

А. Н. БАТИЩЕВ, И. Г. ГОЛУБЕВ

РЕМОНТ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ МАССОВЫХ ПРОФЕССИИ

631.2
Б-282

А.Н.БАТИЩЕВ, И.Г.ГОЛУБЕВ

РЕМОНТ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

Одобрено Ученым советом Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому образованию в качестве
учебного пособия для средних сельских профессионально-
технических училищ



313025

МОСКВА АГРОПРОМИЗДАТ 1985

ББК 40.715

Б28

УДК 631.22:621.65.004.67 (075.3)

Рецензенты: доцент МИИСП кандидат технических наук
Н. А. Очковский и доцент ВСХИЗО кандидат технических наук
С. М. Бабуренко.

Батищев А. Н., Голубев И. Г.

Б28 Ремонт насосных установок животноводческих ферм и комплексов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 173 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для подгот. кадров массовых профессий).

В учебном пособии, предназначенном для подготовки машинистов насосных установок животноводческих ферм и комплексов, рассмотрены основы материаловедения, слесарного дела, взаимозаменяемости и технических измерений. Подробно изложены вопросы восстановления изношенных деталей и ремонта насосов. Дано описание неисправностей и способов ремонта электродвигателей, используемых для привода насосов. Уделено внимание правилам техники безопасности при ремонте.

Б 3804010200—003
035(01)—85 149—85

ББК 40.715

631.3+636

ТП изд-ва «Колос»

© ВО «Агропромиздат», 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

План экономического и социального развития страны и Продовольственная программа СССР на период до 1990 года свидетельствуют о последовательном воплощении в жизнь аграрной политики, намеченной XXVI съездом КПСС.

В постановлениях последующих Пленумов ЦК КПСС неоднократно подчеркивалась необходимость усиления работы по выполнению Продовольственной программы страны, повышению урожайности полей и продуктивности животноводства.

Важнейшие условия успешной реализации Продовольственной программы — ускорение научно-технического прогресса, высокоэффективное использование производственного потенциала и укрепление материально-технической базы сельского хозяйства, всех отраслей агропромышленного комплекса на основе дальнейшего развития механизации и химизации производства, широкой мелиорации земель. Поставлена задача — завершить комплексную механизацию земледелия и животноводства в основном в период до 1990 года. Сельское хозяйство за десятилетие (1980...1990 годы) получит 3740...3780 тыс. тракторов, 1170 тыс. зерноуборочных комбайнов, сельскохозяйственных машин на сумму 67...70 млрд. руб., в том числе на сумму 29...30 млрд. руб. для животноводства и кормопроизводства.

Продовольственной программой СССР предусмотрено продолжить перевод животноводства на промышленную основу. Специализация и концентрация производства продукции животноводства требуют механизации и автоматизации всех основных технологических процессов.

Современные животноводческие фермы и комплексы — крупные потребители воды. Сосредоточение на них большого числа животных, оснащение технологических линий современным оборудованием требуют бесперебойной работы системы водоснабжения. Поение должно

быть организовано так, чтобы животные могли пить воду в любое время суток и в достаточном количестве. Такой режим может быть обеспечен только при исправной механизированной и автоматизированной системе водоснабжения, важнейшей частью которой является насосная установка.

Увеличение количества и усложнение конструкций оборудования требуют постоянного совершенствования методов и форм его производственной эксплуатации и технического обслуживания.

В сельском хозяйстве для технического обслуживания и ремонта машин создана современная ремонтно-обслуживающая база, в которую входят мастерские колхозов, совхозов и межхозяйственных животноводческих комплексов, станции технического обслуживания и ремонтные предприятия Государственного комитета СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства (Госкомсельхозтехники СССР) и др. Эти предприятия оснащены сложным оборудованием, позволяющим выполнять разнообразные технологические процессы по техническому обслуживанию и ремонту машин.

Для эффективного использования и проведения ремонта современных сложных машин и оборудования, в том числе насосных установок животноводческих ферм и комплексов, требуется высокая квалификация исполнителей, хорошо знающих основы материаловедения и слесарного дела, взаимозаменяемости и технических измерений, современные способы восстановления изношенных деталей и технологию ремонта машин.

Цель предлагаемого учебного пособия — научить будущих машинистов насосных установок животноводческих ферм и комплексов правильно и рационально использовать вверенную им технику.

Глава 1

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

§ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

Металловедение изучает состав, внутреннее строение и свойства металлов и сплавов, а также закономерности их изменения при тепловом, химическом и механическом воздействии. Для изготовления деталей различных машин и оборудования очень важно правильно выбрать металлы и сплавы, чтобы обеспечивалась надежная и долговечная работа сборочных единиц.

Металлы — это простые вещества*, характеризующиеся непрозрачностью, блеском, хорошей проводимостью тепла и электрического тока, а также во многих случаях — ковкостью и свариваемостью.

В твердых аморфных телах атомы располагаются беспорядочно, а в твердых кристаллических телах — в строгом, геометрически правильном порядке. Большинство твердых тел, в том числе все металлы и их сплавы, являются кристаллическими телами. Свойства металла обусловлены его структурой, а также природой атомов и порядком расположения их внутри кристалла. Структура металла определяется формой и размерами отдельных кристаллов и зависит от условий перехода его из жидкого (расплавленного) состояния в твердое. Образовавшаяся при затвердении металлов и сплавов структура изменяется при их нагревании или деформировании (ковке и др.). Это явление широко используют для получения металлов и сплавов с необходимыми свойствами. Структуру металлов выявляют, рассматривая полированную и протравленную поверхность под микроскопом.

Все свойства металлов и сплавов можно разделить на четыре группы: химические, физические, механические и технологические.

Химические свойства металлов определяются их отношением к химическим воздействиям различных

* Вещество называется простым, если его молекулы состоят из одних и тех же атомов.

активных сред (окисляемость, растворимость, коррозионная стойкость и др.).

К физическим свойствам относятся плотность, температура плавления, тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость, электропроводность и способность намагничиваться.

Механические свойства характеризуют способность материала сопротивляться воздействию на него внешних сил или нагрузок (упругость, пластичность, прочность, ударная вязкость, твердость и др.).

Упругость — свойство материала принимать первоначальную форму после прекращения действия на него внешних сил. Изменение формы твердого тела при действии на него внешних сил называют *деформацией* тела. Различают следующие основные виды деформации: сжатие, растяжение, кручение, сдвиг (срез), изгиб. Деформация, исчезающая после снятия нагрузки, называется упругой.

Пластичность — способность материала деформироваться под действием внешних сил, не разрушаясь, и сохранять измененную форму после снятия нагрузки. Сохранившаяся при этом деформация называется пластической или остаточной. Материалы, неспособные к пластическим деформациям, относятся к хрупким. При большом нагружении или под действием удара они разрушаются, почти не изменяя своей формы (чугун, стекло и др.).

Прочность — свойство материала сопротивляться разрушению под действием внешних сил. Прочность характеризуется максимальной нагрузкой, которую выдерживает материал без разрушения. В зависимости от вида деформации различают прочность на сжатие, растяжение, кручение, срез, изгиб и усталость.

Упругость, пластичность и прочность металлов обычно определяют при испытании образцов на растяжение с помощью разрывных машин. В результате получают диаграмму растяжения (рис. 1). По оси абсцисс диаграммы откладывают удлинение (деформацию) образца, а по оси ординат — приложенное к образцу напряжение.

Напряжение σ (МПа) — это сила P (Н), действующая на единицу площади F (мм²) поперечного сечения образца, т. е.

$$\sigma = P/F. \quad (1)$$

Пользуясь диаграммой, можно определить основные механические свойства металлов и сплавов. Максимальное напряжение, до которого происходит только упругая деформация металла (точка А), называется *пределом пропорциональности*, или *пределом упругости*. Предел упругости обозначают σ_e . На горизонтальном участке

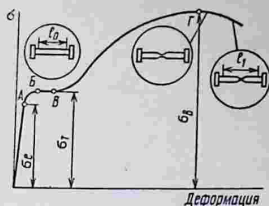


Рис. 1. Диаграмма растяжения стального образца.

Б—В образец удлиняется без увеличения нагрузки, т. е. металл как бы «течет». Этот участок диаграммы называют *площадкой текучести*, а соответствующее ему напряжение *пределом текучести* σ_T . Металлы, не обладающие пластичностью, не имеют площадки текучести. При наибольшей нагрузке (точка Г) начинается местное уменьшение диаметра, т. е. образуется шейка и образец разрывается. Наибольшее напряжение, которое выдерживает образец без разрушения, называется *пределом прочности* σ_B .

При испытании на растяжение определяют также пластичность металла, характеризующуюся относительным удлинением δ (%) и относительным сужением ψ (%), которые вычисляют по формулам

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100, \quad (2)$$

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} 100, \quad (3)$$

где l_0 — первоначальная длина рабочей части образца, мм; l_1 — длина образца после разрыва, мм; F_0 — площадь поперечного сечения образца до начала испытания, мм²; F_1 — площадь поперечного сечения в месте разрыва образца после испытания, мм².

Ударная вязкость — способность металлов и сплавов оказывать сопротивление действию ударных нагрузок. Ударную вязкость определяют при испытании образцов с надрезами на специальных машинах — маятниковых копрах.

Твердость — способность материала оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твер-

дого материала. Твердость металлов сравнительно просто и быстро определяют с помощью приборов — твердомеров. В то же время она тесно связана с основными характеристиками металлов и сплавов: структурой, прочностью, износостойкостью и др. Например, чем тверже металл, тем меньше он изнашивается. Поэтому проверка твердости является самым распространенным видом механических испытаний материалов, а значение твердости обязательно указывается в технических условиях на изготовление деталей.

В производственных условиях твердость в основном определяют двумя способами, названными по именам их изобретателей: по Бринеллю и по Роквеллу.

Способ Бринелля заключается в том, что в зачищенную плоскую поверхность металла под определенной нагрузкой вдавливают стальной закаленный шарик. Диаметр шарика, нагрузку и время выдержки при этой нагрузке выбирают по справочникам в зависимости от твердости и толщины испытуемого металла. Твердость проверяют на шариковом твердомере марки ТШ. При этом на поверхности металла остается отпечаток от шарика. Разделив нагрузку (кгс)* на площадь (мм^2) поверхности отпечатка, получают твердость по Бринеллю, которая обозначается НВ, например 380 НВ. Способом Бринелля нельзя измерять твердость металлов с $\text{НВ} > 450$, так как в этом случае шарик деформируется и показания искажаются.

Способ Роквелла заключается в том, что алмазный конус с углом при вершине 120° или стальной закаленный шарик диаметром 1,59 мм вдавливают в зачищенную поверхность под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок: предварительной и основной. Алмазный конус применяют для испытаний твердых металлов, а шарик — для мягких. Значение твердости в условных единицах отсчитывают по шкале индикатора твердомера ТК. Индикатор имеет шкалы А и С для определения твердости при вдавливании конуса и шкалу В — при вдавливании шарика. В соответствии с этим твердость по Роквеллу обозначают HRA, HRC и HRB, например 50 HRC.

С целью обеспечения единства измерений в стране с 1 июля 1980 г. введены государственный эталон и еди-

* В ранее применявшейся системе единиц нагрузка измерялась в кгс ($1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$).

ная шкала твердости $C_{\text{с}}$ по Роквеллу (ГОСТ 8.064—79). Твердость, измеренную по шкале $C_{\text{с}}$, воспроизводимой этим эталоном, обозначают $HRC_{\text{с}}$ в отличие от обозначения HRC , ранее применявшегося в промышленности СССР.

Твердость тонких деталей или тонких твердых поверхностных слоев измеряют по способу Виккерса путем вдавливания алмазной пирамиды с углом между гранями 136° при небольшой нагрузке от 50 до 1200 Н. Обозначают ее буквами HV.

Под технологическими свойствами понимают способность металлов и сплавов подвергаться различным видам обработки. К ним относятся: обрабатываемость, свариваемость, ковкость, жидкотекучесть и др.

Обрабатываемость — комплексное свойство материала, характеризующее его способность подвергаться обработке резанием. Это важнейшее свойство, так как большинство деталей машин при изготовлении обрабатывают резанием. Металлы с высокой твердостью, а также очень вязкие и мягкие металлы плохо поддаются обработке.

Свариваемость — способность металла давать хорошее соединение при сварке (без трещин или других дефектов). Одни металлы, например малоуглеродистые стали, свариваются легко, а для получения качественного сварного шва из других металлов, например чугуна, алюминия, необходимо применять специальные меры.

Ковкость — способность металла или сплава без разрушения деформироваться и изменять свою форму при обработке давлением.

Жидкотекучесть — свойство металла или сплава в расплавленном состоянии заполнять литейную форму. Это свойство определяет возможность изготовления деталей методом литья.

§ 2. ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

Понятие о железоуглеродистых сплавах. Железоуглеродистыми сплавами называются сплавы железа с углеродом и некоторыми другими элементами (кремнием, марганцем, хромом, никелем, фосфором, серой и др.). Они относятся к черным металлам. Железоуглеродистые

сплавы можно подразделить на две группы: чугун и сталь.

Железоуглеродистый сплав, содержащий 2...4,3% углерода, называют чугуном, а до 2% углерода — сталью. Механические и технологические свойства чугуна и стали зависят в основном от способа их получения, вида последующей обработки, химического состава и других факторов.

Чугун. Чугун выплавляют из железной руды в доменных печах. В зависимости от состава и назначения чугуна, состояния и формы входящего в него углерода чугун делится на переплавный и литейный.

Переплавный (белый) чугун используют для дальнейшей переплавки (переделки) в сталь и получения ковкого чугуна. На изломе он имеет матово-белый цвет. Весь углерод в нем находится в химически связанном состоянии в виде цементита Fe_3C . Поэтому белый чугун имеет высокую твердость и хрупкость и очень плохо обрабатывается резанием.

Литейный (серый) чугун широко применяют в машиностроении, в том числе в сельскохозяйственном, для изготовления литых заготовок деталей. Из такого чугуна сделаны, например, направляющие аппараты, рабочие колеса, корпуса, подшипниковые щиты и другие детали насосов. В литейном чугуне весь углерод или большая его часть содержится в свободном состоянии в виде отдельных включений графита разной формы, что придает излому чугуна серый цвет. Серый чугун хорошо отливается и обрабатывается, обладает высокой износостойкостью, однако хрупок и плохо переносит ударные нагрузки, не куется и имеет низкую свариваемость.

Для повышения прочности серого чугуна в его состав вводят присадки (модификаторы): магний, алюминий и др. Так получают высокопрочный чугун, из которого изготавливают ответственные детали, работающие при больших динамических нагрузках (блоки цилиндров, коленчатые валы, шестерни и др.).

Ковкий чугун получают путем отжига при высокой температуре отливок из белого чугуна. Название «ковкий» условное, практически чугун не куется. По сравнению с серым чугуном он лучше сопротивляется ударным нагрузкам и обладает большей прочностью.

Чугун маркируют буквенно-цифровой системой: буквы обозначают вид чугуна, а числа характеризуют его механические показатели в применявшейся ранее системе единиц*.

Серый чугун обозначают буквами СЧ и числом, показывающим предел прочности при растяжении в кгс/мм², например СЧ-18. Ранее по ГОСТ 1412—70 в марке серого чугуна добавлялось второе число — предел прочности при испытании на изгиб в кгс/мм².

Высокопрочный и ковкий чугуны обозначают соответственно буквами ВЧ и КЧ, после которых ставят два числа. Первое число показывает предел прочности при растяжении в кгс/мм², а второе — относительное удлинение в %. Например, ВЧ 42-12; КЧ 35-10.

Сталь. Сталь получают переплавкой чугуна в плавильных агрегатах: конверторах, мартеновских и электрических печах. Выплавка стали сводится к удалению из чугуна части углерода, а также фосфора и серы, являющихся вредными примесями. Сталь обладает высокой прочностью, твердостью и пластичностью, хорошо куется, сваривается и обрабатывается. Это широко распространенный, а часто незаменимый машиностроительный материал.

По назначению сталь делят на конструкционную, инструментальную и специальную. Конструкционная сталь содержит до 0,85 % углерода. Ее применяют для изготовления деталей машин и металлических конструкций. Инструментальная сталь содержит от 0,7 до 1,3 % углерода и имеет повышенную прочность и твердость. Из нее изготавливают режущие, измерительные и другие инструменты (сверла, зубила, метчики, развертки, напильники, отвертки и т. д.). К специальной стали относят сталь с особыми физико-механическими свойствами: нержавеющей (коррозионностойкую), быстрорежущую, жаропрочную, шарикоподшипниковую и др.

По составу сталь разделяют на углеродистую и легированную. Легированная сталь, кроме углерода, содержит легирующие (улучшающие свойства) элементы: хром, марганец, никель, титан, молибден и др.

Конструкционную углеродистую сталь подразделяют на сталь *обыкновенного качества* и *качественную*. Конструкционная сталь *обыкновенного качества*

* 1 кгс/мм² = 9,81 МПа.

обозначается буквами Ст и цифрами: 0, 1 и т. д. до 6, например Ст. 5. Чем больше цифра, тем больше содержание углерода и предел прочности стали. Качественная сталь содержит меньше вредных примесей. Она обозначается двумя цифрами: 05; 08; 10; 15 и т. д. (до 85). Цифры показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, в стали 45 содержится 0,45% углерода.

Инструментальная углеродистая сталь выпускается двух видов: *качественная* и *высококачественная*. Высококачественная сталь содержит меньше серы и фосфора и больше полезных примесей — хрома и никеля. Обозначается инструментальная сталь буквой У и цифрами от 7 до 13, показывающими среднее содержание углерода в десятых долях процента. При маркировке высококачественных сталей в конце ставится буква А. Например, У12А — инструментальная углеродистая высококачественная сталь, содержащая 1,2% углерода.

Специальную сталь дополнительно обозначают буквой: Ш — подшипниковая, Э — электротехническая, Р — быстрорежущая и др.

Быстрорежущую инструментальную сталь применяют для изготовления сложного режущего инструмента: сверл, разверток, метчиков, фрез и др. Она обладает высокой красностойкостью — сохраняет свои свойства при нагреве до 700°C. Это позволяет применять скорости резания, в 3...4 раза большие, чем при работе инструментами из углеродистой инструментальной стали. В обозначении марки быстрорежущей стали за буквой Р стоит число, показывающее содержание вольфрама в процентах, а затем обозначения легирующих элементов и их содержание в процентах, если они есть. Например, Р-18 — быстрорежущая сталь, содержащая 18% вольфрама; Р6М3 — быстрорежущая сталь, содержащая 6% вольфрама и 3% молибдена.

Легированную сталь по содержанию легирующих элементов делят на три группы: *низколегированную*, содержащую до 2,5% легирующих элементов; *среднелегированную*, содержащую 2,5...10% легирующих элементов; *высоколегированную*, содержащую более 10% легирующих элементов.

В большинстве случаев легированная сталь хорошо обрабатывается и куется, но плохо сваривается. Меха-

нические свойства легированной стали значительно выше, чем углеродистой, и зависят от вида легирующего элемента (табл. 1).

1. Влияние легирующих элементов на свойства стали

Наименование элемента	Обозначение в марке стали	Влияние на свойства стали
Хром	Х	Повышает твердость, прочность, износостойкость, коррозионную стойкость; сохраняет ударную вязкость
Никель	Н	Повышает прочность, пластичность, коррозионную стойкость, ударную вязкость
Марганец	Г	Повышает твердость, прочность, износостойкость; сохраняет пластичность
Кремний	С	Значительно повышает упругость; повышает прочность; снижает ударную вязкость и пластичность
Вольфрам	В	Повышает твердость, упругость, красностойкость, прочность, не снижая ударной вязкости
Ванадий	Ф	Повышает прочность при высоких температурах и красностойкость
Молибден	М	Повышает упругость, прочность, ударную вязкость, коррозионную стойкость и красностойкость
Титан	Т	Повышает прочность, коррозионную стойкость и обрабатываемость

Легированию подвергают конструкционную, инструментальную и специальную сталь. Марка легированной стали состоит из букв и цифр, обозначающих легирующие элементы и их процентное содержание. Стоящие впереди марки две или одна цифра показывают содержание углерода соответственно в сотых или десятых долях процента. Если впереди марки стали нет цифр, то она содержит углерода 1% или более. Цифры, стоящие за буквами справа, указывают среднее содержание данного элемента в процентах. Если за буквой нет цифры, то содержание данного элемента составляет около 1%. Буква А в конце указывает на то, что сталь повышенного качества. Например, нержавеющая сталь 3Х13 содержит 0,3% углерода и 13% хрома (из нее изготавливают валы и подпятники погружных электро-

насосов типа АПВ); сталь 12ХН3А повышенного качества содержит 0,12% углерода, около 1% хрома, 3% никеля.

§ 3. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Термическая обработка. Термической обработкой называется процесс изменения структуры металла или сплава путем его нагрева, выдержки и последующего охлаждения с целью придания ему необходимых свойств. В зависимости от температуры нагрева и условий охлаждения различают четыре вида термической обработки: отжиг, нормализацию, закалку и отпуск. Температура нагрева при отжиге, нормализации и закалке зависит от содержания углерода в стали и определяется по справочникам.

При отжиге деталь нагревают до 500...800 °С, выдерживают при этой температуре определенное время и медленно охлаждают вместе с печью. Отжиг проводят с целью улучшения структуры металла, снижения твердости и внутренних напряжений, повышения обрабатываемости. Температура нагрева зависит от марки стали и вида отжига, который может быть *полным, неполным, низкотемпературным* и др. Полный отжиг осуществляется при температуре 750...880 °С, неполный — при 680...750 °С, низкотемпературный — при 500...600 °С.

Нормализация заключается в нагреве стали до 760...960 °С, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе. Ее применяют для улучшения (измельчения) структуры стали, повышения ее механических свойств и как подготовительную операцию перед закалкой. При этом улучшается обрабатываемость стали. Нормализация позволяет исправить структуру и снять напряжения в сварном шве.

