслового оборудования. Стандарт ОАО «Лукойл». М., СТП-01-008-98.
5. Кузьменков П.Г. Эксплуатация машин и оборудования для бурения скважин. М., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2002.
6. Надежность и ремонт машин, под редакцией профессора В.В. Курчаткина, М., Колос, 2000.
7. Ремонт и монтаж бурового и нефтепромыслового оборудования. Учебное пособие М., Недра, 1976. Авт. Б.А. Авербух, Н.В. Калашников, Я.М. Кершенбаум, В.Н. Протасов.
8. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М., Высшая школа, 1981.
9. Субботин С.С., Михайленко В.И. Дефектоскопия нефтяного оборудования и инструмента при эксплуатации. М., Недра, 1981.
10. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник 1,2 книги /А.С. Боровиков, И.С. Вайншток, В.И. Горбунов и др. М., Машиностроение, 1976.
11. Шиповский И.А. Эксплуатация и ремонт оборудования шахт. М., Недра, 1987.
12. Вышегородцева Т.И., Левин С.М. Восстановление и повышение износостойкости деталей машин методами наплавки. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. М., ГАНГ им. И.М. Губкина, 1997.
13. Солод Г.И., Морозов В.И., Русихин В.И. Технология машиностроения и ремонт горных машин. М., Недра, 1988.
14. Кузнецов В.С. Обслуживание и ремонт бурового оборудования. М., Недра, 1973.
15. Грабович В.П. Эксплуатация и ремонт турбобуров. М., Недра, 1966.

	Стр.
Введение	4
Глава 1. Организация ремонта бурового оборудования.....	5
1.1. Структура управления ремонтным хозяйством буровых предприятий.....	5
1.2. Организация текущего ремонта.....	7
1.3. Организация среднего ремонта.....	7
1.4. Организация капитального ремонта.....	8
1.5. Организация ремонтных работ.....	8
1.5.1. Способы организации основного производственного процесса ремонта.....	9
Глава 2. Организация производственного процесса на ремонтом предприятия.....	10
2.1. Основные параметры процесса ремонта.....	10
2.2. Формы организации труда.....	12
2.3. Продолжительность пребывания машины (агрегата) в ремонте.....	13
2.4. График ремонтного цикла.....	14
2.5. Фронт ремонта.....	14
2.6. Система сетевого планирования и управления ремонтом машин.....	16
2.6.1. Назначение системы сетевого планирования и управления ремонтом машин.....	16
2.6.2. Правила построения сетевых графиков.....	18
2.6.3. Стадии разработки сетевых графиков.....	23
2.6.4. Управление ходом ремонта на основе сетевого графика.....	24
2.7. Контроль качества ремонта.....	25
2.7.1. Виды и причины брака.....	26
2.7.2. Форма, виды и способы технического контроля.....	27
Глава 3. Документация на ремонт машин и оборудования.....	29
3.1. Перечень государственных и отраслевых стандартов.....	29
3.2. Содержание стандартов.....	29
Глава 4. Технология ремонта бурового оборудования.....	34
4.1. Структура технологического процесса капитального ремонта.....	34
4.2. Подготовительные работы до сдачи оборудования в ремонт.....	37
4.2.1. Наружная мойка оборудования.....	38
4.3. Мойка узлов и деталей.....	41
4.4. Правила работы с моющими растворами.....	42
4.5. Разборка оборудования.....	43
4.5.1. Маркировка деталей при разборке.....	43
4.5.2. Технология разборки типовых соединений.....	44