Закалкой называют термическую обработку, при которой сталь нагревают до 750...860 °С, выдерживают при этой температуре и быстро охлаждают в воде, минеральном масле, водных растворах солей или других средах. Температура нагрева зависит от содержания в стали углерода; чем меньше углерода, тем выше должна быть температура. Закалку применяют для получения высокой твердости, прочности, износостойкости и других

свойств, повышающих долговечность деталей и инструмента. Эти свойства у закаленных деталей тем выше, чем больше скорость их охлаждения, зависящая от закалочной среды: в солевых растворах она выше, чем в холодной воде, в воде выше, чем в масле.

Часто требуется, чтобы деталь имела очень твердую износостойкую поверхность, а ее сердцевина оставалась при этом вязкой, хорошо переносила удары и знакопеременные нагрузки (коленчатые валы, шестерни и др.). В этом случае применяют *поверхностную* закалку, при которой нагревают не весь объем детали, а лишь ее поверхность на определенную глубину (1...3 мм). Нагрев поверхности до температуры закалки чаще всего осуществляют *токами высокой частоты* — закалка ТВЧ.

Следует иметь в виду, что закалке подвергаются стали с содержанием углерода не менее 0,35 %.

Отпуск заключается в нагреве закаленной стали до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении в воде, масле или на воздухе. В зависимости от требуемых свойств стали различают низкий, средний и высокий отпуск.

Низкий отпуск проводят при температуре 150...250 °С и охлаждении стали на воздухе. При этом уменьшается хрупкость материала и снимаются внутренние напряжения, но сохраняется высокая твердость (до 60 HRC_a) и износостойкость. *Средний* отпуск осуществляется при температуре 300...500 °С. Его применяют при изготовлении рессор, пружин и ударного инструмента, которые должны обладать значительной упругостью и прочностью при средней твердости (35...47 HRC_a). *Высокий* отпуск проводят при температуре 500...680 °С и охлаждении стали с определенной скоростью. Он используется при изготовлении ответственных высоконагруженных деталей из конструкционных сталей (шатунных болтов, шестерен, валов и др.) для снятия внутренних напряжений, повышения вязкости и пластичности материала при сохранении достаточной твердости. Закалку с последующим высоким отпуском иногда называют термическим улучшением.

Температуру нагрева деталей при термообработке контролируют при помощи приборов: термометров и пирометров. Приблизительно температуру детали можно определить на глаз по цветам побежалости и каления (табл. 2).

2. Цвета побежалости и калиения стали в зависимости от температуры ее нагрева

Температура, °С	Цвета побежалости	Температура, °С	Цвета калиения
220	Светло-желтый	550...580	Темно-коричневый
240	Темно-желтый	580...650	Коричнево-красный
255	Коричнево-желтый	650...730	Темно-красный
265	Коричнево-красный	730...770	Темно-вишнево-красный
275	Пурпурно-красный	770...800	Вишнево-красный
285	Фиолетовый	800...830	Светло-вишнево-красный
295	Васильково-синий		
315	Светло-синий	830...900	Светло-красный
330	Серый	900...1050	Оранжевый
		1050...1150	Темно-желтый
		1150...1250	Светло-желтый
		1250...1300	Ярко-желтый

Химико-термическая обработка. Химико-термической обработкой называется процесс изменения химического состава, структуры и свойств поверхностных слоев детали путем насыщения их некоторыми химическими элементами с последующей термической обработкой. Она повышает прочность, твердость, износостойкость и коррозионную стойкость поверхностного слоя при сохранении вязкой и упругой сердцевины. В зависимости от элемента, которым насыщают поверхностный слой, различают несколько видов химико-термической обработки, из которых наиболее распространены цементация, азотирование и цианирование.

Цементацией называется процесс насыщения углеродом поверхностного слоя деталей из низкоуглеродистой стали (до 0,25 % углерода). Обработанную и тщательно очищенную деталь нагревают без доступа воздуха до 850...950 °С в науглероживающей среде, выдерживают при такой температуре в течение нескольких часов и медленно охлаждают. Затем ее подвергают закалке и низкому отпуску.

Науглероживающие среды называются карбюризаторами. Они могут быть твердыми (порошкообразная смесь древесного угля с углекислыми кальцием и барием), жидкими (расплавленные смеси солей: углекислый натрий, поваренная соль, хлористый барий и др.) и газообразными (природный газ, метан, окись углеро-

да и др.). В соответствии с этим цементацию разделяют на твердую, жидкостную и газовую.

Цементации подвергают стальные детали, требующие твердого и износостойкого поверхностного слоя при сохранении вязкой и упругой сердцевины (шестерни, поршневые пальцы и др.).

Азотированием называется процесс насыщения поверхностного слоя стальных деталей азотом. Азотирование деталей проводится при температуре 500...700°C в атмосфере аммиака (NH_3), подаваемого в печь под давлением. Обычно азотируют детали, уже подвергнутые закалке, отпуску и механической обработке, с целью придания им высокой твердости, износостойкости и коррозионной стойкости.

Цианированием называется процесс одновременного насыщения поверхностного слоя деталей углеродом и азотом. Цианирование иногда называют нитроцементацией. По виду карбюризатора различают твердое, жидкостное и газовое цианирование. После цианирования детали подвергают закалке и отпуску, в результате чего они приобретают высокую твердость, износостойкость и усталостную прочность.

§ 4. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Цветные металлы. Они обладают ценными свойствами: хорошей пластичностью и вязкостью, высокой электропроводностью, коррозионной стойкостью и теплопроводностью, низким коэффициентом трения и др.

Медь — металл розовато-красного цвета, плотность 8,93 г/см³, температура плавления 1083°C. Она характеризуется высокой пластичностью, вязкостью и коррозионной стойкостью, но имеет низкую прочность и плохо обрабатывается резанием. Медь хорошо сплавляется с большинством металлов, имеет высокую электро- и теплопроводность. В чистом виде ее широко применяют для изготовления проводников тока (обмоточных проводов и др.) электрических машин и аппаратов, а также в химическом машиностроении.

Алюминий — легкий металл серебристо-белого цвета, плотность 2,7 г/см³ (в 3 раза меньше, чем стали), температура плавления 660°C. Этот металл отличается высокими пластичностью, коррозионной стойкостью, электро- и теплопроводностью. Он значительно дешевле

313025

меди, поэтому широко применяется вместо нее в электротехнической промышленности, а также в химическом машиностроении. Алюминий хорошо обрабатывается давлением и удовлетворительно резанием.

Цинк — серовато-белый металл, плотность $7,1 \text{ г/см}^3$, температура плавления 419°C . Он обладает коррозионной стойкостью, широко применяется для покрытия стальных изделий с целью защиты их от коррозии.

Олово — белый блестящий металл, имеющий низкую температуру плавления (231°C), высокую пластичность и коррозионную стойкость. Он применяется для защиты от коррозии некоторых изделий (молочной и другой пищевой посуды); входит в состав сплавов.

Свинец — металл голубовато-серого цвета, обладающий низкой температурой плавления (327°C) и высокой пластичностью. Он входит в состав сплавов.

Цветные сплавы. Цветные металлы чаще используют в виде сплавов. При сплавлении к ним добавляя легирующие элементы (хром, никель, магний, марганец и др.), получая сплав с заданными свойствами.

Латунь — сплав меди с цинком. Содержание цинка в сплаве может колебаться в широких пределах. С увеличением содержания цинка до 45 % механические свойства латуни улучшаются. Температура плавления изменяется от 800 до 1099°C : чем больше в латуни цинка, тем ниже температура плавления. Сплав обладает высокими коррозионной стойкостью, пластичностью и теплопроводностью. Марка состоит из буквы Л (латунь) и начальных букв названия входящих в ее состав легирующих элементов, за которыми стоят цифры, указывающие процентное содержание меди и легирующих элементов. Например, Л62 — латунь с содержанием меди 62 %, остальное — цинк; ЛС60-1 — латунь с содержанием меди 60 %, свинца 1 %, остальное — цинк.

Бронза — сплав меди с другим металлом, кроме цинка. Бронза делится на оловянную (содержит олово) и безоловянную. Она обладает высокими антифрикционными, механическими, литейными и антикоррозионными свойствами, хорошей обрабатываемостью. Благодаря высоким антифрикционным свойствам бронзу широко применяют для изготовления подшипников скольжения. Маркируют бронзу так же, как и латунь: после букв Бр (бронза) идут обозначения составных элементов и

их процентное содержание. Например, марка БрОЦС5-5-5 означает, что бронза содержит олова, цинка и свинца по 5%, остальное — медь.

Алюминиевые сплавы имеют высокие механические свойства, обладают хорошими литейными свойствами, обрабатываемостью и коррозионной стойкостью. Различают литейные и деформируемые алюминиевые сплавы.

Литейные алюминиевые сплавы применяют при изготовлении деталей методом литья (блоков и головок цилиндров двигателей, картеров, корпусов и др.). Наибольшее распространение получили литейные сплавы алюминия с кремнием (силумины) — АЛ2, АЛ4, АЛ9; с магнием — АЛ18, АЛ13; с медью — АЛ7, АЛ12, АЛ19; с медью и кремнием — АЛ3, АЛ6, с цинком и кремнием — АЛ11.

Деформируемые алюминиевые сплавы сравнительно легко обрабатываются в горячем и холодном состоянии и применяются для изготовления прутков, проволоки, листов, поковок, прессованных профилей и др. Это сплавы алюминия с марганцем — АМц, с магнием — АМг, АМг3, АМг5В, АМг5П, АМг6; с медью, марганцем, магнием, кремнием и никелем — АК, АК4, АК6, АК8 и др. К деформируемым алюминиевым сплавам относятся также дюралюмины, имеющие сложный химический состав, главными элементами которого являются алюминий, медь и магний. Дюралюмины обладают небольшой плотностью (легкостью), но высокой прочностью, достаточной твердостью и вязкостью. Прочность термообработанного дюралюминия в 4...5 раз выше прочности чистого алюминия.

Антифрикционные сплавы — это сплавы на основе олова, свинца, меди или алюминия, обладающие высокими антифрикционными свойствами. Эти свойства характеризуются низким коэффициентом трения, хорошей прирабатываемостью, высокой износостойкостью и др. Антифрикционные сплавы применяют для изготовления подшипников скольжения. Широко используют мягкие сплавы на оловянной, свинцовой или свинцово-кальцовой основе — баббиты Б83 (олово — 83%, сурьма — 11, медь — 6%), свинцовый сплав СОС6-6 (свинец — 88%, олово — 6, сурьма — 6%), алюминиевый сплав АСМ (сурьма — 3,5...6,5%, магний — 0,5...0,7%, алюминий — остальное), бронзу Бр ОЦС5-5-5 и др.

Твердые сплавы — это сплавы на основе соединений тугоплавких металлов (вольфрама, титана, хрома, кобальта и др.). В ремонтном производстве такие сплавы используют для восстановления и повышения износостойкости быстроизнашивающихся деталей, а также для изготовления режущих инструментов. Твердые сплавы выпускают в виде порошков, прутков, пластинок и др. Для повышения износостойкости деталей (лемехов, культиваторных лап, зубьев экскаваторов и др.) чаще всего применяют твердые сплавы сормайт и Т-590, которые наплавляют на рабочие поверхности деталей. В результате этого износостойкость рабочих органов повышается в 5...7 раз. Сормайт № 1 содержит 2,5...3,5% С, 1,5% Мп, 2,8...3,5% Si, 25...31% Сг, 3...5% Ni, остальное — железо; сплав Т-590 — 5,0...5,5% С, 1% Мп, 3,0...3,5% Si, 45...50% Сг, остальное — железо.

Для изготовления режущих инструментов используют металлокерамические твердые сплавы на основе карбидов титана и вольфрама с кобальтовой связкой. Наиболее широко распространены вольфрамовые сплавы ВК2, ВК4, ВК6, ВК8, ВК10, ВК15 (при обработке чугуна и цветных металлов) и титано-вольфрамовые сплавы Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5К10 (при обработке стали). Марка сплава указывает на его состав, например, ВК6 — сплав содержит 6% кобальта и 94% карбида вольфрама, Т15К6 — сплав содержит 6% кобальта, 15% карбида титана, остальное — карбид вольфрама.

Разработаны новые инструментальные материалы, обладающие повышенной стойкостью и позволяющие обрабатывать твердые поверхности (эльбор-Р, гексанит-Р, синтетические алмазы и др.). Особенно эффективен и универсален гексанит-Р. Инструментом, изготовленным из него, можно обрабатывать точением наплавленные поверхности, закаленную сталь, чугун, пластмассы и твердые сплавы.

§ 5. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

К неметаллическим материалам относятся древесина, пластмассы, резина, бумага и др.

Древесина используется для изготовления деталей кривошипно-шатунных механизмов, подшипников и лопастей вентиляторов сельскохозяйственных машин,

кузовов грузовых автомобилей и др. Наиболее ценные породы деревьев — дуб, лиственница, береза, ель и сосна. Дуб и лиственница обладают высокой твердостью, прочностью и стойкостью против гниения. Береза отличается упругостью, вязкостью и достаточной твердостью. Чаще всего ее применяют для изготовления фанеры. Сосна и ель обладают хорошими физико-механическими свойствами и легко обрабатываются. Их используют для изготовления кузовов автомобилей, емкостей и др.

Свежесрубленная древесина содержит до 40% влаги, и в таком виде из нее нельзя изготавливать изделия. Для снижения содержания влаги до 15...18% (воздушно-сухая древесина) бревна распиливают и полученный пиломатериал подвергают естественной или искусственной сушке. Древесные материалы делят на натуральную древесину (круглую, тесаную, пиленую), фанеру, прессованную древесину и древесные пластики. Наибольшее применение имеют пиломатериалы. Прессованную древесину получают из березы, осины, тополя, сосны и других деревьев путем их пропарки, прессовки и сушки. Такой материал в 3...8 раз дешевле металла, но обладает хорошими механическими свойствами и высокой износостойкостью даже в абразивной среде. Недостаток — низкая теплопроводность и способность к возгоранию при температуре выше 100 °С.

Пластические массы — это композиции высокомолекулярных органических соединений (полимеров) с другими материалами, способные при определенных температуре и давлении принимать нужную форму, сохраняющуюся в обычных условиях. Пластмассы обладают ценными физико-механическими и технологическими свойствами: малой плотностью (в среднем они в 2 раза легче алюминия и в 5...8 раз легче стали), достаточно высокой прочностью и эластичностью, хорошими электро- и теплоизоляционными свойствами, высокой химической стойкостью и износостойкостью, в большинстве случаев водо-, бензо- и маслостойкостью; простотой технологии, низкой трудоемкостью и себестоимостью изготовления и восстановления деталей и др. Поэтому пластмассы широко применяются при производстве и ремонте машин. Например, кольца пяты двигателей погружных электронасосов изготавливают из текстолита марки Б, а подпятники — из пластика ДСП-Б.

Пластмассы имеют и некоторые недостатки: низкую теплопроводность, теплостойкость и твердость, зависимость физико-химических свойств от температуры и времени (старение пластмасс) и др.

Основная составная часть пластмасс — полимеры (высокомолекулярные смолы), служащие связующим веществом. Кроме полимеров, в пластмассы входят различные добавки, позволяющие придавать им нужные свойства. По назначению добавки разделяют на наполнители, отвердители, пластификаторы, стабилизаторы, красители и др. Пластмассы не обязательно включают в себя все перечисленные добавки, они могут состоять только из полимера.

Наполнители упрочняют пластмассу, удешевляют ее и придают ей специальные свойства. В качестве наполнителей используют бумагу, ткань, стружку, опилки, тальк, асбест, стекловолокно, металлические порошки, цемент, графит и др. В пластмассе может содержаться до 70% наполнителей. Отвердитель служит для превращения пластмассы из жидкого или тестообразного состояния в твердое, т. е. для отверждения пластмассы. Пластификаторы облегчают переработку пластмасс и придают им гибкость и эластичность. Стабилизаторы уменьшают старение пластмасс и способствуют сохранению их свойств.

Все полимеры и пластмассы делятся на термореактивные (реактопласты) и термопластические (термопласты).

Реактопласты — это смолы, которые при нагревании затвердевают и теряют способность к пластическому деформированию при повторном нагреве, т. е. они не подлежат повторной переработке. К ним относятся фенопласты, аминопласты и др. Фенопласты изготовляют на основе фенолформальдегидных смол. Их применяют в виде прессовочных порошков, волокнистых и слоистых пластиков. Представителями фенопластов являются текстолит, асбестотекстолит, гетинакс, пенопласты и др.

В ремонтном производстве широкое применение получили термореактивные композиции на основе эпоксидных смол (ЭД-16 и др.). Их используют для заделки трещин и пробоин, для восстановления резьбовых соединений и изношенных поверхностей под подшипники и др. Такие материалы обладают хорошей клеящей способностью, высокими прочностью и износостойкостью.

Термопласты — это смолы, которые при нагревании становятся пластичными, а при охлаждении переходят в твердое состояние. Их можно использовать неоднократно, т. е. процесс переработки таких материалов обратим. К ним относятся полиэтилен, полиамиды (капрон, капролон) и др.

Кроме перечисленных материалов, при ремонте машин широко применяются *синтетические клеи* (типа ВС, БФ, ВК и др.) и другие полимеры.

Клей ВС-10Т — прозрачная жидкость темно-красного цвета, представляющая собой раствор синтетических смол в органических растворителях. Его используют для склеивания деталей из металла, пластмасс и других материалов в любом сочетании, работающих при температуре до 300 °С, например для приклеивания фрикционных накладок к дискам муфт сцепления и тормозным колодкам тракторов и автомобилей. Соединение стойко к воздействию коррозии, масла и топлива.

Клей типа БФ — мутноватые жидкости от желтого до красного цвета, представляющие собой растворы термореактивных смол в спирте. Они обладают меньшей теплостойкостью, чем клей ВС-10Т. Клеи БФ-2 и БФ-4 служат для склеивания деталей из металла, пластмасс и других материалов, работающих при температуре до 80 °С. Клей БФ-2 дает соединение более теплостойкое, но менее эластичное, чем клей БФ-4. Наибольшей эластичностью обладает шов из клея БФ-6; его применяют для склеивания тканей, фетра, войлока, резины и др. Перспективны высокотеплостойкие клеи ВК-2 и ВК-6, сохраняющие прочность при температуре до 1000 °С. Их применяют для склеивания металлов и неметаллических материалов.

Резина — продукт химического превращения (вулканизации) каучуков. Она обладает высокими эластичностью (удлинение при растяжении может достигать 800 %), сопротивлением разрыву и истиранию, способностью поглощать колебания, газо- и водонепроницаемостью, химической стойкостью и хорошими диэлектрическими свойствами.

Для получения большинства технических резин используют синтетический каучук. Содержание каучука в технических резинах колеблется от 5 до 90 %, остальную массу составляют наполнители (сажа, мел, тальк), пластификаторы, вулканизирующие вещества (сера

и др.) и ускорители вулканизации. Вначале получают сырую резину, представляющую собой смесь каучука с наполнителями и вулканизирующими веществами. Затем сырую резину нагревают до 145...150°C, при которой каучук вступает в химическое взаимодействие с вулканизирующими веществами, т. е. происходит вулканизация и образуется эластичная резина. Сырую резину используют для заплат при ремонте камер и шин, а также для изготовления резинового клея путем растворения ее в бензине. После вулканизации сырой резины, содержащей более 25% вулканизирующих веществ, получают *эбонит* (твердую резину), используемый для электроизоляционных целей.

Недостаток резины — склонность к старению, которое ухудшает ее свойства. Старение ускоряется под действием солнечного света, повышенной температуры, кислот, щелочей, масла и др.

Прокладочные и уплотнительные материалы применяют для создания герметичности в соединениях деталей машин и устранения возможного просачивания жидкости или прорыва газов, например прокладки между блоком и головкой цилиндров, корпусом и крышкой КПП, уплотнительные кольца погружных электронасосов и др.

Изоляционные материалы обладают малой тепло- и электропроводностью (диэлектрики) и служат для тепло- и электроизоляции машин, сооружений, деталей и электропроводов. Наибольшее распространение получили следующие прокладочные, уплотнительные и изоляционные материалы.

Бумага и картон — листовый материал из древесной целлюлозы. Картон — это специально обработанная толстая бумага (до 3 мм). В зависимости от вида обработки он приобретает стойкость к нефтепродуктам, теплоизоляционные свойства. *Фибра* изготовляется из хлопчатобумажной ткани, пропитанной раствором хлористого цинка. Благодаря высокой прочностью и хорошей обработке бензостойка, применяется для прокладок, шайб и втулок. *Асбест* — во-
лосистый минерал, состоящий из кремнезема и железа и окиси кальция. Он обладает высокой прочностью (выдерживает температуру до 500°C), тепло- и электропроводностью. Из асбеста делают шнур, веревки, ткани, асбестовую бумагу,

картон, листовые и прокладочные материалы и др. Войлок — листовой материал, изготовленный из шерсти. Это пористый материал: воздушные поры в нем занимают более 75 % объема. Он имеет высокие тепло- и звукоизоляционные и амортизирующие свойства; применяется для изготовления прокладок и сальниковых уплотнений.

Герметики — это полимерные композиции в виде паст и замазок. Для герметизации широко применяют замазку У-20А, пасту УН-25, эластосил и др. Герметики не высыхают, они всегда находятся в виде тестообразной массы высокой эластичности. Наносят их на соединяемые детали или прокладки шпателем, кистью или специальным шприцем. При уплотнении различных подвижных соединений используют также сальники и манжеты из резины и некоторых пластмасс.

Изоляционные ленты служат для изоляции токоведущих деталей и проводов. Липкая изоляционная лента — это пленочный пластик, покрытый слоем перхлорвинилового клея.

Абразивные материалы применяют для изготовления абразивных режущих инструментов (шлифовальных кругов и лент, хонинговальных брусков и др.).

Абразивы состоят в основном из окислов или карбидов некоторых элементов, имеющих очень высокую твердость. Они делятся на естественные, или природные, например корунд (содержит 80...95 % Al_2O_3), наждак (содержит 25...60 % Al_2O_3), и искусственные, или синтетические, например электрокорунд (содержит 92...99 % Al_2O_3), черный и зеленый карбид кремния (содержит 95...99 % SiC), алмаз и др. Искусственные абразивы более тверды и однородны, вследствие чего их чаще используют. Абразивы изготовляют в виде порошков различной зернистости, в зависимости от которой их делят на три группы: шлиф-зерно (160...2500 мкм), шлиф-порошки (50...160 мкм) и микропорошки (1...40 мкм).

§ 6. ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозией называют самопроизвольное разрушение металлов и сплавов под воздействием внешней среды. По механизму процесса различают два вида коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия происходит под действием сухих газов или жидкостей, не проводящих электрический

ток (масло, бензин, дизтопливо и др.). Такой коррозии подвержены, например, некоторые детали двигателей внутреннего сгорания (гильзы, клапаны и др.).

Электрохимическая коррозия происходит при взаимодействии металлов и сплавов с жидкостями и газами, проводящими электрический ток (водой, паром, растворами кислот, щелочей и солей, и др.). Воздух всегда содержит влагу, которая обволакивает металл тонкой пленкой и вызывает атмосферную коррозию. Электрохимическая коррозия наиболее часто встречается и наиболее опасна.

Большинство металлов и сплавов подвержено коррозии. Наиболее интенсивно корродируют черные металлы (углеродистая сталь и чугун); цветные металлы и сплавы и высоколегированные стали достаточно устойчивы в атмосферных условиях и агрессивных средах. Коррозия наносит большой ущерб народному хозяйству. Ежегодно от коррозии разрушается от 5 до 20% выплавляемого количества черных металлов. Кроме того, в результате коррозии ухудшается качество изделий, которые могут оказаться непригодными для использования.

Для защиты от коррозии металлы легируют или на их поверхность наносят различные металлические, неметаллические, химические покрытия, препятствующие соприкосновению металлов с коррозионной средой.

В результате легирования стали хромом, никелем и другими элементами резко повышается ее коррозионная стойкость. Например, высокая коррозионная стойкость хромоникелевой нержавеющей стали X18H9 (18% Cr и 9% Ni) объясняется тем, что хром создает на поверхности детали очень тонкую, но прочную и коррозионноустойчивую пленку окислов.

При защите металлическими покрытиями на поверхность изделия наносят устойчивые к коррозии металлы: олово, цинк, хром, никель, медь, кадмий. При этом погружают изделия в расплавленный металл, применяют металлизацию (распыление), электрохимический (гальванический) и другие способы.

Неметаллические защитные покрытия получают нанесением на поверхность изделий масляных красок, лаков, эмалей, защитных смазок и др. Лакокрасочные покрытия составляют около 70% всех антикоррозионных покрытий. Одновременно с защитой от кор-

розин они придают изделиям красивый внешний вид и необходимый цвет. Обычно эти покрытия делают многослойными. Эмали хрупки, но очень стойки против атмосферной коррозии, воздействия воды, кислот, растворов солей и др. Их применяют для защиты химической аппаратуры и пищевой посуды.

Защита металлов химическим покрытием заключается в том, что на поверхности изделий искусственно создают плотные оксидные пленки, хорошо сопротивляющиеся коррозии. Для этого металлические детали тщательно очищают и подвергают воздействию сильно окисляющей среды. С целью защиты черных металлов применяют оксидирование и фосфатирование, алюминиевых сплавов — анодирование, медных и цинковых сплавов — хроматирование.

Как правило, защитные свойства таких покрытий невысокие. Поэтому наиболее целесообразно применять их (особенно окисные и фосфатные покрытия как основу для нанесения лакокрасочных покрытий.

Защитные смазки (технический вазелин, солидол и др.) используют для защиты машин и их деталей от коррозии при их хранении.

С этой же целью все шире применяют различные ингибированные пленочные полимерные покрытия, битумные и восковые составы.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные свойства металлов и сплавов.
2. Что называется упругостью, пластичностью и прочностью? Как они определяются?
3. Что такое твердость и как она определяется?
4. Что понимается под обрабатываемостью, свариваемостью и ковкостью?
5. Дайте определение стали и чугуна.
6. Как влияют легирующие добавки на свойства стали?
7. В чем состоит термическая обработка стали и на какие виды она подразделяется?
8. В чем заключается химико-термическая обработка стали и на какие виды она подразделяется?
9. Расскажите об основных цветных металлах и сплавах, применяемых в ремонтном производстве.
10. Что входит в состав пластмасс и на какие две группы они разделяются?
11. Какие вы знаете прокладочные и уплотнительные материалы?
12. Что называется коррозией? Какие существуют методы защиты металлов от коррозии?

Глава 2

ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

§ 1. ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Сопряжения. Две или несколько подвижно или неподвижно соединенных деталей называют сопрягаемыми. Они образуют сопряжение (соединение). Поверхности, по которым детали соединяются, называют сопрягаемыми поверхностями. Остальные поверхности называют несопрягаемыми (свободными). В соединениях деталей, входящих одна в другую, различают две поверхности: охватываемую, условно называемую «вал», и охватывающую, условно называемую «отверстие». Термины «вал» и «отверстие» относятся не только к цилиндрическим поверхностям, но и к элементам деталей другой формы. Например, в шпоночном соединении шпонка является валом, а канавка вала под шпонку — отверстием.

Понятие о взаимозаменяемости. Взаимозаменяемость — свойство независимо изготовленных одноименных деталей, заменять одну деталь другой без предварительной подгонки, подбора или механической обработки, обеспечивая нормальную работу машины. Это значит, что любая деталь или сборочная единица из числа взаимозаменяемых может быть поставлена на машину при ее изготовлении или ремонте вместо другой одноименной детали или сборочной единицы и характер работы машины после такой замены не изменится.

Различают взаимозаменяемость полную и неполную. Полная взаимозаменяемость достигается тогда, когда размеры, форма и другие характеристики всех изготовленных деталей находятся в заданных пределах. При неполной взаимозаменяемости изготовленные или восстановленные детали перед сборкой предварительно сортируют на группы и соединяют детали одноименных групп (селективная сборка) или подбирают детали одну к другой. Подборка и подгонка особенно распространены при ремонте машин.

Взаимозаменяемость обеспечивает возможность массового и серийного производства, экономичность изготовления, эксплуатации и ремонта машин.

Действительный, номинальный и предельный размеры. Для получения взаимозаменяемости детали должны быть изготовлены с заданной точностью. Под точностью изготовления понимают степень соответствия действительного размера детали размеру, который задан чертежом или техническими условиями.

Действительным называют размер детали, установленный при непосредственном ее измерении с допустимой погрешностью. Размер, принятый конструктором на основании расчетов или других соображений и заданный чертежом, называют номинальным. На производстве практически невозможно и экономически нецелесообразно выполнять абсолютно точно требуемые размеры деталей. Поэтому для обеспечения взаимозаменяемости деталей конструктор устанавливает допустимые отклонения их размеров от номинальных, т. е. ограничивает погрешности. Два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали, называют предельными размерами. Большой из них называют наибольшим предельным размером, меньший — наименьшим предельным размером.

Предельные размеры задают и обозначают на чертежах в виде отклонений. Алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называется *верхним предельным отклонением*, а разность между наименьшим предельным и номинальным размерами — *нижним предельным отклонением*. Отклонение считают положительным, если предельный размер больше номинального, и отрицательным, если он меньше. Меньшее по абсолютному значению из двух отклонений называют *основным отклонением*. Его обозначают буквами латинского алфавита: прописными для отверстий и строчными для валов. Отклонения проставляют на чертежах справа от номинального размера более мелким шрифтом. Верхнее отклонение ставят немного выше, а нижнее — несколько ниже номинального размера. Отклонение, равное нулю, не указывают. Если верхнее и нижнее отклонения одинаковы по численному значению, но противоположны по знаку, то значение отклонений указывают один раз после знаков $\pm$. Примеры обозначения отклонений на чертежах: $40^{+0,085}_{+0,060}$;

220 $_{-0,145}^{-0,100}$; 65 $_{-0,053}^{+0,072}$; 80 $^{+0,046}$; 50 $_{-0,039}$; 95 $^{+0,011}$.

На машиностроительных чертежах все линейные размеры и отклонения проставляют в миллиметрах без указания единицы измерения. В таблицах стандартов отклонения указывают в микрометрах.

Допуски и посадки. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называют допуском размера. Допуск равен также алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями. Допуск — величина всегда положительная.

Характер соединения двух деталей, определяющий степень их относительной подвижности, называют посадкой. В единой системе допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ) посадки не имеют наименований*. Они делятся на 3 группы: с гарантированным зазором (подвижные), с гарантированным натягом (неподвижные или прессыные) и переходные.

Зазором называют разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала. *Натягом* называют разность размеров вала и отверстия, если размер вала больше размера отверстия. При *посадке с зазором* в соединении обеспечивается зазор, а при *посадке с натягом* — натяг. Посадку, при которой в зависимости от действительных размеров отверстия и вала возможно получение как зазора, так и натяга, называют *переходной посадкой*.

Точность соединений (посадок) характеризуется *допуском посадки*, который равен сумме допусков отверстия и вала. Для посадок с зазорами допуск посадки равен разности предельных зазоров (наибольшего и наименьшего) и называется *допуском зазора*. Для посадок с натягами допуск посадки равен разности предельных натягов (наибольшего и наименьшего) и является *допуском натяга*.

Для наглядности допуски и отклонения принято изображать графически (рис. 2). *Нулевой линией* называется линия, соответствующая номинальному размеру. При графическом изображении допусков от этой линии откладывают предельные отклонения размеров. Обычно

* По ранее действовавшему ГОСТу посадки имели наименования, приближенно отражающие характер соединения: скользящая, ходовая, горячая, плотная и др.

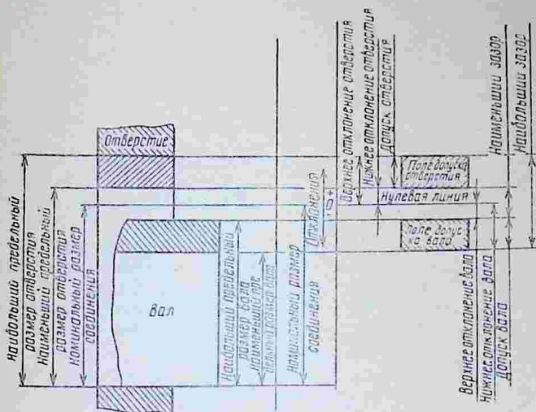


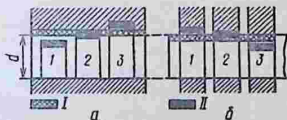
Рис. 2. Графическое изображение посадки с зазором.

нулевую линию проводят горизонтально и положительные отклонения откладывают вверх от нее, а отрицательные — вниз. *Поле допуска* ограничивается верхним и нижним отклонениями. При графическом изображении его показывают зоной, заключенной между двумя линиями, которые проведены на расстояниях, соответствующих верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии.

Система допусков и посадок. Совокупность закономерно построенных и утвержденных в виде стандартов допусков и посадок называют системой допусков и посадок. В соответствии со стандартами различают посадки в системе отверстия и в системе вала. Система отверстия (рис. 3, а) предусматривает при одном и том же номинальном диаметре получение различных

Рис. 3. Схемы посадок в системе отверстия (а) и в системе вала (б):

1 — посадка с зазором; 2 — переходная посадка; 3 — посадка с натягом; I и II — поля допуска соответственно основной и вспомогательной деталей.



посадок (с зазором, с натягом, переходной) за счет изменения предельных размеров вала, предельные размеры отверстия для разных посадок остаются постоянными. Система вала (рис. 3, б), наоборот, предусматривает получение различных посадок за счет изменения предельных размеров отверстия при постоянных предельных размерах вала.

Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. В системе отверстия основной деталью является отверстие, в системе вала — вал. У основного отверстия нижнее отклонение, а у основного вала верхнее отклонение являются основными и всегда равны нулю. Наружные поверхности всегда проще и дешевле обработать, чем внутренние, поэтому в машиностроении наибольшее распространение получила система отверстия.

Единица допуска, квалитет. Допуск характеризует точность обработки деталей лишь данного конкретного размера. С увеличением размеров возрастают трудности и погрешности обработки. Поэтому при одной и той же точности допуск тем больше, чем больше номинальный размер. Мерой точности является единица допуска, которая выражает зависимость допуска от номинального размера. Единицу допуска в ЕСДП СЭВ для размеров от 1 до 500 мм определяют по формуле.

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D, \quad (4)$$

где D — размер, мм; i — единица допуска, мкм.

В зависимости от назначения и условий работы к деталям даже одних и тех же размеров предъявляют различные требования по точности их изготовления. Ранее по ГОСТу ряды допусков разной точности при одинаковых номинальных размерах называли классами точности и обозначали: 02, 03; ... 0,9; 1,2; 2а; 3; 3а; 4; 5; 7; 8; 9; 10. В ЕСДП СЭВ вместо классов точности предусмотрено 19 квалитетов (рядов точности): 01, 0, 1, 2 и далее до 17. Под квалитетом понимают совокупность допусков, соответствующих одинаковой точности для всех номинальных размеров. Иначе говоря, при одном и том же квалитете детали разных размеров имеют разные допуски, но одинаковую точность. И наоборот, при равных номинальных размерах, но разных квалитетах детали имеют разные допуски.

С увеличением порядкового номера, обозначающего класс точности или квалитет, точность уменьшается. В ЕСДП СЭВ точность размеров сопрягаемых поверхностей деталей машин регламентируется 5...13 квалитетами, а несопрягаемых (свободных) — 14...17 квалитетами.

Для каждого из 5...17 квалитетов допуск

$$T = ai, \quad (5)$$

где a — число единиц допуска в допуске данного квалитета; i — единица допуска, мкм.

Для каждого класса точности и квалитета число единиц допуска постоянно (табл. 3).

3. Число единиц допуска для квалитетов ЕСДП СЭВ и классов точности по ГОСТ

Число единиц допуска	Квалитеты	Классы точности	
		Отверстие	Вал
7	5	09	1
10	6	1	2
16	7	2	2a
25	8	2a	—
30	—	3	3
40	9	—	—
64	10	3a	3a
100	11	4	4
160	12	—	—
200	—	5	5
250	13	—	—
400	14	7	7
640	15	8	8
1000	16	9	9
1600	17	10	10

Точность формы деталей. Качество работы деталей и машин в целом зависит не только от точности размеров, но и от точности форм и расположения сопрягаемых поверхностей. Поэтому при изготовлении и восстановлении деталей необходимо соблюдать указанные на чертеже требования к форме детали. Наиболее распространены следующие погрешности формы поверхностей: непрямолинейность, неплоскостность, выпуклость и вогнутость — для плоских поверхностей; некруглость (овальность и огранка), конусообразность, бочкообраз-

ность, седлообразность и изогнутость — для цилиндрических деталей. Погрешностями в расположении поверхностей и осей могут быть непараллельность, неперпендикулярность, несоосность, несимметричность, торцевое и радиальное биение.

Шероховатость поверхности. После обработки на поверхности деталей остаются следы (неровности) в виде гребешков и впадин. Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине называют шероховатостью. Шероховатость ухудшает работу деталей, увеличивает их износ. Базовой длиной l (рис. 4) называют длину базовой линии, на которой определяют численные значения параметров шероховатости. За базовую линию принимают среднюю линию профиля m , проведенную так, что в пределах l суммы площадей выступов и впадин равны между собой.

По ГОСТ 2789—73 и СТ СЭВ 638—77 шероховатость поверхности характеризуется следующими параметрами: средним арифметическим отклонением профиля R_a , высотой неровностей профиля по десяти точкам R_z , наибольшей высотой неровностей профиля R_{max} , средним шагом неровностей профиля S_m , средним шагом неровностей профиля по вершинам S , относительной опорной длиной профиля t_p .

В зависимости от условий работы деталей шероховатость поверхности оценивают одним или несколькими из перечисленных параметров. Иногда указывают также направление неровностей. Чаще всего используют параметры R_a и R_z . Параметр R_a предпочтителен.

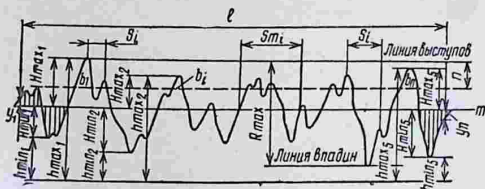


Рис. 4. Профилограмма и основные параметры шероховатости поверхности.

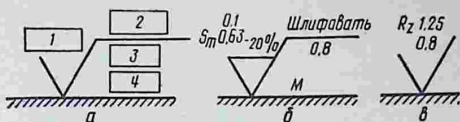


Рис. 5. Условное обозначение шероховатости поверхности:

a — общий случай; *б, в* — примеры; 1 — значения R_a , R_z , S и других параметров; 2 — вид обработки и другие дополнительные данные; 3 — базовая длина; 4 — условное обозначение направления обработки.

Отклонение профиля — расстояние между любой точкой профиля и средней линией. *Среднее отклонение профиля* — это среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины, т. е.

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}. \quad (6)$$

Высота неровностей профиля по десяти точкам — среднее расстояние между пятью высшими точками выступов $h_{\max i}$ и пятью низшими точками впадин $h_{\min i}$ в пределах базовой длины, т. е.

$$R_z = \frac{(h_{\max 1} + \dots + h_{\max 5}) - (h_{\min 1} + \dots + h_{\min 5})}{5}. \quad (7)$$

Обозначение шероховатости поверхности на чертеже детали в общем случае показано на рисунке 5, *a*. Значение параметра R_a указывают в обозначении без символа, например 0,1; а для остальных параметров — после соответствующего символа, например R_z 1,25. Форма знака, показанного на рисунке 5, *б* применяется, когда конструктор устанавливает вид необходимой обработки. На рисунке указано, что R_a не должно превышать 0,1 мкм, номинальный средний шаг неровностей составляет 0,63 мкм с отклонением в сторону уменьшения шага, равным 20% от 0,63; базовая длина $l \leq 0,8$ мм; направление неровностей — произвольное (*M*), для окончательной обработки предусмотрено шлифование. На рисунке 5, *в* показано, что шероховатость поверхности характеризуется только высотой неровностей профиля, которая должна находиться в пределах 1,25... 0,8 мкм.

§ 2. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Общие сведения. Измерение — это нахождение значения искомой величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Наука об измерениях физических величин называется метрологией. Технические средства, имеющие нормированные метрологические свойства, называются средствами измерения.

Измерительное средство и приемы его использования в совокупности образуют метод измерения.

Различают прямые и косвенные методы измерения. При *прямых измерениях* значение измеряемой величины находят непосредственно по показаниям прибора (например, измерение температуры термометром, длины — линейкой). При *косвенных измерениях* искомое значение величины находят путем вычисления по известной зависимости между этой величиной и величинами, которые можно измерить прямым методом. Например, для определения диаметра D большого вала сначала рулеткой определяют длину его окружности l , а затем по известной из геометрии формуле вычисляют диаметр: $D = l/\pi$. При прямых измерениях часто измеряют отклонения размеров от номинальных значений или от рабочей меры (плитки и др.) прибором сравнения (индикаторной головкой, оптиметром и др.). Размер в этом случае определяют суммированием размера рабочей меры и показания прибора сравнения. Такой метод измерения называется методом сравнения.

Некоторые метрологические показатели средств измерения. Цена деления шкалы — разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы, т. е. это значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы. Погрешность измерения — разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины. Допустимая погрешность средства измерения — наибольшая погрешность средства измерения, при котором оно может быть признано годным и допущено к применению. Диапазон показаний (измерений по шкале) — область значений измеряемой величины, соответствующая всей шкале прибора. Диапазон измерений — область значений измеряемой

величины, для которой нормирована допускаемая погрешность средства измерения. Пределы измерений — наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений (например, наибольший и наименьший размеры, которые можно измерить данным средством).

Средства измерения. Из всего многообразия измерительных средств при ремонте машин, в том числе насосных установок, применяются в основном универсальные измерительные инструменты и приборы: штриховые инструменты, штангенинструменты, микрометрические инструменты, рычажно-механические приборы и др.

Штриховые инструменты представляют собой металлические пластинки, на поверхности которых нанесены штрихи. Для грубых измерений применяют *измерительные линейки* с диапазоном измерений от 150 до 1000 мм и ценой деления 1 или 0,5 мм; *складные метры*, состоящие из десяти шарнирно скрепленных линеек, с ценой деления 0,1 мм; *рулетки* в виде стальной ленты длиной от 1 до 50 м с ценой деления 1 или 0,5 мм, которую свертывают и заключают в футляр.

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры и штангенрейсмусы. Основными частями штангенинструментов являются штанга в виде линейки, шкала которой имеет цену деления 1 мм, и подвижная рамка, перемещающаяся по линейке и имеющая шкалу нониуса с ценой деления 0,1 или 0,05 мм. Для определения (отсчета) размера сначала по основной шкале перед нулевым делением нониуса находят целое число миллиметров, а затем добавляют к нему десятые или сотые доли в соответствии с тем, какой штрих шкалы нониуса наиболее близко совпадает с одним из штрихов основной шкалы (рис. 6, б).

Штангенциркули выпускают трех типов: ШЦ-I (рис. 6, а) — с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для определения глубин, цена деления нониуса 0,1 мм; ШЦ-II — с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних размеров и разметки, цена деления нониуса 0,05 или 0,1 мм; ШЦ-III — с односторонними губками для наружных и внутренних измерений с ценой деления нониуса 0,05 или 0,1 мм.

Штангенглубиномеры и *штангенрейсмусы* принципиально не отличаются от штангенциркулей; первые пред-

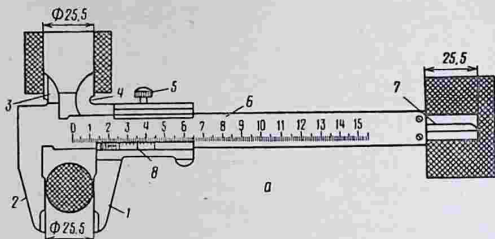


Рис. 6. Штангенциркуль ШЦ-1 (а) и примеры отсчета (б):

1, 4 — подвижные губки; 2, 3 — неподвижные губки; 5 — стопорный винт; 6 — линейка; 7 — глубиномер; 8 — рамка с нониусом; 1 — основная шкала; II — шкала с ценой деления нониуса 0,1 мм; III — шкала с ценой деления нониуса 0,05 мм.

назначены для измерения глубины отверстий, канавок, пазов, высоты выступов, а вторые — для измерения высот и точной разметки.

К микрометрическим инструментам относятся микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры.