4.6. Дефектовка и сортировка деталей.....	48
4.6.1. Способы контроля состояния узлов и деталей.....	50
4.6.1.1. Неразрушающий контроль.....	51
4.6.1.1.1. Виды неразрушающего контроля.....	54
4.6.1.1.2. Характер взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом.....	54
4.6.1.1.3. Первичный инфомационный параметр.....	54
4.6.1.1.4. Способ индикации первичной информации.....	55
4.6.1.1.5. Способ представления окончательной информации.....	55
4.6.1.1.6. Выявляемость дефектов различными видами неразрушающего контроля.....	55
4.6.1.1.7. Особенности неразрушающего контроля и используемые средства.....	57
4.6.1.1.8. Просвечивание деталей рентгеновскими лучами и радиоактивными элементами.....	68
4.6.1.1.9. Гидравлический и пневматический методы дефектоскопии.....	68
4.7. Составление дефектовочной ведомости.....	68
Глава 5. Способы восстановления деталей.....	68
5.1. Износ сопряжений и способы их восстановления.....	68
5.2. Классификация способов ремонта деталей.....	69
5.3. Ремонт деталей методами механической обработки.....	70
5.3.1. Восстановление деталей способом ремонтных размеров.....	70
5.3.2. Способ дополнительных ремонтных деталей.....	73
5.3.3. Способ замены части детали.....	74
5.4. Ремонт деталей методом пластического деформирования.....	75
5.5. Ремонт деталей сваркой и наплавкой.....	82
5.5.1. Ручная газовая сварка и наплавка.....	84
5.5.2. Ручная электродуговая сварка и наплавка.....	88
5.5.3. Автоматическая электродуговая наплавка под слоем флюса.....	91
5.5.4. Наплавка в среде защитных газов.....	94
5.5.5. Вибродуговая наплавка.....	95
5.5.6. Электрошлаковая наплавка.....	100
5.5.7. Наплавка металла трением.....	101
5.6. Восстановление деталей металлизацией.....	109
5.7. Ремонт деталей электролитическими и химическими покрытиями.....	115
5.7.1. Хромирование.....	119
5.7.2. Осталивание.....	124
5.7.3. Меднение.....	131
5.7.4. Никелирование.....	131
5.8. Ремонт деталей пайкой.....	132
5.9. Восстановление деталей перезаливкой антифрикционными сплавами.....	133
5.10. Применение при ремонте полимерных материалов.....	137
5.10.1. Применение синтетических клеев при восстановлении деталей.....	141

Глава 6. Выбор рационального способа восстановления изношенных деталей.....	150
Глава 7. Типовые технологические процессы ремонта деталей бурового оборудования.....	155
7.1. Ремонт деталей класса «Валы».....	155
7.2. Ремонт деталей класса «Втулки».....	159
7.2.1. Ремонт подшипников скольжения.....	159
7.3. Ремонт деталей класса «Диски».....	161
7.3.1. Ремонт зубчатых колес.....	161
7.3.2. Ремонт цепных колес.....	163
7.4. Ремонт крупногабаритных деталей.....	164
7.4.1. Ремонт станины и стола ротора.....	166
7.4.2. Ремонт корпуса вертлюга.....	167
7.4.3. Ремонт корпуса крейцкофа бурового насоса.....	168
7.4.4. Ремонт клапанных коробок буровых насосов.....	169
7.4.5. Ремонт корпуса турбобура.....	170
Глава 8. Заключительные операции при ремонте машин.....	172
8.1. Комплектование деталей.....	172
8.2. Балансировка деталей и узлов.....	173
8.3. Сборка оборудования.....	178
8.4. Обкатка и испытание отремонтированных машин.....	180
8.5. Окраска оборудования после ремонта.....	185
8.6. Консервация и упаковка оборудования после ремонта.....	189
Глава 9. Особенности ремонта отдельных видов бурового оборудования.....	190
9.1. Ремонт буровых лебедок.....	190
9.2. Ремонт редукторов и коробок скоростей.....	194
9.3. Ремонт кронблоков и талевых блоков.....	197
9.4. Ремонт крюков.....	200
9.5. Ремонт вертлюгов.....	206
9.6. Ремонт буровых насосов.....	209
9.7. Ремонт буровых насосов.....	209
9.8. Ремонт автоматических буровых ключей и пневматических клиновых захватов.....	215
9.9. Ремонт механизмов АСП.....	220
9.10. Ремонт презенторов.....	228
9.11. Ремонт турбобуров.....	237
9.11.1. Унификация присоединительных размеров шпиндельных турбобуров.....	240
9.12. Ремонт бурильных труб.....	241
9.13. Ремонт устройств пневматической системы управления.....	243

9.13.1. Ремонт устройств управления.....	243
9.13.2. Ремонт автоматических устройств управления компрессором.....	246
9.13.3. Ремонт поршневых компрессоров.....	247