Микрометры выпускают гладкие (для измерения наружных размеров) и специальные (листовые, трубные, зубомерные и др.). Гладкие микрометры (рис. 7, а) широко применяют при ремонте машин.

Микрометрические нутромеры и глубиномеры предназначены для измерения соответственно больших внутренних размеров и глубин.

Работа микрометрических инструментов основана на использовании винтовой пары (винт — гайка), которая преобразует вращательное движение микровинта в поступательное. Шаг микровинта равен 0,5 мм. Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из двух шкал: продольной 8 (рис. 7, б) и круговой 9. Продольная шкала, нанесенная на стебле инструмента, имеет два ряда штрихов, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и сдвинутых относительно

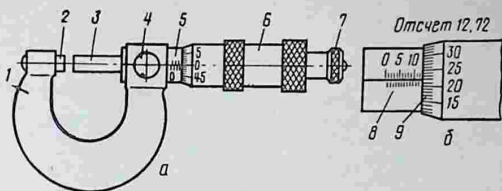


Рис. 7. Гладкий микрометр (а) и пример отсчета (б):

1 — скоба; 2 — неподвижная пятка; 3 — винт; 4 — стопорный винт; 5 — стержень; 6 — барабан; 7 — трещотка; 8 — продольная шкала; 9 — круговая шкала.

друг друга на 0,5 мм. В итоге оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм, равной шагу микровинта. Круговая шкала, нанесенная на барабане, имеет 50 делений. Цена ее деления равна 0,01 мм (0,5 : 50).

При измерении по продольной шкале у кромки барабана отсчитывают целые миллиметры и 0,5 мм, а по круговой шкале напротив горизонтальной линии стебля — сотые доли миллиметра. Оба результата складывают.

К рычажно-механическим приборам относятся индикаторы, индикаторные нутромеры, индикаторные скобы, рычажные микрометры и др. Они обладают высокой точностью. Принцип действия этих приборов основан на применении в них различных рычажно-механических (зубчатых и др.) систем, позволяющих незначительное перемещение измерительного стержня (изменение размера) преобразовывать во много раз большее перемещение стрелки прибора.

Индикаторы и индикаторные приборы широко применяют при ремонте машин для измерения деталей методом сравнения, а также для контроля формы и взаимного расположения деталей.

Общий вид индикатора часового типа показан на рисунке 8. При перемещении стержня на 1 мм стрелка малой шкалы передвигается на одно деление, а стрелка большой шкалы совершает полный оборот. Большая шкала имеет 100 делений. Следовательно, цена деления большой (основной) шкалы равна 0,01 мм. При

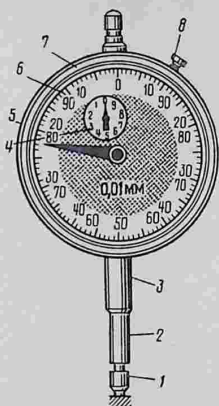


Рис. 8. Индикатор часового типа:

1 — наконечник; 2 — измерительный стержень; 3 — гильза; 4 — малая шкала; 5 — ободок; 6 — большая шкала; 7 — корпус; 8 — стопор.

установке индикатора на нуль шкалу поворачивают за ободок 5.

К индикаторным приборам относятся также универсальная индикаторная стойка для измерения наружных размеров и контроля формы деталей (рис. 9, а), индикаторная скоба для измерения наружных размеров до 1000 мм (рис. 9, б), индикаторный нутромер для измерения внутренних размеров до 1000 мм (рис. 9, в), индикаторный глубиномер для измерения глубин до 150 мм и др.

Рычажные микрометры применяют для точных наружных измерений. От обычного микрометра они отличаются тем, что, кроме микрометрической пары, имеют встроенное в корпус отсчетное устройство или измерительную головку. Цена деления отсчетного устройства или головки равна 0,002 мм.

Кроме того, в ремонтном производстве широко применяют калибры, шаблоны, щупы, угломеры, поверочные плиты и линейки.

Калибры не имеют шкалы и не используются для определения числового значения размера. Ими проверяют, находится ли размер в пределах установленного допуска. Калибры для контроля отверстий называют *пробками* (рис. 10, а), а для контроля валов — *скобами* (рис. 10, б). Обычно применяют предельные калибры, изготовленные по предельным размерам детали. Проходную сторону ПР калибра-пробки изготавливают по наименьшему предельному размеру, а калибра-скобы — по наибольшему. Непроходную сторону НЕ калибра-пробки изготавливают по наибольшему, а калибра-скобы — по наименьшему предельному размеру проверяемой детали. При измерении деталь считается годной,

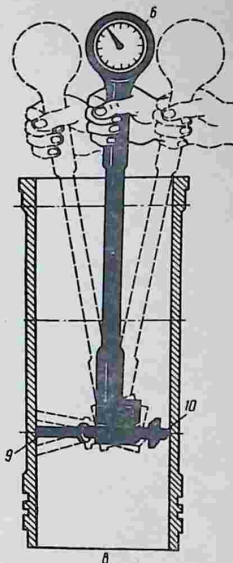
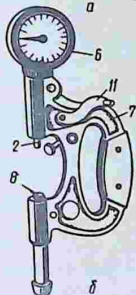
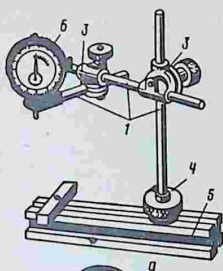


Рис. 9. Индикаторные приборы:

a — универсальная индикаторная стойка; *б* — индикаторная скоба; *в* — измерение индикаторным нутромером диаметра гильзы цилиндра; *1* — стержни; *2* — подвижная пятка; *3* — муфты; *4* — гайка; *5* — призма; *6* — индикаторная головка; *7* — корпус; *8* — переставная пятка; *9* — сменная вставка; *10* — подвижный стержень; *11* — рычаг отвода пятки.

если проходная сторона калибра проходит (например, пробка в отверстие), а непроходная не проходит.

Щупы применяют для измерения зазоров в сопряжениях и между поверхностями деталей. Их изготовляют в виде пластин толщиной от 0,02 до 1 мм, которые объединяют в наборы. На каждой пластине указана ее толщина.

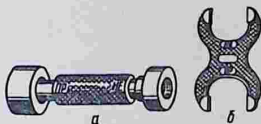


Рис. 10. Предельные калибры: *a* — пробка; *б* — скоба.

Шаблоны применяют для контроля сложных профилей (выпуклых, вогнутых, резьбовых и др.) деталей. Шаблоны изготавливают из листовой стали в виде пластин, объединенных в наборы. Выпускают *радиусные* шаблоны для контроля радиусов выпуклых и вогнутых поверхностей размером от 1 до 25 мм и *резьбовые* шаблоны для определения шага резьбы от 0,4 до 6 мм и др. Проверку шаблоном можно вести двумя способами: «на просвет» и «на краску». При первом способе о точности изготовления судят по просвету между деталью и шаблоном. При втором способе проверяемую поверхность покрывают краской, накладывают шаблон и по пятнам краски, оставшейся на шаблоне, определяют годность детали.

Для измерения наружных и внутренних углов применяют угольники, угловые шаблоны, угломеры и др. Угольники предназначены для контроля прямых углов (90°). Угловые шаблоны служат для контроля углов, неравных 90° . Для измерения наружных углов от 0° до 180° и внутренних углов от 40° до 180° часто используют универсальный нониусный угломер с отсчетом по нониусу $2'$ (2 мин).

Поверочные линейки и плиты применяют для контроля прямолинейности и плоскостности деталей. Прямолинейность проверяют «на просвет», «на краску» или с помощью шупа, которым измеряют зазор между линейкой и деталью. Плоскостность определяют с помощью поверочных плит или линеек с широкой рабочей поверхностью методом «на краску» или шупом. Плиты используют также как базу при проверке размеров деталей индикаторами, штангенрейсмусами, угольниками и др.

Шероховатость поверхностей деталей чаще всего проверяют качественным методом путем визуального сравнения с образцами шероховатости. Последние стандартизованы и выпускаются различных форм, направления и размеров неровностей применительно к разным видам механической обработки (точению, шлифованию и др.). Образцы по видам обработки комплектуют в оправы. Для количественной оценки шероховатости применяют специальные приборы (профилометры, профилографы и др.).

Выбор средств измерения. Для каждого средства измерения установлена и дана в его характеристике пре-

дельная погрешность измерения. Для обеспечения требуемой точности измерения инструмент выбирают так, чтобы его предельная погрешность Δ_{lim} была меньше или равна допускаемой погрешности измерения δ , т. е. $\Delta_{lim} \leq \delta$. Допускаемая погрешность измерения зависит от допуска на размер детали и приводится в таблицах стандартов. Значения допускаемых погрешностей измерения составляют от 20 (для грубых квалитетов) до 35% допуска на размер.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение взаимозаменяемости.
2. Что понимают под точностью изготовления детали?
3. Что называется допуском, посадкой?
4. В чем состоит сущность посадок в системе отверстия и в системе вала?
5. Какие вы знаете штангенинструменты и каково их принципиальное устройство?
6. На чем основано устройство микрометрических инструментов?
7. Какие вы знаете индикаторные устройства?
8. Каково назначение калибров, щупов и шаблонов?
9. Как определяют шероховатость поверхностей?
10. Как выбирают средства измерения?

Глава 3

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

§ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ

Общие сведения. Технологическим процессом ремонта машины называют действия, направленные на последовательное восстановление ее работоспособности. Работоспособность — состояние машины, при котором она способна выполнять заданные функции с требуемыми параметрами. Технологический процесс состоит из ряда последовательных операций. Операция — часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все действия рабочих и оборудования над одним или несколькими совместно обрабатываемыми, разбираемыми или собираемыми изделиями.

К основным общеслесарным операциям относятся: разметка, рубка и резка, правка и гибка, опилование и шабрение, сверление, зенкерование и развертывание

отверстий, нарезание резьбы, клепка, паяние и склеивание. Некоторые из них, например сверление и зенкерование отверстий, механизированную резку и др., слесарь выполняет на специально оборудованных для этих целей общих рабочих местах, а остальные—на своем индивидуальном рабочем месте.

Организация рабочего места слесаря. Рабочее место должно быть оснащено верстаком, тисками, ручным и механизированным слесарно-монтажным, режущим, вспомогательным и измерительным инструментом, вспомогательным оборудованием (стеллажами, тумбочками и др.).

Большинство операций слесарь выполняет на верстаке 8 (рис. 11), который может быть *одноместным* или *многоместным*. Верстак может иметь шкаф 7 и ящики 3 для инструмента; полки 4 для заготовок и приспособлений, защитную сетку и др.

На верстаке монтируют тиски 2, которые позволяют закрепить заготовки и детали в удобном для обработки положении.

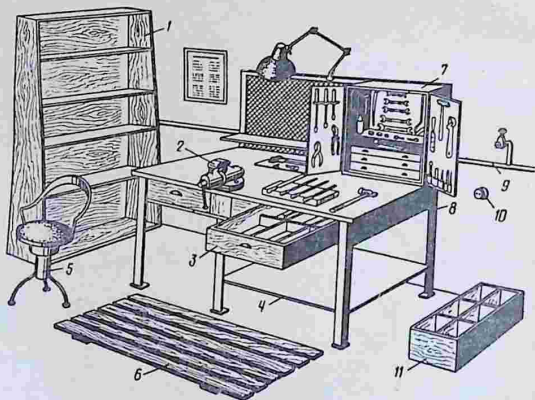


Рис. 11. Рабочее место слесаря:

1 — стеллаж; 2 — тиски; 3 — ящики верстака; 4 — полка; 5 — стул; 6 — подставка; 7 — шкаф; 8 — верстак; 9 — магистраль сжатого воздуха; 10 — розетка; 11 — секционный ящик.

Применяются *параллельные, стуловые, ручные и специальные тиски*. Чаще всего используют параллельные поворотные и неповоротные тиски. Стуловые тиски обладают большой прочностью и служат для грубой слесарной обработки деталей, подвергаемых сильным ударам, например для рубки, кузнечных работ. В зависимости от роста рабочего под его ноги у верстака кладут подставку *б* такой высоты, чтобы рабочий, положив локоть руки на губки параллельных тисков, кончиками вытянутых пальцев касался подбородка.

В качестве слесарно-монтажного инструмента на рабочем месте должны предусматриваться *плоскогубцы, круглогубцы и пассатижи* для зажима и удержания мелких изделий; *отвертки и гаечные ключи* для отвертывания и заворачивания шурупов, винтов и гаек; *бородки* для пробивки отверстий в листовом металле толщиной до 1 мм и для выбивки заклепок; *молотки* и др.

Слесарный молоток изготавливают из стали 50, 40Х, У7, У8; боек и носок молотка закалывают и отпускают до твердости 49...56 НРС_а. Молоток с круглым бойком применяют при работах, требующих сильных и точных ударов (рубке, правке и др.). Он имеет массу от 200 до 1000 г. Молоток с квадратным бойком используют при выполнении более легких работ. Он имеет массу от 50 до 1000 г. Для разметочных операций применяют молотки массой 100...400 г, для слесарных работ — 200...600 г, для разборочно-сборочных работ — 600...1000 г. Рукоятки молотков изготавливают из древесины твердых пород: клена, бука, березы, дуба и др. Длина рукоятки 250...400 мм. Конец рукоятки у молотка примерно в 1,5 раза тоньше свободного конца. Сечение рукоятки овальное с соотношением диаметров 1,5:1.

Сведения об отдельных рабочих инструментах приводятся ниже при описании слесарных операций, а об измерительных средствах — в главе 2.

На рабочем месте должно соблюдаться постоянное рациональное (с учетом максимального сокращения непроизводительных движений) размещение деталей, приспособлений, инструмента, технической документации и др. Предметы, которые чаще требуются для работы, должны находиться ближе к рабочему, редко используемые — дальше от него. Те детали, инструмент и приспособления, которые рабочий берет правой рукой, рас-

полагают справа, а те, которые он берет левой рукой, — слева. Для повышения производительности и облегчения труда следует применять механизированный инструмент.

Охрана труда. Важнейший элемент организации рабочего места — создание хороших санитарных условий и безопасных приемов работы. Оптимальная температура воздуха в рабочей зоне слесаря в холодное время года должна составлять 17...19°C, в летнее время — 20...23°C, влажность воздуха — до 60%. Освещенность рабочего места должна быть не менее 100 лк. Большое значение имеет рациональная окраска помещения и оборудования.

К самостоятельной работе допускаются лица, получившие инструктаж по технике безопасности. Одежда рабочего должна быть застегнута, не иметь болтающихся частей и распустившихся тесемок. На рабочем месте не должны находиться лишние предметы, мешающие работе. На задней стенке верстаков, расположенных вблизи проходов или обращенных к другим рабочим местам, устанавливают оградительную сетку высотой 600 мм. Такую же сетку предусматривают между смежными рабочими местами у двухместного верстака. Рабочий инструмент должен быть исправным. Молотки и кувалды не должны иметь выбоин и наклепа на рабочих частях; они должны плотно насаживаться на рукоятки и заклиниваться на них. Тиски следует прочно закреплять на верстаке, а обрабатываемые детали — в тисках. Верстак не должен качаться. Вращающиеся части станков ограждают кожухами.

Работать с электроинструментом необходимо в перчатках, а под ногами должен быть резиновый коврик. Пневматические ручные машины разрешается включать лишь при условии, что инструмент упирается в обрабатываемую поверхность (иначе он может выскочить из машины).

§ 2. РАЗМЕТКА

Виды и способы разметки. Разметкой называют операцию нанесения на поверхность заготовки или ремонтируемой детали рисок, определяющих ее форму и размеры в соответствии с чертежом. Различают плоскостную и пространственную (объемную) разметку. *Плоскостная* разметка заключается в нанесении разме-

точных линий и точек только по одной плоскости заготовки. *Пространственная* разметка состоит в нанесении линий и точек на нескольких пересекающихся поверхностях.

Существуют два способа разметки: 1) по чертежу; 2) по шаблону или образцу. Первый способ состоит в перенесении размеров с чертежа на заготовку. Второй способ заключается в том, что линии на заготовке наносят по специально изготовленному из листового материала шаблону или образцу готовой детали. Этот способ весьма удобен и производителен.

Разметочные приспособления и инструменты. Разметочная плита — основное разметочное приспособление. Плита может иметь размеры от 100×200 до 1000×1500 мм. Ее размещают на столах, чугунных тумбах, фундаментах или домкратах на высоте 700...900 мм. Верхнюю плоскость плиты необходимо устанавливать по уровню строго горизонтально.

Высотомер 2 (рис. 12) представляет собой измерительную линейку, закрепленную в угольнике — стойке.

Рейсмус 14 представляет собой чертилку, закрепленную на стойке хомутиком, который позволяет перемещать ее по стойке и поворачивать на нужный угол. Это основной инструмент для нанесения рисок при пространственной разметке. Если требуется повышенная точность разметки, применяют штангенрейсмусы (см. главу 2).

Кернеры 11 используют при выбивании на рисках небольших углублений (кернов) для более отчетливого обозначения границы обработки, а также для обозначения мест сверления отверстий. Кернеры изготовляют из сталей У7А, У8А в виде круглого стержня с накаткой посередине. Острие затачивают под углом 60° . Острие и боек кернера на длине 15...30 мм закаливают до твердости соответственно 52...57 HRC₃ и 32...40 HRC₃. Диаметр кернера 8...13 мм, а длина 90...150 мм.

Молотки 5 для разметки могут иметь массу 50...400 г. Для переноса размеров с чертежа на заготовку применяют линейки 10, рулетки 3, нутромеры 6, кронциркули 8, угломеры 12, транспортиры 13.

Линии и риски наносят чертилками, которые изготавливают из инструментальных сталей, а рабочие концы закаливают до твердости 52...56 HRC₃. Чертил-

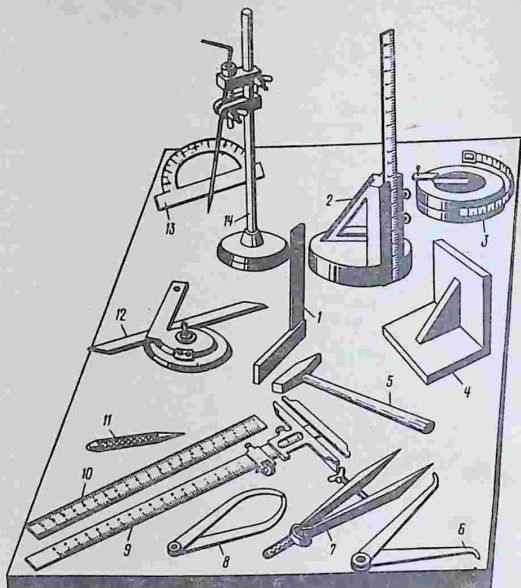


Рис. 12. Разметочная плита с разметочными инструментами:

1 — угольник; 2 — высотмер; 3 — рулетка; 4 — установочный угольник; 5 — молоток; 6 — нутромер; 7 — циркуль; 8 — кронциркуль; 9 — штангенциркуль; 10 — измерительная линейка; 11 — кернер; 12 — угломер; 13 — транспортир; 14 — рейсмус с чертилкой.

ки — прямые двусторонние стержни с изогнутым концом и со сменными иглами.

Последовательность и правила разметки. Перед разметкой заготовку необходимо тщательно очистить от окалины, ржавчины, заусенцев, масла.

Чтобы разметочные риски были хорошо видны, поверхность заготовки окрашивают. Для окраски грубо обработанных и необработанных поверхностей применяют прокипяченный раствор следующего состава: вода — 1 дм³, размолотый мел — 120...130 г, разведенный сто-

лярный клей — 5...10 г. Стальные и чугунные чисто обработанные заготовки покрывают раствором медного купороса (2...3 чайные ложки на стакан воды). При очень точной разметке применяют спиртовой лак.

Разметку начинают с выбора базы (линии или поверхности), от которой откладывают размеры при разметке. При плоскостной разметке базой считают наружную обработанную кромку или поверхность, ось симметрии, центровые линии. В случае пространственной разметки за базу принимают обработанную плоскость или поверхность; плоскость или поверхность, которая совсем не будет обрабатываться; бобышки, приливы, отверстия. Выбрав базу, отмеряют от нее оси симметрии, центры отверстий и другие основные линии, от которых ведут дальнейшую разметку. Базовые линии проводят в первую очередь. Пространственную разметку всех поверхностей ведут от одной базы.

Разметочные прямые линии наносят чертилкой по линейке. Чертилку прижимают к линейке, а линейку — к заготовке. Чертилка должна иметь двойной наклон на угол 75...80°: один в сторону движения, другой — от линейки. Размечаемые риски должны быть тонкими, хорошо видимыми. Дважды проводить линии по одному и тому же месту нельзя. Если линия плохо заметна, ее следует закрасить и провести вновь. Разметку сложных деталей начинают с нанесения основных центровых рисок — осей. Затем проводят все горизонтальные риски, потом все вертикальные, после этого наклонные риски и в конце — окружности и дуги.

Горизонтальные риски наносят рейсмусом, устанавливая чертилку по высотомеру. Вертикальные риски проводят по угольнику, окружности — циркулем. После разметки риски накернивают. Керны надо ставить точно на разметочных линиях. На длинных прямых разметочных линиях керны располагают на расстоянии от 20 до 100 мм друг от друга, на коротких прямых линиях и на участках кривых — на расстоянии 5...10 мм.

При сложных построениях разметочных линий используют законы геометрии.

§ 3. РУБКА

Рубка — слесарная операция, при которой режущим и ударным инструментом удаляют с заготовки слой металла или разделяют ее на части. Рубку при-

меняют при ремонте машин для получения заготовок, изготовления лысок и шпоночных пазов, разделки фасок под сварку, удаления с изделия большого слоя металла, заусенцев и др.

В качестве режущего инструмента применяют зубила, крейцмейсели и канавочники (рис. 13), которые изготавливают из инструментальной стали У7, У7А, У8, У8А и др. Верхняя часть их заканчивается сферической поверхностью, что необходимо для передачи силы удара молотка вдоль оси инструмента. Нижняя рабочая часть l зубила и крейцмейселя имеет форму клина и заточена под углом α . Форма рабочей части l канавочника, являющегося разновидностью крейцмейселя и предназначенного для вырубки полукруглых и других профильных канавок, соответствует профилю канавки. Верхнюю часть инструмента на длине 15...25 мм закаливают и отпускают до твердости 32...40 HRC₃, а нижнюю (рабочую) часть на длине 30...40 мм — до твердости 52...57 HRC₃. Ширина рабочей кромки зубила колеблется от 5 до 25 мм, крейцмейселя — от 2 до 15 мм.

Углы заточки α зубил и крейцмейселей выбирают в зависимости от обрабатываемого материала: для чугуна, твердой стали и бронзы — 70° , для мягкой стали и стали средней твердости — 60° , для цветных метал-

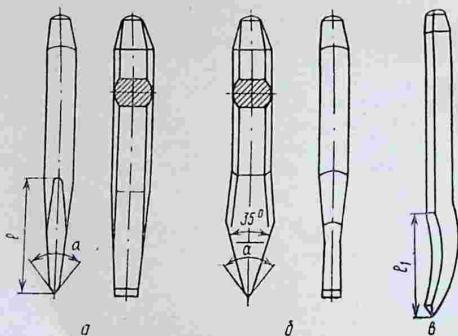


Рис. 13. Инструменты для рубки:
а — зубило; б — крейцмейсель; в — канавочник.

лов (цинка, алюминиевых и медных сплавов) — $35...45^\circ$. Угол заточки контролируют шаблоном. Для механизации рубки применяют ручные машины — пневматические или электрические рубильные молотки.

Обрубаемое изделие надежно зажимают в тисках, лучше в ступовых. Во время рубки стоят, не сгибаясь, повернувшись впол оборота к тискам, выставив левую ногу на полшага вперед и повернув правую ногу так, чтобы ее ступня была параллельна губкам тисков (рис. 14).

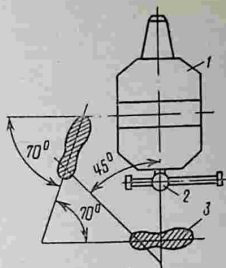


Рис. 14. Положение ног работающего при рубке в тисках:

1 — тиски; 2 — винт; 3 — стопа.

При черновой рубке рекомендуется снимать слой металла не более 3 мм, а при чистовой — не более 1 мм. Чем больше слой снимаемого при рубке металла, тем сильнее должен быть удар молотком по зубилу. Сила удара зависит от вида замаха молотком. Самый сильный удар получают при плечевом замахе, когда молоток перемещается всей рукой. При локтевом замахе, когда рука сгибается в локте, удар слабее, однако замах точнее и при длительной работе не вызывает усталости. Самый слабый удар при кистевом замахе, когда действует только кисть руки. При нанесении ударов молотком смотрят не на верхнюю часть, а на режущую кромку инструмента.

Молотки подбирают в зависимости от толщины снимаемого металла, ширины лезвия инструмента и физической силы рабочего. Ориентировочно считают, что на 1 мм ширины лезвия зубила должно приходиться 30...40 г массы молотка, а на 1 мм ширины лезвия крейцмейселя — 80 г.

Прутковый и полосовой материал перерубают на плите или наковальне, причем прутки после каждого удара несколько поворачивают, а полосовой материал переворачивают другой стороной после того, как он будет подрублен на половину толщины.

Заготовки из листового материала, имеющие сложную форму, вырубает на плите или наковальне. В про-

цессе рубки после каждого удара зубило перемещают вдоль разметочной линии не на всю ширину лезвия зубила, а только на $1/2...3/4$ ее ширины. Сначала металл только слегка подрубают, затем разрубает в несколько проходов, повернув лист обратной стороной при последнем проходе.

Рубку необходимо проводить в защитных очках. Инструмент должен быть хорошо заточен, а верхняя его часть не должна иметь заусенцев, забоин, наклепа. Верстак должен оборудоваться защитными сетками или щитками.

§ 4. РЕЗКА

Резка — слесарная операция, при которой материал разделяют на части режущим инструментом. Она отличается от рубки тем, что усилие резания на лезвии инструмента создается не ударом, а нажатием. Резка металла может проводиться с образованием стружки и без нее. В первом случае металл разрезают ножовками, пилами, резцами и другим инструментом, во втором — ножницами и кусачками.

Ножницами режут листовой металл. Лезвия ножниц изготавливают из стали У7 или У8, закаливают и отпускают до твердости 52...58 HRC_a, остро затачивают с углом заострения для резки твердых металлов — 80...85°, для металлов средней твердости — 70...75° и для мягких металлов — 65°. Слесарные ножницы делятся на ручные, стуловые и рычажные.

Ручные ножницы бывают правыми и левыми. У правых ножниц нижнее лезвие находится справа от верхнего, а резку осуществляют по часовой стрелке. У левых ножниц, наоборот, нижнее лезвие находится слева, а резку выполняют против часовой стрелки. Ручными ножницами разрезают стальные листы толщиной до 1 мм, а листы цветного металла — до 1,5 мм. У *стуловых* ножниц одна ручка загнута под углом 90° и заострена. Ее укрепляют в массивной деревянной подставке (стуле) или в тисках. Стуловые ножницы позволяют разрезать листовой металл толщиной до 2 мм. *Рычажные ножницы* (рис. 15) просты по устройству, но позволяют создавать большое усилие резания, поэтому ими можно резать стальные листы толщиной до 4 мм, а листовой цветной металл — до 6 мм. Кроме то-

го, они обеспечивают гораздо большую точность обработки.

Ножовки изготавливают ручными и механическими. Ручные ножовки применяют для разрезания металлов толщиной до 10 мм, прорезания шлицев, канавок. Рабочий орган ножовки — ножовочное полотно, которое может быть ручным и станочным. Ножовочные полотна изготавливают из сталей У10, У12, Р9, Х6ВФ и др. Режущую часть их закалывают до твердости 61...64 HRC_a.

Ручные ножовочные полотна выпускают длиной 250 и 300 мм, шириной 13 и 16 мм, толщиной 0,65 мм и с шагом (S) от 0,8 до 1,6 мм. Полотна с шагом 0,8...1,0 мм используют для резки твердых металлов, листового материала и тонкостенных труб, с шагом 1,25 мм — профильного проката, с шагом 1,6 мм — в остальных случаях.

Ручная ножовка состоит из рамки и ножовочного полотна (рис. 16). Рамка может быть раздвижной и цельной. Раздвижная рамка позволяет использовать полотна различной длины. Полотно вставляют в прорези головок 1, закрепляют гайками-барашками 2 и натягивают

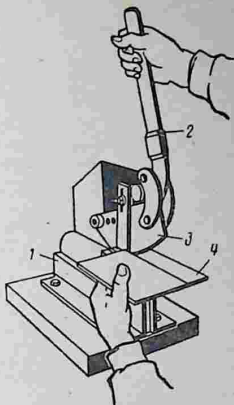


Рис. 15. Рычажные ножницы:
1 — нижний нож; 2 — рычаг; 3 — верхний нож; 4 — разрезаемый лист.

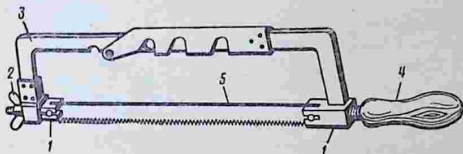


Рис. 16. Ручная ножовка:
1 — головки с прорезями; 2 — гайка-барашек; 3 — рамка;
4 — ручка; 5 — ножовочное полотно.

барашковой гайкой 2 так, чтобы оно не гнулось во время работы. Полотно устанавливают так, чтобы его зубья были направлены вперед от ручки.

При работе ножовку держат правой рукой. В начале резки ногтем большого пальца левой руки не дают полотну сместиться в сторону. Работают ножовкой со скоростью 30...60 двойных ходов в минуту с таким размахом, чтобы использовалась вся длина полотна. При движении ножовки вперед на нее нажимают, а при обратном движении ее ход должен быть свободным.

Трубы разрезают ножовкой с мелкими зубьями или труборезами. Во время резки ножовкой трубу несколько раз поворачивают, как только полотно начинает застревать в пропиле.

Труборез (рис. 17, а) имеет три режущих ролика, один из которых 3 закреплен на конце винта 4 и может перемещаться вместе с ним. Разрезаемую трубу закрепляют в тисках или в прижиме (рис. 17, б), устанавливают на нее труборез и, вращая рукоятку винта 4, сближают режущие ролики 2 и 3 так, чтобы они плотно зажали трубу. Труборез поворачивают вокруг трубы, периодически перемещая ролик 3 винтом 4, пока труба не будет перерезана.

В условиях ремонтных предприятий для механизации резки используют электрические и пневматические ручные машины — электроножницы, электроножовку, пневмопилу и др. Например, электрические ножницы ИЭ5403 и ИЭ5402, пневматические ножницы ИП5402 и ИП5401А позволяют осуществлять прямолинейную и фасонную резку листовой стали

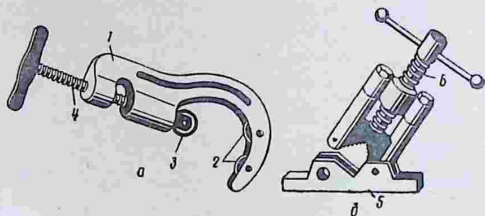


Рис. 17. Труборез (а) и прижим для труб (б):

1 — корпус; 2 и 3 — режущие ролики; 4 — винт; 5 — основание; 6 — винт.

средней твердости толщиной до 2,5 мм. Для разрезания труб диаметром до 200 мм и различных профилей проката применяют электрическую ножовку ОЭС-840. При резке металла толщиной более 15 мм используют отрезной станок 872А (механическая ножовка).

Выполняя резку, рабочий должен строго соблюдать правила техники безопасности. Ножовочное полотно должно быть хорошо натянуто и прочно закреплено в станке. Не разрешается работать ножовкой без ручки. Заготовка должна надежно закрепляться в тисках. Нельзя сдвигать стружку, смахивать ее руками. Во время резки ножницами на руки надо надевать рукавицы.

§ 5. ПРАВКА И ГИБКА

Правкой называют операцию, при помощи которой изогнутому металлу или детали придают первоначальную правильную форму. Правке подвергают заготовки и детали, изготовленные из пластичных металлов (сталь, цветные металлы и сплавы). Заготовки и детали, изготовленные из хрупких металлов (чугун, бронза), править обычными способами нельзя, так как они при этом разрушаются.

Правка может выполняться двумя способами: 1) ручным — с помощью слесарного молотка, кувалды, плиты, наковальни и др.; 2) машинным — с применением прессов и различных приспособлений. Выбор способа правки зависит от стрелы прогиба, размера детали и материала, из которого она изготовлена.

Правку проводят как в холодном состоянии (холодная правка), так и в нагретом состоянии детали (горячая правка). В холодном состоянии правят детали, имеющие небольшую стрелу прогиба. Горячую правку проводят при температуре стальных деталей 800...1000°C. Закаленные детали нагревать до такой температуры и править нельзя, так как это резко уменьшит их твердость. Такие детали правят в холодном состоянии или нагревают до температуры низкого отпуска (150...250°C). После холодной правки детали подвергают низкому отпуску для снятия остаточных внутренних напряжений. Для правки обычно применяют молотки с круглыми, хорошо отшлифованными бойками

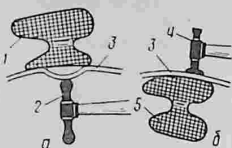


Рис. 18. Устранение вмятины на тонкостенной детали:

а — выколоткой; б — рихтовкой: 1 и 5 — поддержки; 2 и 4 — молотки; 3 — деталь.

массой более 400 г. Кромки бойка округлены радиусом 2 мм.

Слесарю часто приходится править листовой и полосовой материал, который может иметь изгибы, вмятины и др. Предварительное грубое выравнивание вмятин называют *выколоткой*, а окончательное восстановление формы поверхности — *рихтовкой*. При правке

изогнутой по плоскости полосы или выпучин на листе удары молотком вначале наносят по краям выпуклости, постепенно приближаясь к ее центру. К концу правки силу ударов молотка уменьшают и заканчивают правку, переворачивая полосу то одной, то другой стороной. Полосовой материал, изогнутый по узкой грани, рихтуют на рихтовальной плите, нанося удары острым носком молотка поперек полосы по краю вогнутости. Рихтовкой правят также изогнутые уголки.

Тонкостенные детали с вмятинами и выпучинами подвергают сначала выколотке, а затем рихтовке. При выколотке (рис. 18, а) над вмятиной устанавливают поддержку 1 и молотком 2 выравнивают поверхность детали. Окончательно поверхность выравнивают с помощью рихтовального молотка 4 (рис. 18, б) и поддержки 5, подобранной по форме восстанавливаемой детали.

Изогнутые оси и валы, а также прутковый материал правят молотком на призмах, под прессом в специальных приспособлениях. Иногда валы правят *наклепом*. Под вал в месте его наибольшего изгиба подкладывают деревянную или медную подставку IV (рис. 19) и молотком-чеканкой наносят удары по обратной (вогнутой) стороне вала. Последовательность и направление ударов показаны на рисунке. Силу ударов по мере выпрямления вала уменьшают. При наклепе в поверхностном слое металла возникают внутренние напряжения сжатия, которые и выправляют вал. Этот способ правки очень точен и эффективен.

Правку труб выполняют теми же способами, что и правку валов и осей, но с большей осторожностью.

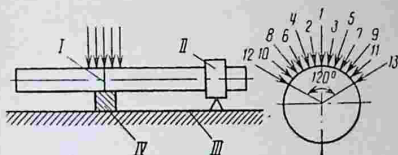


Рис. 19. Схема правки вала наклепом:

I — место наибольшего прогиба вала; *II* — хомут для удержания вала; *III* — плита; *IV* — подставка; *1...13* — последовательность нанесения ударов.

Иногда трубу заполняют песком, чтобы предотвратить искажение ее поперечного сечения.

Гибка — операция, с помощью которой из прямых полос, прутков, листов, труб изготавливают детали, изогнутые по заданному контуру. Гибку металла проводят по кривой или под углом. Гибку по кривой называют *вальцовкой*.

Перед гибкой очень важно правильно определить длину заготовки. При этом размеры берут с чертежа готовой детали. Все расчеты длины заготовок из симметричных профилей (круг, квадрат и т. д.) ведут по нейтральной (осевой) линии согнутой детали, а из несимметричных профилей (уголков и др.) — по средней линии. Для заготовок из листового материала толщиной не более 1 мм длины рассчитывают по наружному контуру. Профиль детали на чертеже разбивают на прямолинейные и криволинейные участки, затем определяют длину каждого из них и складывают полученные результаты. Длина криволинейного участка

$$L = \frac{\pi a r_0}{180^\circ} = \frac{\pi a}{180^\circ} \left(r + \frac{S}{2} \right), \quad (8)$$

где L — длина криволинейного участка по нейтральной (средней) линии, мм; a — угол загиба, град; $\pi = 3,14$; r_0 — радиус закругления по нейтральной (средней) линии, мм; r — радиус закругления по внутренней поверхности (по чертежу), мм; S — толщина изгибаемого материала, мм.

При изгибе под прямым углом ($a = 90^\circ$) формула (8) примет вид

$$L = \frac{\pi r_0}{2} = \frac{\pi}{2} \left(r + \frac{S}{2} \right). \quad (9)$$

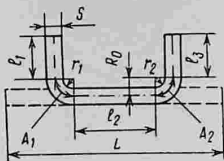


Рис. 20. Схема определения длины заготовки скобы.

Рассмотрим в качестве примера, как определяется длина заготовки для изготовления скобы ($\alpha = 90^\circ$), показанной на рисунке 20. Здесь $L = l_1 + A_1 + l_2 + A_2 + l_3$, (в формуле l_1 , l_2 и l_3 — длины прямолинейных участков; A_1 и A_2 — длины нейтральных линий криволинейных участков).

Воспользовавшись формулой (9), получим

$$L = l_1 + \frac{\pi}{2} \left(r_1 + \frac{S}{2} \right) + l_2 + \frac{\pi}{2} \left(r_2 + \frac{S}{2} \right) + l_3.$$

Если прямые углы выполняют без закруглений, то длина заготовки равна сумме длин прямых участков плюс $(0,5 \dots 0,8) nS$ (здесь n — число перегибов).

Для получения закругления необходимой формы и радиуса применяют соответствующей формы оправки и вкладыши, по которым с помощью молотка с квадратным бойком огибают заготовку. Простейшие формы изгиба получают в тисках. При больших радиусах кривизны и углах загиба вальцовку и гибку под углом осуществляют в холодном состоянии, а при малых радиусах кривизны и углах загиба, а также при больших сечениях заготовки — в горячем состоянии. При холодной вальцовке листовой стали радиус кривизны должен быть не менее 25-кратной толщины листа. При гибке под углом наименьший радиус зависит от толщины и вида металла. Так, при толщине металла 0,5...6,0 мм наименьший радиус гибки меди несколько меньше ее толщины, алюминия и латуни — примерно равен толщине, а малоуглеродистой стали — в 1,2...2,5 раза больше толщины листа (1,2 — для толщины 0,5 мм и 2,5 — для толщины 6 мм).

Для механизации работ гибку листовой стали осуществляют на ручных или электрических зигмашинах (зиг — желобок жесткости на листе), прокатывая листы через ролики необходимого профиля.

Гибку труб в зависимости от их материала, радиуса гибки и диаметра проводят в холодном или горячем состоянии, с наполнителем или без него, в приспособлении или без приспособления. Стальные трубы диа-

метром до 10 мм с радиусом гибки не менее 50 мм изгибают без наполнителя после отжига. Трубы диаметром от 10 до 30 мм с радиусом гибки не менее 200 мм гнут в холодном состоянии, но с обязательным наполнением просеянным и просушенным песком. Трубы диаметром больше 30 мм при любом радиусе гибки, а также трубы меньшего диаметра с малыми радиусами изгибают в горячем состоянии и с наполнением песком. Перед нагревом трубу заполняют песком и с обеих сторон закрывают деревянными пробками с отверстиями для выхода газов. Нагрев проводят пламенем газовой горелки до вишнево-красного цвета. Длина (мм) нагреваемого участка зависит от угла гибки и приближенно определяется по формуле

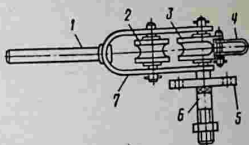


Рис. 21. Роликовое приспособление для гибки труб:

1 — рукоятка; 2 — нажимной ролик; 3 — гибочный ролик; 4 — хомут; 5 — планка; 6 — стержень; 7 — скоба.

$$L_n = \alpha d / 15, \quad (10)$$

где L_n — длина нагреваемого участка, мм; α — угол гибки трубы, град; d — наружный диаметр трубы, мм.

Наименьший радиус гибки труб диаметром до 20 мм должен быть равен двум внешним диаметрам трубы, а диаметром свыше 20 мм — трем.

Трубы изгибают на оправках, шаблонах, роликовых приспособлениях и специальных трубогибах. При гибке на роликовом приспособлении (рис. 21) трубу пропускают через хомут и между вращающимся нажимным роликом 2 и неподвижным гибочным роликом 3. Вращая скобу 7 за рукоятку 1 вокруг оси гибочного ролика, изгибают трубу на необходимый угол. Радиус гибки зависит от диаметра гибочного ролика, поэтому приспособление имеет несколько сменных роликов.

§ 6. ОПИЛИВАНИЕ

Опиливанием называют слесарную операцию по снятию слоя металла с поверхности детали режущим инструментом — напильником (рис. 22, а). В ремонтном производстве опиливание применяют чаще всего

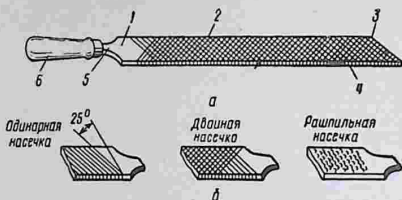


Рис. 22. Напильник (а) и виды насечек (б):
1 — пята; 2 — грань; 3 — нос; 4 — ребро; 5 — хвостовик;
6 — ручка.

при подгонке сопряженных деталей. Оно обеспечивает достаточно высокую точность обработки и низкую шероховатость поверхности.

Напильники изготавливают из сталей У10, У12, У13, У13А, ШХ15 и закаливают до твердости 54... 58 HRC. Перед закалкой на напильники наносят насечку, которая может быть одинарной, двойной (перекрестной) и рашпильной (рис. 22, б). Напильники с *одинарной* насечкой применяют для обработки мягких металлов (цинка, свинца, баббита, алюминиевых сплавов и др.). Насечку на них наносят под углом 25° . Напильники с *двойной* насечкой применяют для обработки стали, чугуна и других твердых металлов. Нижняя (основная) насечка имеет меньший шаг и угол наклона 25° , а верхняя (вспомогательная) — 45° . Напильники с *рашпильной* насечкой (рашпили) применяют для обработки кожи, резины, дерева, пластмасс и других мягких материалов.

На круглых напильниках делают спиральную одинарную насечку; узкие стороны ножовочных и одна из узких сторон плоских напильников имеют одинарную насечку под углом 25° .

В зависимости от числа насечек на 10 мм длины напильника установлены следующие их номера: 0, 1, 2, 3, 4 и 5. Чем больше номер и меньше длина напильника, тем больше он имеет насечек на длине 10 мм. Номер насечки напильника выбирают в зависимости от припуска* на опилование, требуемой точности и шероховатости поверхности (табл. 4).

* Припуском называют толщину слоя металла, подлежащего удалению при обработке.

4. Характеристика и назначение напильников

Номер насечки напильника	Припуск на опи-ливание, мм	Слой метал-ла, снимаемый за один ход, мм	Достигае-мая точ-ность, мм	Назначение напильника
0 и 1 (дра-човый)	0,5...1,2	0,05...0,2	0,25...0,5	Черновая (гру-бая) обра-ботка
2 и 3 (лич-ной)	0,1...0,3	0,02...0,05	0,02...0,1	Чистовая обра-ботка
4 и 5 (бар-хатный)	0,03...0,05	0,0025...0,01	До 0,01	Отделка по-верхности

Форму и размеры поперечного сечения напильника выбирают в зависимости от формы, размеров и расположения опи-ливаемой поверхности (рис. 23). Для обез-печения высокой точности обработки длина напильника должна быть на 150 мм больше размера опи-ливаемой поверхности.

Небольшие напильники с мелкой насечкой называют надфилем. Их применяют для обработки неболь-ших точных изделий, зачистки труднодоступных мест и др.

Недопустимо опи-ливать закаленные детали или счи-пать корку на чугунных отливках, так как это приво-дит к быстрому затуплению и выкрашиванию зубьев. Опи-ливание твердых металлов целесообразно начинать личными, а не драчевыми напильниками. При опи-ливании мягких и вязких металлов насечку напильников следует натереть маслом. Это уменьшит забивание на-пильника опилками и облегчит его очистку щеткой. По той же причине нельзя сильно нажимать на напильник. Усилие нажима должно быть тем меньше, чем мельче насечка напильника. Периодически напильники очища-ют от грязи и опилок, проводя вдоль насечки стальной щеткой. Сильно загрязненные напильники погружают на 10 мин в 10%-ный водный раствор серной кислоты, промывают водой и чистят металлической щеткой. За-тем их тщательно промывают в растворе каустической соды, в горячей воде и сушат.

При опи-ливании, как правило, детали закрепляют в параллельных тисках. Изделие перед опи-ливанием не-обходимо очистить от грязи и масла. Корпус, ноги и руки слесаря при опи-ливании должны занимать поло-

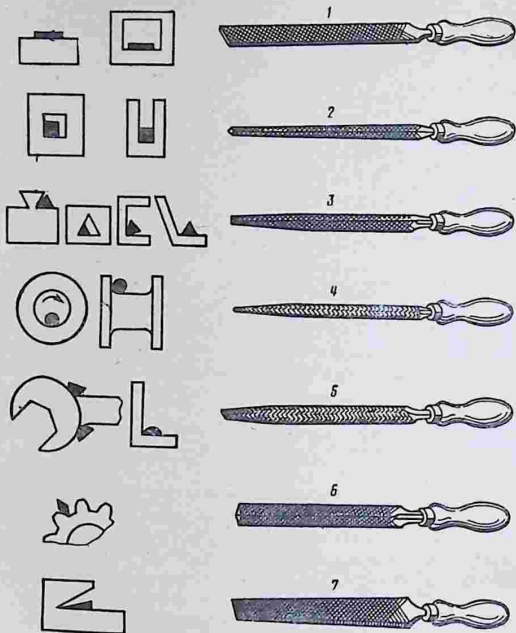


Рис. 23. Виды напильников и их применение:

1 — плоский; 2 — квадратный; 3 — трехгранный; 4 — круглый; 5 — полу-круглый; 6 — ромбический; 7 — ножовочный.

жение, показанное на рисунке 24. Опиливают изделие так, чтобы штрихи пересекались: сначала напильник направляют слева направо под углом $30...40^\circ$ к оси винта тисок, а затем справа налево под тем же углом.

Ручное опиление — тяжелая и малопроизводительная работа. Поэтому на передовых предприятиях применяют ручные пневматические и электрические опилочные машины (бормашины) и механические напильники.

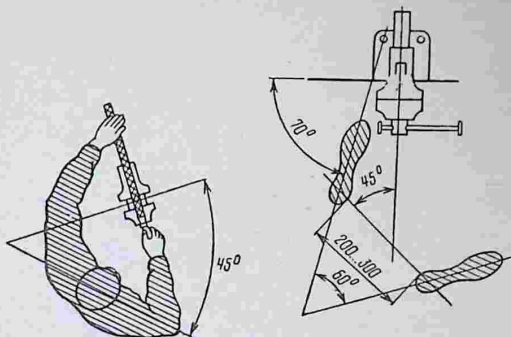


Рис. 24. Положение корпуса и ног работающего при опиливании.

Стружку нельзя сдвигать или смахивать рукой, нужно удалять ее волосяной щеткой. Работать можно только исправным инструментом с хорошо обработанной и плотно насаженной ручкой. При холостом ходе напильника пальцы левой руки не должны находиться под напильником.

§ 7. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Общие сведения. Сверление, зенкерование и развертывание широко применяют при ремонте машин для получения круглых отверстий в различных деталях, для ремонта изношенных отверстий путем обработки их под увеличенный ремонтный размер сопряженной детали и т. д.

Сверление используют для предварительного получения отверстий с последующей их чистовой обработкой, а отверстий по 11...13 квалитетам — без последующей обработки. Зенкерование применяют для увеличения диаметра и точности просверленных отверстий и для обработки литых и прошитых отверстий. Развертывание — это чистовая обработка отверстий после сверления, зенкерования и расточки для повышения точности до 7...8 квалитетов и уменьшения шероховатости до 6...8 классов. При ремонте машин

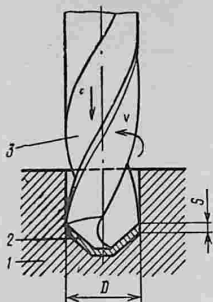


Рис. 25. Схема процесса сверления:

1 — обрабатываемая деталь;
2 — поверхность резания; 3 — сверло.

развертывание широко применяют для обработки изношенных отверстий под увеличенный ремонтный размер.

При сверлении, зенкеровании и развертывании деталь, как правило, неподвижна, а режущему инструменту сообщают вращательное движение с окружной скоростью v и продольную подачу S (рис. 25). Иногда деталь вращают, а инструменту сообщают подачу.

Режущие инструменты. Режущим инструментом при сверлении являются сверла, при зенкеровании — зенкер, при развертывании — развертка. Сверла, зенкеры и раз-

вертки чаще всего изготавливают из быстрорежущих сталей (P9, P18 и др.) и закалывают до твердости 61...65 HRC_a. При скоростной обработке, а также при обработке твердых хрупких материалов применяют сверла, зенкеры и развертки, оснащенные пластинками из твердых сплавов (BK8, T15K6 и др.).

Сверла по конструкции и назначению разделяют на несколько групп: *спиральные, с пластинками из твердых сплавов, центровочные, для глубокого сверления* и др. Наиболее распространены спиральные сверла, которые состоят из рабочей части 1 и хвостовика b (рис. 26, а). На рабочей части сделаны две продольные спиральные канавки 1, по которым отводится стружка и подводится охлаждающая жидкость. Вдоль канавок расположены направляющие ленточки 2, предотвращающие увод сверла в сторону. Передние поверхности канавок, пересекаясь с задними (затылочными) поверхностями 5, образуют две режущие кромки 3, соединенные между собой поперечной кромкой (перемычкой) 4. Рабочая часть имеет обратную конусность: диаметр у хвостовика меньше, чем у режущей части, что исключает их защемление при сверлении.

Угол между режущими и поперечной кромками должен составлять 47...55°. Угол 2φ между режущими

кромками называют углом при вершине (углом заточки). Его величина зависит от вида обрабатываемого материала. Стандартные спиральные сверла имеют угол при вершине $118 \pm 3^\circ$ и пригодны для сверления большинства конструкционных материалов и сплавов. Для сверления эбонита, целлулонда применяют сверла с углом при вершине $80 \dots 90^\circ$, слоистых пластмасс — $70 \dots 80^\circ$. Задний угол, характеризующий наклон задней поверхности к горизонтали в плоскости, перпендикулярной к режущей кромке, обычно равен $12 \dots 15^\circ$.

Хвостовик сверла может быть цилиндрическим (у сверл диаметром до 20 мм) и коническим. Сверла с цилиндрическим хвостовиком крепят в трехкулачковом патроне, с коническим — непосредственно в шпинделе сверлильного станка или в переходной втулке, если конус хвостовика не совпадает с конусом шпинделя.

Сверла с затупившимися режущими кромками затачивают на универсальных или специальных заточных станках с мелкозернистым абразивным кругом при обильном охлаждении. При этом шаблоном контролируют длину режущих кромок, их наклон, угол при вершине сверла и задний угол (рис. 26, б). Режущие кромки должны иметь одинаковую длину и наклон, иначе сверло во время работы будет уводиться в сторону. Для уменьшения требуемого при работе усилия и износа сверла, а также для повышения производительности обработки для сверл диаметром более 12 мм часто применяют двойную заточку или подточку поперечной кромки (или то и другое вместе). При двойной заточке, кроме основного угла 118° , образуют дополнительный угол 70° с длиной переходной режущей кромки, равной 0,2 диаметра сверла. При подточке поперечной кромки с обеих сторон уменьшают ее длину до 50%.

Зенкеры (рис. 27, а) в отличие от сверл имеют большее число режущих кромок (зубьев) — три или четыре, иногда до шести. Благодаря этому они лучше сохраняют заданное направление движения, что повышает точность обработки и снижает шероховатость поверхности. Различают следующие виды зенкеров: *цельные и составные, составные со вставными ножами, с хвостовиком и насадные без хвостовика, насадные цельные и со вставными ножами* и др. Рабочая часть зенкера состоит из режущей, или заборной, части l_1 и калибрующей части l_2 . Заборная часть имеет форму усе-

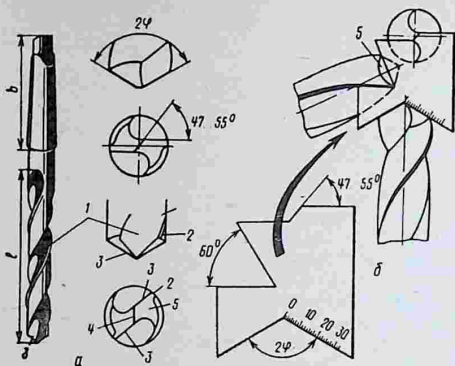


Рис. 26. Спиральное сверло (а) и проверка его шаблоном после заточки (б):

1 — спиральная канавка; 2 — направляющая ленточка; 3 — режущая кромка; 4 — поперечная кромка; 5 — задняя поверхность.

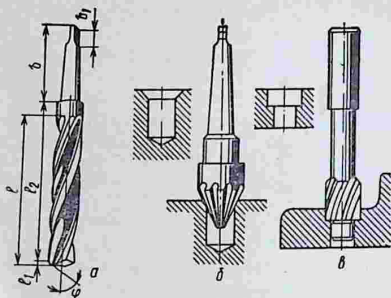


Рис. 27. Инструменты для зенкерования:

а — зенкер; б — зенковка; в — цевка.

ченного конуса. При обработке стали, чугуна, алюминиевых и медных сплавов угол конуса заборной части $2\varphi=120^\circ$, задний угол $\alpha=8...10^\circ$. Хвостовик b заканчивается лапкой b_1 .

Кроме стандартных, при ремонте машин применяют специальные зенкеры: для обработки конических поверхностей (клапанных гнезд, фасок и др.) — зенковки (рис. 27, б), для обработки цилиндрических углублений (под головки винтов и др.) — цековки (рис. 27, в).

Развертки делятся на следующие виды: цилиндрические и конические (для конических отверстий), ручные и машинные (рис. 28), с хвостовиком и насадные, цельные и составные, составные со вставными ножами, нерегулируемые и регулируемые (раздвижные, у которых изменяется диаметр) и др.

Ручные развертки на конце хвостовика b имеют квадратную головку b_1 для захвата воротком. Цилиндрические развертки отличаются от сверл и зенкеров конструкцией рабочей части: число зубьев увеличено до 6...14; канавки не спиральные, а прямые; режущая часть, как правило, имеет два конуса — направляющий (фаска) с углом в плане 45° и заборный (режущий) с углом в плане φ . У ручных разверток для обработки сквозных отверстий $\varphi=0,5...1,5^\circ$, у машинных разверток для обработки вязких металлов $\varphi=12...15^\circ$, а для обработки хрупких и твердых металлов $\varphi=3...5^\circ$. Для обработки глухих отверстий во всех материалах у ручных разверток $\varphi=45^\circ$, у машинных $\varphi=60^\circ$ (один конус). Калибрующая цилиндрическая часть служит для заглаживания поверхности обрабатываемого отверстия.

Станки и приспособления. В ремонтном производстве для сверления, зенкерования и развертывания чаще всего применяют одношпиндельные настольно-сверлильные 2А106 и НС12А и вертикально-сверлильные станки

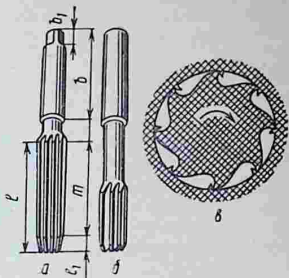


Рис. 28. Развертки:

a — ручная; *б* — машинная с цилиндрическим хвостовиком; *в* — сечение развертки по заборной части.

2Н118, 2А125, 2А135, 2А150 и 2А170, а также ручные коловороты, дрели, электрические (ИЭ1013, ИЭ1019, ИЭ1023 и др.) и пневматические (ИП1104, ИП1013, ИП1022 и др.) сверлильные машины. Последние две цифры марки сверлильных станков показывают наибольший диаметр сверления. У различных моделей ручных электрических машин этот диаметр колеблется от 6 до 32 мм, а у пневматических — от 9 до 32 мм.

При сверлении отверстий диаметром до 10 мм изделия массой более 10 кг устанавливают на столе станка без крепления. Легкие изделия прикрепляют к столу прихватами и болтами, используя для этого $\perp$ -образные канавки стола, или устанавливают в приспособлениях (тисках, угольниках, упорах, кондукторах и др.). Кондукторы (шаблоны) применяют в тех случаях, когда обрабатываются отверстия у многих одинаковых изделий или требуется повышенная точность расположения отверстий.

Приемы и режимы обработки. В зависимости от требуемой точности и диаметра отверстия его обрабатывают только сверлением или сверлением с последующим зенкерованием, а при точности по 7...10 квалитетам после сверления или зенкерования применяют одно- или двукратное (черновое и чистовое) развертывание. Под зенкерование оставляют припуск, примерно равный 0,05 диаметра отверстия. Под развертывание отверстий диаметром до 6 мм оставляют припуск 0,2 мм, диаметром 6...18 мм — 0,3 мм, диаметром 18...30 мм — 0,4 мм, диаметром 30...50 мм — 0,5 мм. При этом припуск под чистовое развертывание составляет примерно 20...25% от указанных значений.

Режим резания при сверлении, зенкеровании и развертывании характеризуется скоростью резания, подачей и глубиной резания. Он зависит от многих факторов: обрабатываемого материала и его состояния, материала и геометрии режущей части инструмента, глубины и требуемой точности сверления и др. С учетом этих факторов режим резания выбирают по таблицам, имеющимся в справочниках. После выбора скорости резания частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$$n = 1000v/(\pi d), \quad (11)$$

где n — частота вращения, с^{-1} ; v — скорость резания, м/с ; d — диаметр инструмента, мм ; $\pi=3,14$.

При ремонте машин отверстия сверлят чаще всего по разметке, иногда по кондуктору. Перед сверлением заготовку размечают и кернером намечают центр отверстия. Затем включают станок, плавно подводят сверло к центру керна и включают подачу. Сверление по кондуктору гораздо производительнее и точнее. В этом случае кондуктор накладывают на деталь, а через отверстия в нем, предварительно обработанные с большой точностью, проводят сверление. При сверлении сквозных отверстий необходимо предусмотреть свободный выход сверла, для чего применяют подкладки с отверстиями и др. В конце сверления подачу уменьшают, иначе сверло может заклинить и сломаться.

Для сверления отверстий без их последующего зенкерования или развертывания диаметр сверла выбирают по таблицам в зависимости от назначения отверстий. Для сверления отверстий под крепежные детали (болты, винты, шпильки и заклепки) диаметр сверла должен быть больше диаметра детали на 0,4...0,6 мм при диаметре крепежного изделия 6...8 мм, на 0,5...1,0 мм при диаметре 10...18 мм и на 1...2 мм при диаметре 20...24 мм. Необходимо всегда помнить, что вследствие биения сверла диаметр просверленного отверстия примерно на 1% больше диаметра сверла.

При работе на сверлильных станках нужно надежно закреплять изделие и инструмент. Работать на станке в рукавицах не разрешается. Сверлильный станок должен быть остановлен при обнаружении каких-либо неисправностей, смене инструмента, смазке и уборке станка, а также при уходе рабочего от станка. При пуске станка нужно убедиться в том, что в патроне не остался ключ для закрепления инструмента.

§ 8. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Виды резьб. Резьбы классифицируют: по направлению винтовой линии — правые и левые; по расположению витков — наружные (на болтах, винтах и др.) и внутренние (в гайках, отверстиях); по направлению образующей — цилиндрические и конические; по форме профиля — треугольные, трапецидальные, прямоугольные, упорные и др.; по числу заходов — однозаходные и многозаходные; по системе единиц измерения — метрические и дюймовые. Большинство резьбовых соеди-

нений, применяемых в автомобильном, тракторном и сельскохозяйственном машиностроении, имеет правую цилиндрическую однозаходную треугольную резьбу, которая разделяется на метрическую и трубную.

Метрическая резьба (рис. 29) характеризуется наружным, внутренним и средним диаметрами, шагом и углом профиля. *Наружный* диаметр резьбы d — это диаметр цилиндра, поверхность которого совпадает с вершинами наружной резьбы и впадинами внутренней резьбы. *Внутренний* диаметр резьбы d_1 — диаметр цилиндра, поверхность которого совпадает с вершинами внутренней резьбы и впадинами наружной резьбы. Наружный и внутренний диаметры являются общими для винта и гайки. *Средний* диаметр резьбы d_2 — это диаметр цилиндра, поверхность которого пересекает резьбовое соединение двух деталей так, что ширина впадин равна ширине выступов. *Шаг резьбы* S — расстояние между параллельными сторонами двух соседних витков, измеренное вдоль оси резьбы. *Угол профиля* α — угол между сторонами витка в плоскости, проходящей через ось резьбы. Для метрической резьбы $\alpha = 60^\circ$, для дюймовой — 55° .

Размеры метрической резьбы зависят от шага. Различают резьбу с крупным и мелким шагами. Метрическую резьбу с крупным шагом обозначают буквой М и цифрами, показывающими значение наружного диаметра d в миллиметрах: М6, М10, М12 и т. д. У резьбы с мелкими шагами в обозначение входит также значение шага в миллиметрах: М6×0,6; М12×1,5 и т. д.

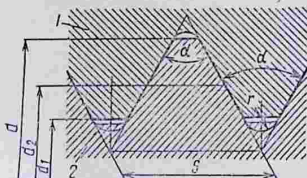


Рис. 29. Профиль метрической резьбы:

1 — гайка; 2 — винт.

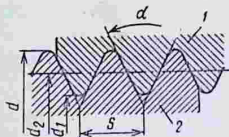


Рис. 30. Профиль трубной резьбы:

1 — муфта; 2 — труба.

Трубная резьба (как дюймовая) имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине $\alpha = 55^\circ$ (рис. 30). Отсутствие радиального зазора повышает ее герметичность. Применяют такую резьбу в случае соединения труб. За номинальный диаметр резьбы условно принимают внутренний диаметр стандартной трубы в дюймах*, на наружной поверхности которой нарезана резьба. Поэтому наружный d , внутренний d_1 и средний d_2 диаметры резьбы больше номинального. Например, если номинальный диаметр резьбы равен 1" (25,4 мм), то ее наружный диаметр равен 33,25 мм, средний — 31,771 мм, внутренний — 30,293 мм. Шаг S трубной резьбы выражают числом ниток на один дюйм длины резьбы. Для труб с номинальным диаметром от 1/2" до 7/8" шаг равен 14 (1,814 мм), а для резьб с номинальным диаметром от 1" до 6" — 11 (2,309 мм).

Резьбонарезной инструмент и приспособления. Резьбу нарезают вручную или на станках: сверлильных, токарно-винторезных и резьбонарезных. При ремонте машин резьбу чаще всего нарезают вручную или на сверлильных станках. Применяют также ручные пневматические резьбонарезные машины ИП3401, ИП3403. Внутреннюю резьбу нарезают метчиками, а наружную — плашками. Метчики и плашки изготавливают из сталей У10А, У11А, У12А, Р18 и др. и закалывают до твердости 62...65 HRC.

Ручной метчик (рис. 31) представляет собой винт с несколькими продольными канавками, образующими при пересечении с резьбой режущие кромки. Канавки служат также для отвода стружки. Их число у метчиков диаметром до 18 мм обычно равно трем, а диаметром более 18 мм — четырем. Рабочая часть метчика l состоит из заборной (режущей) l_1 и калибрующей частей l_2 . Заборная часть имеет форму усеченного конуса. Квадратная головка хвостовика служит для вращения метчика воротком при нарезании резьбы. Ручные метчики выпускают одинарными и комплектами из двух или трех штук. Номер метчика в комплекте соответствует числу круговых рисок на хвостовике. Черновой метчик a имеет одну риску, средний b — две,

* Дюйм — старая мера длины. 1 дюйм = 25,4 мм. Обозначают так: 1" — один дюйм, 1/2" — одна вторая дюйма и т. д.

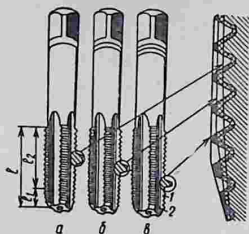


Рис. 31. Комплект из трех метчиков:

а — черновой; *б* — средний; *в* — чистовой; 1 — резца; 2 — канавка.

чистовой *в* — три. На хвостовике проставляют также и обозначение нарезаемой резьбы, например М12×1,5.

Для вращения метчиков при ручном нарезании резьбы применяют *воротки*, которые изготавливаются нерегулируемыми, регулирующими и самовыключающимися. Нерегулируемые воротки обычно имеют несколько квадратных отверстий разного размера. У регулируемых воротков одно отверстие, но его раз-

меры можно изменять перемещением сухарика. Самовыключающийся вороток может отключать вращение метчика при перегрузках и предохранять его от поломки. Его применяют обычно при нарезании резьбы в глубоких и глухих отверстиях.

Плашка представляет собой гайку с несколькими неполными отверстиями, образующими при пересечении с резьбой режущие кромки. По этим отверстиям отводится стружка. С торцов плашка имеет заборные (режущие) части, срезанные на конус, а в середине — калибрующую часть. В зависимости от наружной формы плашки бывают круглыми (лерки), квадратными, шестигранными и призматическими. Различают также цельные, разрезные и раздвижные плашки. Цельные плашки (рис. 32, *а*) обладают высокой жесткостью и поэтому позволяют получать резьбу высокого качества, но имеют низкую износостойкость. Разрезные плашки (рис. 32, *б*) могут несколько пружинить и позволяют изменять диаметр резьбы в пределах 0,1...0,3 мм. Круглые плашки закрепляют в воротках (рис. 32, *в*) стопорными винтами.

Раздвижные плашки состоят из двух половинок (полуплашек) 1 и 2. Такие плашки закрепляют в рамке клуппа (рис. 32, *г*) сухарем 3 и винтом 4. Этим же винтом, перемещая сухарь 3 по направляющим рамки клуппа, регулируют в определенных пределах диаметр нарезаемой резьбы. Клупп снабжают набором плашек для нарезания резьбы разных размеров.

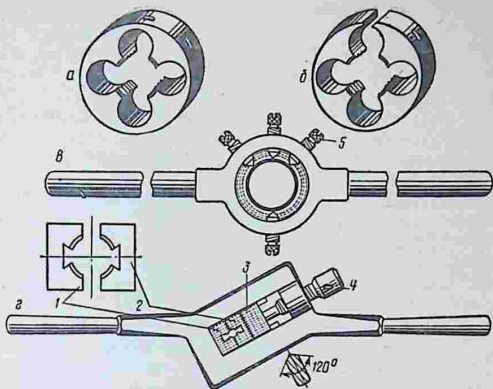


Рис. 32. Инструмент для нарезания наружной резьбы:
 а — цельная плашка; б — разрезная плашка; в — вороток для круглых плашек; г — клупп; 1 и 2 — половинки раздвижной плашки; 3 — сухарь; 4 — винт; 5 — стопорные винты.

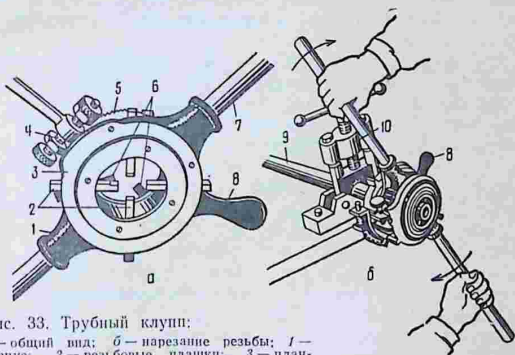


Рис. 33. Трубный клупп:
 а — общий вид; б — нарезание резьбы; 1 — корпус; 2 — резьбовые плашки; 3 — планшайба; 4 — червяк; 5 — зубчатый сектор; 6 — направляющие плашки; 7 — рукоятка для вращения клуппа; 8 — рукоятка для поворота планшайбы; 9 — труба; 10 — прижим.

Внутреннюю резьбу на трубах нарезают метчиками, а наружную — трубным клуппом. Трубный клупп (рис. 33) имеет четыре призматических резьбовых плашки 2 и четыре направляющие плашки 6, которые с помощью специального механизма могут одновременно сближаться к центру и расходиться от него, изменяя размер нарезаемой резьбы. Установку плашек на заданный размер осуществляют поворотом планшайбы 3 с помощью червяка 4, сцепленного с зубчатым сектором 5. На корпусе имеется нониус для точной установки резьбовых плашек. Выпускают клуппы для нарезания резьб от $\frac{1}{2}$ до 2" и от $1\frac{1}{2}$ до 3".

Нарезание резьбы. Чтобы обеспечить хорошее качество резьбы и избежать брака, нужно правильно выбрать диаметр отверстия или стержня в зависимости от размера резьбы. Диаметры отверстий и стержней в зависимости от размеров резьбы приведены в справочниках. Приблизненно диаметр сверла для сверления отверстия под метрическую резьбу должен быть меньше диаметра резьбы на ее шаг. Например, для резьбы $M12 \times 1,5$ необходимо сверло диаметром 10,5 мм. Диаметр стержня под резьбу с шагом от 0,5 до 2,5 мм должен быть меньше диаметра резьбы примерно на $(0,05...0,15)S$ (здесь S — шаг резьбы). Например, для резьбы $M12 \times 1,5$ диаметр стержня находится в пределах 11,775...11,925 мм. На конце стержня делают фаску под углом 45° .

При нарезании резьбы метчик или плашку поворачивают воротком попеременно на 1...1,5 оборота в рабочем направлении и на 0,25...0,5 оборота в обратном направлении. Нарезая резьбу в глубоких и глухих отверстиях, метчик следует периодически вынимать, чтобы удалить скопившуюся стружку. Раздвижными плашками резьбу нарезают за несколько проходов, сдвигая каждый раз половинки плашки винтом.

Наружную резьбу на трубах диаметром до 1" нарезают за два прохода, а большего диаметра — за три прохода. При этом трубу 9 (рис. 33, б) закрепляют в прижиме 10, смазывают олифой, надевают на нее клупп и сближают плашки на размер одного прохода. После каждого прохода плашки раздвигают поворотом рукоятки 8 и снимают клупп с трубы.

Для повышения качества резьбы и износостойкости метчиков и плашек следует применять смазочно-ох-

лаждающие жидкости: олифу, керосин, льняное масло с добавкой керосина, эмульсию и др. Не рекомендуется использовать минеральные масла, так как они снижают износостойкость инструмента.

§ 9. КЛЕПКА, ПАЯНИЕ И СКЛЕИВАНИЕ

Клепку применяют для соединения двух или более деталей из листового материала или различных профилей проката. Заклепочные соединения выполняют с помощью заклепок или заклепочных швов.

Заклепки изготавливают из мягкой стали, меди, латуни и алюминиевых сплавов. Во избежание коррозии заклепки желательно делать из того же материала, что и соединяемые детали. Швы бывают *однорядными* и *многорядными*, сделанными *внахлестку* и *встык* (рис. 34). По назначению швы разделяют на прочные, прочноплотные и плотные.

Прочные швы применяют, когда заклепочное соединение должно выдерживать большие нагрузки. Такими швами соединяют, например, рамные конструкции (тракторов, автомобилей и др.). Диаметр заклепок у прочных швов $d = (1,5 \dots 2)\delta$ (здесь δ — толщина одного листа). Расстояние между заклепками (шаг) в однорядном шве $t = 3d$, в двухрядном — $t = 4d$. Расстояние от центра заклепки до края листа или накладки $a \geq 1,5d$, а между

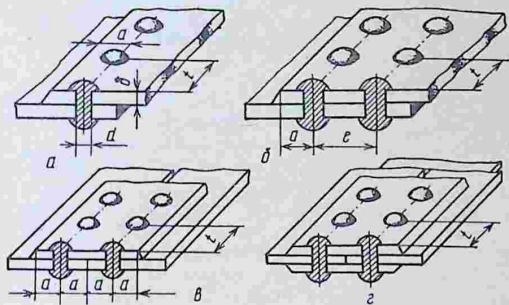


Рис. 34. Виды заклепочных швов:

а — однорядный *внахлестку*; *б* — двухрядный *внахлестку*; *в* — двухрядный *встык* с одной накладкой; *г* — двухрядный *встык* с двумя накладками.

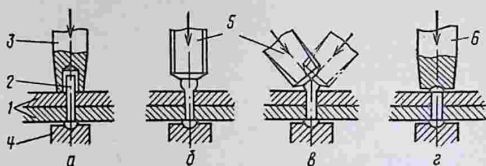


Рис. 35. Последовательность клепки:

а — уплотнение соединения натяжкой; *б* — расклепка по центру; *в* — расклепка с боков; *г* — формирование головки обжимкой, *1* — деталь; *2* — заклепка; *3* — натяжка; *4* — поддержка; *5* — молоток; *б* — обжимка.

рядами заклепок в многорядных швах $l=2d$. Длина стержня заклепки должна быть больше суммарной толщины склепываемых листов на $(1,3...1,6)d$ для образования выступающих головок и на $0,8d$ — для образования потайных головок. Длина стержня заклепки между головками не должна превышать $5d$.

Прочноплотные швы применяют, когда заклепочное соединение должно не только выдерживать большие нагрузки, но и обеспечивать полную герметичность, например швы парового котла. В этом случае параметры швов равны приведенным выше, а герметичность достигается осаживанием кромок соединяемых листов после склепывания тупым зубилом (чеканом). *Плотные* швы применяют при изготовлении резервуаров, баков и других емкостей, в которых под небольшим давлением хранятся жидкости и газы.

Последовательность ручной клепки с формированием полукруглых головок показана на рисунке 35. В совмещенные отверстия деталей *1* вставляют заклепку *2* и помещают их на поддержку *4*, установленную на наковальню или в тисках. Соединяемые детали уплотняют (сжимают) натяжкой *3* (рис. 35, *а*), а выступающий конец заклепки расклепывают сначала ударами молотка *5* по центру (рис. 35, *б*), затем с боков (рис. 35, *в*). Когда головка примет приблизительно заданную форму, ее окончательно формируют обжимкой *б* (рис. 35, *г*). Замыкающую потайную головку формируют ударами молотка вдоль оси заклепки. Все заклепки, издающие при ударе молотком дребезжащий звук, срубают, удаляют и заменяют новыми.

Заклепки диаметром до 10...14 мм расклепывают в холодном состоянии. Стальные заклепки больших диаметров перед установкой в отверстия нагревают до 1050...1200°C, расклепывают сразу же с помощью обжимки.

Ручная клепка малопроизводительна и не всегда обеспечивает хорошее качество. При механизированной клепке в ремонтном производстве чаще всего используют ручные пневматические молотки (ЭЛ-105957, КМП-1062, КЕ-22 и др.). Иногда применяют гидравлические стационарные прессы (ПБ-002 и др.), переносные пневматические (КП-104, КП-106) и гидравлические (КПГ-6-30-60К, КПГ-8-6 и др.) прессы.

Паянием называют соединение деталей в нагретом твердом состоянии при помощи расплавленного припоя. При паянии основной металл не расплавляется, так как температура его плавления значительно выше температуры плавления припоя. Прочность паяного соединения определяется прочностью сплава, который образуется в шве при взаимодействии припоя с основным металлом; как правило, она ниже прочности основного металла. Поэтому паянием соединяют детали, которые не подвергаются большим нагрузкам. При ремонте машин паяние часто применяют для заделки трещин в тонкостенных баках и трубах, сборки радиаторов, соединения электропроводов и др.

В зависимости от способов нагрева различают следующие виды пайки: в печах, индукционную, электрическим током, погружением и др. В ремонтном производстве обычно применяют пайку паяльником ввиду ее простоты и доступности. При этом нагревают основной металл и расплавляют припой теплотой, аккумулированной (накопленной) в массе металла паяльника, который перед паянием или в процессе паяния подогревается. Различают паяльники периодического действия (рис. 36, а), нагреваемые пламенем паяльной лампы или на горне, и непрерывного действия, постоянно подогреваемые электрическим током (рис. 36, б), газовой или бензиновой горелкой. По причине малого запаса теплоты электрические паяльники используют для паяния мелких деталей.

Паяльник состоит из медной головки, стального стержня и деревянной ручки. Головки изготавливают

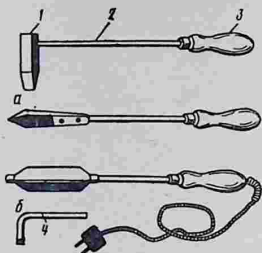


Рис. 36. Паяльники:

а — периодического действия (обыкновенные); *б* — непрерывного действия (электрический); 1 — головка; 2 — стержень; 3 — ручка; 4 — наконечник.

из красной меди М1, которая быстро нагревается, хорошо сохраняет теплоту и легко передает ее припою и деталям. Чаще всего головка имеет форму клина с углом $40...50^\circ$. Чем больше головка, тем больше теплоты она накапливает и сохраняет. Масса головки может достигать 1 кг.

Основные материалы при паянии — припой и флюсы.

Припой в зависимости от температуры плавления разделяют на мягкие (легкоплавкие) и твердые (тугоплавкие). Мягкие припои имеют низкую температуру плавления (до 300°C) и небольшую механическую прочность (30...60 МПа). Их применяют в тех случаях, когда соединение работает при небольшой нагрузке, а требуется лишь герметичность, плотность или электропроводность места спая. Твердые припои имеют высокую температуру плавления (более 550°C) и обеспечивают не только герметичность соединения, но и достаточно высокую его прочность (до 500 МПа).

Из всего многообразия припоев в ремонтном производстве наибольшее применение получили мягкие оловянно-свинцовистые припои и твердые медно-цинковые припои и латунь. Первые состоят из олова и свинца с небольшим количеством сурьмы, вторые — из меди и цинка. Обозначаются они буквами соответственно ПОС или ПМЦ и числом, указывающим среднее содержание олова или меди в процентах. Например, ПОС-50 — припой оловянно-свинцовистый с содержанием олова 50%, а остальное свинец; ПМЦ-48 — припой медно-цинковый с содержанием меди 48%, остальное цинк.

Флюсы служат для защиты мест паяния и припоя от окисления и удаления окисных пленок, а также для улучшения растекания (смачиваемости) припоя и заполнения им зазоров в соединении. При пайке оловянно-свинцовистыми припоями в качестве флюсов чаще

всего используют водные растворы хлористого цинка ($ZnCl_2$), нашатыря (NH_4Cl) и их смесей, а также канифоль, а при пайке медно-цинковыми припоями — бурой или ее смесь с борной кислотой (H_2BO_3), борным ангидридом (B_2O_3) и др. Надо помнить, что остатки флюсов на основе хлористого цинка, нашатыря, борной кислоты и других кислотных флюсов вызывают коррозию металлов. Поэтому после паяния спай необходимо тщательно промыть водой.

Последовательность паяния мягкими припоями такова. Места деталей, подлежащие паянию, очищают и подгоняют друг к другу напильником. Зазор между соединяемыми деталями в большинстве случаев равен 0,05...0,15 мм. Подготовленные поверхности деталей покрывают флюсом. Затем зачищают напильником клин паяльника, нагревают его до температуры 300...400 °C и опускают во флюс. После этого набирают им несколько капель припоя и медленно передвигают его вдоль шва, прогревая детали и покрывая их тонким слоем припоя. Затем наносят и разравнивают окончательный слой припоя. Припой можно также укладывать кусочками в шов заранее. Готовый шов зачищают, промывают и насухо вытирают. При паянии твердым припоем подготовленное место спая покрывают флюсом и накладывают на него припой, смешанный с бурой, а затем разогревают детали паяльной лампой или газовой горелкой до плавления припоя. Детали устанавливают так, чтобы расплавленный припой затекал в шов.

Наиболее распространенными дефектами паяния являются несоединение припоя с металлом, а также прерывистый или пористый шов. Причинами этих дефектов могут быть плохая зачистка и очистка детали от жира и влаги, недостаточный прогрев детали, недостаток или отсутствие флюса в месте дефекта и др.

Склеивание в ремонтном производстве широко применяют для восстановления неподвижных сопряжений, приклеивания фрикционных накладок, заделки трещин и задиров, плотного соединения различных материалов между собой и др. Клеи разделяют на *природные* и *синтетические*. Синтетические клеи получили наибольшее распространение. Они изготавливаются на основе полимеров и могут быть термопластичными и термореактивными. При ремонте машин широко применяются термореактивные фенолформальдегидные

клеи типа БФ и ВС (см. гл. 1), а также клеи на основе эпоксидных смол.

Технология склеивания включает три группы операций: подготовку поверхности склеиваемых деталей, нанесение клея и последующую обработку. Склеиваемые поверхности зачищают стальными щетками, напильником или шкуркой, промывают и обезжиривают чистым бензином или ацетоном (иногда дважды). Заклеиваемую трещину разделявают и подготавливают накладку к ней. На подготовленные поверхности наносят два-три слоя клея толщиной 0,1...0,15 мм. Каждый слой сушат на воздухе в течение 10...15 мин для удаления из него растворителя. В случае применения эпоксидного клея выдержка на воздухе не нужна. Длительная выдержка на воздухе не влияет на прочность соединения, а недостаточная сушка резко ухудшает качество шва. После сушки склеиваемые поверхности соединяют, сжимают с определенным усилием с помощью стяжек, струбцин, прессов и подвергают горячему или холодному отверждению. Клеи типа БФ и ВС отверждают при 150...190 °С в течение 1...2 ч. Эпоксидные клеи можно отверждать при комнатной температуре в течение 24...48 ч.

При клепке пневматическими молотками рекомендуется надевать противошумные наушники. При паянии рабочее место должно быть свободным от огнеопасных материалов. Не разрешается переносить зажженную паяльную лампу из одного помещения в другое. Кислоту, попавшую на кожу, удаляют тампоном, смоченным в нашатырном спирте, а потом промывают пораженное место водой с мылом. Тару из-под нефтепродуктов паяют после тщательной промывки ее водой с содой. Приготовлять клеи и выполнять склеивание необходимо в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией. При паянии и склеивании рабочие места оборудуют противопожарным инвентарем. Рабочие, занятые паянием и склеиванием, должны обеспечиваться спецодеждой.

Контрольные вопросы и задания

1. Расскажите об организации рабочего места слесаря.
2. Назовите основные правила техники безопасности при выполнении слесарных работ.
3. Перечислите виды и способы разметки.
4. Какими инструментами и как осуществляют рубку и резку металлов?

5. Какие способы правки вы знаете?
6. Как осуществляют гибку труб?
7. В чем заключается сущность и каковы назначение и область применения опиливания?
8. В каких случаях применяют сверление, зенкерование и развертывание?
9. Как устроены сверла, зенкеры и развертки?
10. Назовите основные виды резьб. Охарактеризуйте метрическую и трубную резьбы.
11. Какими инструментами и как нарезают внутреннюю и наружную резьбы?
12. Назовите основные виды заклепочных швов. Дайте их характеристику.
13. Каковы сущность, назначение, способы и последовательность паяния?
14. Опишите технологию и области применения склеивания.

Глава 4

ИЗНОС И МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

§ 1. ИЗНОС И ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

При эксплуатации машин (оборудования) под действием нагрузок и окружающей среды в них возникают неисправности, в результате чего снижается или полностью утрачивается работоспособность. Неисправность — такое состояние машины, при котором она не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической документации.

Основная причина возникновения в машинах неисправностей — изнашивание деталей. Изнашиванием называют процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления остаточной деформации, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы детали. Например, в результате изнашивания уменьшается диаметр посадочных поверхностей вала, а также возможен его изгиб.

Износ — это результат изнашивания. Его измеряют в единицах длины, массы или объема. При контроле технического состояния деталей ремонтируемых машин используют такие понятия, как допустимый и предельный износ. *Допустимым* называют такой износ, при котором деталь сохраняет работоспособность и может работать без восстановления до следующего капитального ремонта. Размеры деталей, зазоры и натяги в

сопряжениях, соответствующие допустимым износам, также называют *допустимыми*. Все детали, износ которых меньше допустимого, ставят на машину повторно без ремонта. *Предельным* называют такой износ (размер), при котором дальнейшее использование детали невозможно вследствие нарушения технических, экономических, агро- или зоотехнических показателей.

Основные характеристики изнашивания — скорость изнашивания и износостойкость. *Скорость* изнашивания равна отношению значения износа к интервалу времени, в течение которого он возник. *Износостойкость* — свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию. Это величина, обратная скорости изнашивания.

По ГОСТ 23.002—78 в зависимости от явлений, происходящих при трении, различают три вида изнашивания: механическое, коррозионно-механическое и под действием электрического тока.

Механическое изнашивание происходит в результате механических воздействий и сопровождается чисто механическими явлениями (резанием, царапанием, усталостным разрушением и др.). К механическому относят изнашивание: абразивное, гидроабразивное (газоабразивное), эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), кавитационное, усталостное, при фреттинге и заедании.

Гидроабразивному, гидроэрозионному и кавитационному изнашиваниям подвергаются, например, рабочие колеса и другие детали насосов, соприкасающиеся с перекачиваемой жидкостью. Усталостному изнашиванию подвергаются беговые дорожки подшипников качения, зубья шестерен и др.

К *коррозионно-механическому* относят окислительное изнашивание и изнашивание при фреттинг-коррозии. В этом случае механическое воздействие на деталь сопровождается химическим взаимодействием ее поверхности с окружающей средой.

Наиболее благоприятный вид изнашивания — окислительное изнашивание, которое наблюдается у большинства деталей, работающих при трении скольжения и жидкостной смазке. Изнашиванию при фреттинг-коррозии подвергаются поверхности неподвижных соединений: шейки валов под подшипники качения, заклепочные соединения и др.

При действии электрического тока происходит *электроэрозионное* изнашивание, например разрушение электрических контактов, коллекторов электрических машин и др.

Изнашивание зависит от конструкции и условий работы машин, материала деталей и обработки их поверхностей и многих других причин. Это естественный и неизбежный, но в то же время вредный процесс. Поэтому при проектировании, изготовлении, ремонте и эксплуатации машин принимают необходимые меры для уменьшения скорости изнашивания. Например, при изготовлении и ремонте применяют легированный металл, повышают твердость и улучшают обработку поверхностей деталей, герметизируют сборочные единицы машин. При эксплуатации машин и оборудования скорость изнашивания уменьшают тщательным и своевременным выполнением их технического обслуживания, поддержанием в исправном состоянии уплотнительных и очистительных устройств (сальников, чехлов, фильтров и др.), соблюдением установленного режима работы и др.

Кроме изнашивания, у деталей машин и оборудования наблюдаются усталостное разрушение, потеря упругости и намагниченности, образование нагара, накали и др.

Усталостное разрушение проявляется в образовании трещин и даже поломке деталей в результате длительного воздействия повторно-переменных нагрузок. Это характерно для валов, шестерен, болтов и др. Трещины, а также пробойны часто возникают в корпусных деталях.

Потеря упругости деталей (рессор, пружин, сальников и др.) происходит вследствие динамических нагрузок и теплового воздействия.

Образование накали и нагара на поверхности деталей приводит к нарушению теплового режима работы агрегатов. Накаль образуется в водонагревательных устройствах и в системах охлаждения двигателей. Она представляет собой отложения содержащихся в воде малорастворимых солей кальция и магния и механических примесей. Теплопроводность накали в 50... 100 раз ниже, чем у металла.

Нагар — это твердые углеродистые отложения, образующиеся на деталях двигателей внутреннего сгорания.

§ 2. СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОК СОПРЯЖЕНИЙ

Изнашивание сопряженных деталей приводит к изменению макро- и микрогеометрии деталей и нарушению первоначальных посадок (зазоров, натягов). Восстановление посадок — основная ремонтная операция. Способы восстановления посадок можно разделить на три группы: 1) без изменения размеров деталей; 2) с изменением размеров деталей; 3) восстановлением сопряженных деталей.

Восстанавливать посадку без изменения размеров деталей можно регулировкой зазора (постановкой прокладок и др.), заменой детали на новую или установкой ее в другое положение так, чтобы в сопряжении оказалась неизношенная сторона. Это самые простые способы, при которых восстанавливается лишь работоспособность сопряжения, а межремонтный ресурс* не восстанавливается, поэтому обычно их применяют при текущем ремонте.

Восстановление посадок с изменением размеров деталей осуществляют двумя методами: ремонтных размеров и дополнительных деталей.

Сущность метода *ремонтных размеров* заключается в том, что одну из сопрягаемых деталей, как правило, наиболее ценную и сложную, обрабатывают на станке до определенного размера, а другую деталь изготавливают или восстанавливают (наращивают) под этот размер. При этом изменяется номинальный размер сопряжения, но восстанавливается посадка, макро- и микрогеометрия поверхностей. Например, защитную втулку вала погружного насоса шлифуют до одного из двух ремонтных размеров, а подшипник скольжения изготавливают новый того же ремонтного размера. Этот метод широко применяют в силу его простоты и доступности. Его недостатки — увеличение номенклатуры запасных частей и уменьшение во многих случаях межремонтного ресурса сопряжений.

Сущность метода *постановки дополнительных деталей* заключается в том, что изношенную поверхность детали обрабатывают и устанавливают на нее с натягом специально изготовленную дополнительную деталь, ко-

* Межремонтный ресурс — это показатель долговечности машины, равный наработке от одного капитального ремонта до другого.

торая компенсирует износ поверхности. Часто дополнительную деталь крепят сваркой, винтами и штифтами, постановкой на клей. После закрепления ее обычно обрабатывают до нужного размера. Например, изношенный уплотнительный поясok рабочего колеса погружных насосов протачивают и напрессовывают на колесо стальное кольцо толщиной 2,5...3,0 мм с натягом 0,01...0,03 мм. При этом сопрягаемые поверхности стакана и направляющего аппарата растачивают до получения зазора в сопряжении $S=0,12...0,30$ мм. Такой метод восстановления посадок прост, обеспечивает хорошее качество ремонта, но очень трудоемок.

При ремонте посадок восстановлением сопряженных деталей диаметры изношенных валов увеличивают, а отверстий уменьшают, а затем обрабатывают их до номинальных размеров. Это самый лучший способ, так как он позволяет восстановить макро- и микрогеометрию поверхностей деталей, посадку и ресурс сопряжения. В настоящее время разработаны способы, позволяющие не только восстановить, но и увеличить ресурс (износостойкость) деталей. Наиболее распространенные способы восстановления деталей кратко изложены ниже.

§ 3. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ

Общие сведения. Сварку и наплавку широко применяют в ремонтном производстве: ими восстанавливают около 90% деталей от общего объема их восстановления (сваривают поломанные детали, заваривают трещины, наращивают и упрочняют изношенные поверхности деталей и др.).

Сваркой называют процесс получения неразъемного соединения деталей или частей одной детали местным сплавлением. Наплавка — разновидность сварки, заключающаяся в нанесении на поверхность детали слоя расплавленного металла для восстановления ее размеров или повышения износостойкости. Образующийся при расплавлении кромок свариваемых деталей объем жидкого металла называют *сварочной ванной*. После охлаждения жидкого металла сварочной ванны образуется *сварной шов*. Обычно для формирования металла шва в сварочную ванну дополнительно вводят присадочный металл.

В зависимости от источника теплоты для расплавления металла различают следующие виды сварки: электродуговую (дуговую), газопламенную (газовую), плазменную, электрошлаковую, электроконтактную (контактную), индукционную, диффузионную, трением, ультразвуковую и др. При ремонте машин чаще всего применяют электродуговую и газопламенную сварку и наплавку, иногда плазменную и электроконтактную.

Различные металлы обладают разной свариваемостью (способностью свариваться). Например, с увеличением содержания в стали углерода и легирующих элементов свариваемость ее, как правило, ухудшается. Хорошо свариваются малоуглеродистые (до 0,3% С) и низколегированные (до 5% легирующих элементов) стали. Высокоуглеродистые и высоколегированные стали, легко поддающиеся закалке, во избежание появления в сварочном шве внутренних напряжений и трещин перед сваркой подогревают до температуры 200...250 °С. Чугун и алюминиевые сплавы, из которых изготавливают большинство корпусных деталей сельскохозяйственной техники, относятся к трудносвариваемым материалам.

При взаимодействии кислорода, азота и водорода воздуха с расплавленным металлом свойства сварного шва ухудшаются: в нем значительно уменьшается содержание углерода и легирующих элементов, возникают поры и трещины, снижается его прочность и повышается хрупкость. Поэтому в процессе сварки и наплавки, как правило, сварочную ванну защищают от окружающего воздуха. По способу защиты сварку и наплавку подразделяют на следующие виды: сварка покрытыми электродами, порошковой проволокой, под слоем флюса, в среде защитных газов и др. В состав покрытий электродов, порошковой проволоки и флюсов обычно входят легирующие элементы, что улучшает свойства шва.

Электродуговая сварка и наплавка. Электродуговая сварка изобретена в 1882...1888 гг. русскими инженерами Н. Н. Бернадосом и Н. Г. Славяновым. При электродуговой сварке источником теплоты для расплавления металла в зоне сварки является электрическая дуга (мощный разряд электричества в газовой среде), возникающая между свариваемой деталью и электродом при пропускании через них электрического тока. В цент-

ре дуги температура достигает 6000...7000 °С. Сварка может осуществляться с применением угольного неплавящегося электрода по способу Н. Н. Бернардо-са (рис. 37) и плавящегося электрода по способу Н. Г. Сла-вянова. В первом случае сварку ведут только на постоянном то-ке, а для образования шва в ду-гу 1 вводят присадочный метал-лический пруток 2, что усложня-ет процесс.

Сварка плавящимся электро-дом, служащим одновременно для образования дуги и как при-садочный материал, значительно проще и может осуществляться на постоянном или пе-ременном токе. Такая сварка получила наиболее широ-кое распространение. Если при сварке на постоян-ном токе электрод подключен к минусу (катоде) ис-точника тока, а деталь к плюсу (аноду), то осуще-ствляется сварка на прямой полярности; если деталь подключена к минусу — сварка на обратной поляр-ности.

При сварке и наплавке на постоянном токе дуга горит более стабильно при меньших токах, чем при сварке на переменном токе, что улучшает качество сварного шва и позволяет сваривать более тонкие де-тали. Кроме того, можно изменять полярность постоян-ного тока. Однако источники постоянного тока, в каче-стве которых используют сварочные преобразователи (ПСО-300, ПСО-500, ПСУ-500 и др.) и полупроводнико-вые выпрямители (ВС-300, ВС-500, ВСУ-300, ВСУ-500, ВД-301 и др.), дороже и сложнее источников перемен-ного тока (сварочных трансформаторов СТН-500, ТСК-300, ТСК-500, ТД-503, ТС-30, ТС-50 и др.). Поэто-му в ремонтных мастерских чаще всего применяют сварку на переменном токе. Стальные детали толщи-ной менее 5 мм, а также чугун и цветные металлы луч-ше сваривать на постоянном токе.

По степени механизации процесса сварку и на-плавку подразделяют на ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

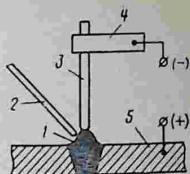


Рис. 37. Схема сварки неплавящимся электродом:

1 — электрическая дуга; 2 — присадочный пруток; 3 — угольный электрод; 4 — электрододержатель; 5 — свариваемый металл.

При ручной сварке и наплавке все операции сварщик выполняет вручную, без применения каких-либо механизмов. Свойства сварного шва зависят от режима сварки и марки электрода. Основным параметр режима ручной сварки — сила тока, зависящая от диаметра стержня электрода и толщины свариваемых деталей. Диаметр электрода также зависит от толщины свариваемых деталей (табл. 5). Марку электрода выбирают с учетом материала свариваемых деталей.

5. Зависимость диаметра электрода и силы тока от толщины свариваемого металла

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А
До 2	2...2,5	60...100
3...5	3...4	90...160
5...10	4...5	160...240
Более 10	5...7	220...370

Стальные детали сваривают электродами, представляющими собой стержни из малоуглеродистой сварочной проволоки Св-08, Св-10, Св-08ГА, Св-08Г2М и других марок, покрытые стабилизирующей (тонкой) или защитной (толстой) обмазкой. Цифры и буквы в марке проволоки обозначают то же, что и в сталях (см. главу 1). Стабилизирующие покрытия облегчают возбуждение дуги и повышают стабильность ее горения. Для получения такого покрытия стержень обычно обмазывают тонким слоем (0,1...0,3 мм) мела, разведенного на жидком стекле (80...85% мела и 15...20% жидкого стекла). В состав качественных защитных покрытий (толщина 0,7...2,5 мм) входят разнообразные вещества, стабилизирующие горение дуги, защищающие расплавленный металл от воздействия воздуха и легирующие его, в результате чего значительно повышается прочность сварного соединения.

Малоуглеродистые и низколегированные стали сваривают и наплавляют обычно электродами типа Э-42, Э-42А, Э-46, среднеуглеродистые и малолегированные — электродами типа Э-50, Э-50А, Э-55, легированные стали повышенной прочности — электродами типа Э-60, Э-70 и др. (цифры показывают предел прочности шва на растяжение, кгс/мм²). Для наплавки изношенных

деталей, имеющих высокую твердость, применяют электроды марок ОЗН-350, ОЗН-400, Т-590, Т-620 и др. (цифры показывают твердость наплавленного слоя по Бринеллю).

Сварка *чугунных* деталей представляет большие трудности, обусловленные химическим составом и особыми механическими свойствами чугуна. Он жидкотекуч и мгновенно переходит из твердого состояния в жидкое (и наоборот), минуя пластическое. При быстром охлаждении серого чугуна происходит его отбел (образование цементита Fe_3C) и закалка, что сопровождается возникновением больших внутренних напряжений и трещин. Чтобы избежать этого, применяют различные технологические приемы, а также специальные электроды. Распространена и обеспечивает хорошее качество горячая сварка чугуна, при которой деталь нагревают в печи до 600...680 °С, заваривают трещину, вновь помещают деталь в печь и медленно охлаждают вместе с ней. Охлаждение детали во время сварки ниже температуры 500 °С не допускается. Мелкие неотчетливые детали подогревают до 200...400 °С (полугорячая сварка). В качестве электродов используют чугунные прутки марок А и Б, покрытые специальной обмазкой.

При холодной сварке чугуна обычно применяют специальные электроды (например, электроды ЦЧ-3А и ЦЧ-4, самозащитную порошковую проволоку ПАНЧ-11, медно-никелевые МНЧ-2, медно-железные ОЗЧ-2 и железоникелевые ОЗЖН-1 электроды и др.), а иногда специальные методы сварки, например метод отжигающих валиков. Сила тока при сварке указанными электродами составляет 110...130 А. Холодную сварку выполняют короткими швами (длиной до 50 мм) вразброс с перерывами для охлаждения каждого участка до 50...60 °С. Наплавленный металл в горячем состоянии рекомендуется проковывать.

Сварка деталей из *алюминия* и его сплавов затруднена в связи с тем, что на их поверхности всегда существует плотная, прочная и тугоплавкая пленка оксидов алюминия Al_2O_3 (температура ее плавления 2050 °С, а алюминия — 657 °С), препятствующая сплавлению деталей и ухудшающая прочность шва. Кроме того, при нагревании алюминий и его сплавы не изменяют цвета, а в расплавленном состоянии имеют большую жидкотекучесть; при температуре 400...500 °С алюминий и его

сплавы характеризуются повышенной хрупкостью, вследствие чего могут появиться трещины.

Перед сваркой алюминиевые детали тщательно очищают (на 20...30 мм по обе стороны трещины), зачищают до блеска и подогревают до 250...300 °С. Сварку проводят на постоянном токе обратной полярности алюминиевыми сплавами со специальным покрытием, в которое входят хлористые и фтористые соли натрия, калия и лития и другие вещества, растворяющие окислы алюминия с образованием шлака на поверхности сварочной ванны. Для сварки чистого алюминия применяют электроды ОЗА-1, а для сплавов типа силумин (кремнистые)—ОЗА-2. Хорошие результаты дает аргоно-дуговая сварка алюминия и его сплавов. Подаваемый в зону сварки аргон стабилизирует горение дуги и защищает металл от воздействия окружающего воздуха. В этом случае используют присадочный материал или электрод того же состава, что и свариваемый металл, без покрытия и флюсов.

Полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа широко применяют в случае ремонта кабин, кузовов и других тонколистовых деталей. При этом механизирована только подача электродной проволоки.

При автоматической сварке и наплавке — механизированы и выполняются автоматически взаимное перемещение детали и электродной проволоки, подача в зону горения дуги электродной проволоки со скоростью ее плавления (поддержание дуги), автоматически поддерживаются основные параметры режима наплавки.

Автоматическую наплавку деталей проводят на станках или специальных приспособлениях. Валы, оси и другие цилиндрические детали обычно вращаются в шпинделе токарного станка, а наплавочная головка (устройство для автоматической подачи электродной проволоки) закреплена на суппорте станка и имеет продольную подачу. Наплавочная головка, автоматически подающая в зону горения дуги электродную проволоку, и шпиндель станка подключены к источнику тока для питания дуги.

Для механизированных способов сварки и наплавки выпускается много марок проволоки, из которых можно выделить несколько групп: сварочную проволоку типа Св (Св-08, Св-10, Св-08ГС и др.), подразделяемую на

низколегированную, легированную и высоколегированную; наплавочную проволоку типа Нп (Нп-30, Нп-80, Нп-30ХГСА, Нп-3Х13 и др.), подразделяемую на углеродистую, легированную и высоколегированную; порошковую проволоку (ПП-АН1, ПП-3Х2В8, ПП-3Х13-0 и др.), которая представляет собой металлическую оболочку, заполненную порошком.

Для восстановления деталей широко применяют следующие виды наплавки: автоматическую под слоем флюса, в среде защитных газов, порошковой проволокой (лентой), с комбинированной защитой дуги, вибрирующим электродом и др.

При наплавке *под слоем флюса* в зону горения дуги 6 (рис. 38) по устройству 2 непрерывно подают гранулированный флюс. Часть флюса плавится под действием высокой температуры дуги, образуя вокруг нее эластичную оболочку 3, которая надежно защищает жидкий металл от вредного воздействия воздуха, уменьшает разбрызгивание металла и улучшает формирование шва. Флюс может содержать легирующие элементы, которые улучшают свойства наплавленного металла.

При медленном вращении детали выходящий из зоны горения дуги жидкий металл затвердевает, образуя наплавленный слой 8. Флюс также затвердевает, покрывая наплавленный слой шлаковой коркой 7. Изменяя марки электродной проволоки и флюса, можно в широких пределах регулировать свойства наплавленного металла (до 60 HRC₂ и более). Флюсы по способу изготовления разделяют на плавные (АН-60, ОСЦ-45, АН-348А и др.) и неплавные керамические (АНК-18, АНК-19, АНК-30 и др.). Чаще всего используют флюс АН-348А.

Наплавку обычно проводят на постоянном токе об-

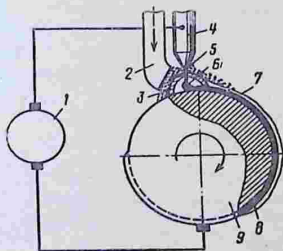


Рис. 38. Схема наплавки под слоем флюса:

1 — источник тока; 2 — устройство для подачи флюса; 3 — оболочка из жидкого флюса; 4 — мундштук; 5 — электродная проволока; 6 — электрическая дуга; 7 — шлаковая корка; 8 — наплавленный слой; 9 — наплавляемая деталь.

ратной полярности, реже — на переменном токе. Диаметр проволоки чаще всего составляет 1,2...3 мм, сила тока при этом достигает 500 А и более. Толщина наплавленного слоя составляет 1,5...3 мм.

Наплавку под слоем флюса применяют для восстановления деталей с большими износами (деталей ходовой части гусеничных тракторов, коленчатых валов и др.). Ее достоинства — высокая производительность (в 6...10 раз больше, чем при ручной наплавке) и хорошее качество покрытий. Основной недостаток — невозможность наплавлять детали диаметром менее 40...50 мм по причине большой глубины проплавления и медленного охлаждения металла под слоем флюса, который стекает, не успев остыть.

При автоматической наплавке *в среде защитных газов* в зону горения дуги вместо флюса подают газ (аргон, углекислый газ, пар и др.), который оттесняет воздух и защищает от его воздействия расплавленный металл.

Лучшая защита достигается в среде инертного газа аргона. Однако этот газ дорогой и применяется лишь при восстановлении деталей из алюминиевых и других трудносвариваемых сплавов. Чаще всего используют углекислый газ (CO_2), иногда водяной пар и комбинированные газовые среды. Для получения хорошего качества наплавленного металла при наплавке в среде CO_2 используют проволоку, легированную марганцем, кремнием и другими раскислителями (Св-08ГС, Нп-30ХГСА и др.). Наплавляют металл обычно на постоянном токе обратной полярности.

Благодаря меньшей по сравнению с наплавкой под флюсом глубине проплавления, быстрому охлаждению металла, применению проволоки небольших диаметров (0,5...1,0 мм) и малых токов в среде защитных газов можно наплавлять детали практически любых диаметров. При этом можно получить меньшую толщину наплавленного слоя (0,8...1,5 мм). Достоинство наплавки в среде углекислого газа — отсутствие шлаковой корки, дешевизна газа по сравнению с флюсом, больший коэффициент наплавки.

Недостатки наплавки в среде углекислого газа по сравнению с наплавкой под слоем флюса — более низкое качество покрытий, большее разбрызгивание металла. Применяют ее в основном для восстановления

деталей, изготовленных из мало- и среднеуглеродистых сталей и чугуна.

При *вибродуговой наплавке* электродная проволока с помощью вибратора, расположенного в наплавочной головке, вибрирует с частотой 50...100 Гц и амплитудой 1...3 мм. Наплавку чаще всего проводят на постоянном токе обратной полярности. При этом в цепь питания дуги последовательно включают регулируемое индуктивное сопротивление (дрессель). В зону горения дуги иногда подают флюс или защитный газ. Обычно детали наплавляют открытой дугой или подают охлаждающую жидкость (3...5%-ный водный раствор кальцинированной соды) на расстоянии 10...40 мм от электрода. Наплавку чугунных и стальных незакаленных деталей осуществляют открытой дугой, используя малоуглеродистую проволоку, а стальных закаленных — высокоуглеродистую или легированную проволоку с охлаждением (для закалки наплавленного слоя). Толщина слоя зависит от диаметра проволоки и составляет 0,7...2,5 мм.

Достоинства вибродуговой наплавки — малые глубина проплавления и зона термического влияния, особенно при наплавке с охлаждением, что позволяет наплавлять детали диаметром более 15 мм. При этом уменьшается деформация детали, а также образуются твердые износостойкие покрытия без применения дорогостоящих проволоки и флюсов. Однако наплавленный металл имеет неравномерную твердость, в нем часто появляются поры и микротрещины, в результате чего почти в 2 раза снижается усталостная прочность. Поэтому вибродуговую наплавку не рекомендуется применять для восстановления ответственных деталей, подвергающихся большим знакопеременным нагрузкам (коленчатых валов и др.).

Газопламенная (газовая) сварка и наплавка. При газовой сварке и наплавке металл расплавляют тепловой, выделяемой при сгорании горючих газов или паров жидкостей (ацетилена, пропана, водорода, природного газа, керосина и др.) в кислороде. В большинстве случаев используют ацетилен, при сгорании которого в кислороде температура пламени достигает 3200 °С, а при сгорании других газов — 2100...2500 °С. Однако эти газы в несколько раз дешевле ацетилена, и их широко применяют при резке и пайке металлов, сварке цветных металлов и др.

Для смешивания горючего газа с кислородом и получения сварочного пламени применяют горелки. Регулируя количество поступающих в горелку кислорода O_2 и ацетилена C_2H_2 , можно изменять состав горючей смеси и получать три основных вида пламени: нормальное, или нейтральное ($O_2 : C_2H_2 = 1,1 \dots 1,2$), окислительное ($O_2 : C_2H_2 > 1,3$) и науглероживающее ($O_2 : C_2H_2 < 1,1$). При сварке и наплавке обычно используют нормальное пламя, при резке металлов — окислительное.

Стальные детали сваривают и наплавляют, как правило, нормальным пламенем. При этом шов рекомендуется проковывать в горячем состоянии. В качестве присадочного материала используют сварочную проволоку (Св-08, Св-08Г, Св-12ГС, Св-18ХГСА и др.). Среднеуглеродистые и высокоуглеродистые стали перед сваркой подогревают до $150 \dots 350^\circ C$, сваривают с применением флюсов.

Чугун сваривают нормальным или науглероживающим пламенем, используя чугунные прутки марок А и Б и флюсы. При этом обычно проводят общий или местный подогрев детали. Качество газовой сварки чугуна выше, чем электродуговой. Алюминий и его сплавы сваривают нормальным пламенем с применением флюсов (АФ-4А и др.). Детали предварительно подогревают до $250 \dots 300^\circ C$. Иногда шов проковывают.

Преимущества газовой сварки по сравнению с дуговой следующие: более простое и дешевое оборудование, возможность широкого регулирования мощности, состава и направления пламени при сварке. Однако производительность газовой сварки, особенно при толщине изделий более 6...8 мм, значительно ниже, а стоимость выше, чем дуговой; больше коробление свариваемых деталей. Газовое пламя применяют при сварке тонколистовых деталей (кабин, баков и др.); для заварки трещин, сварки и наплавки деталей из чугуна, алюминия и его сплавов, меди и других цветных металлов и сплавов; при пайке, правке и других работах.

Техника безопасности. Баллоны с газом и кислородом располагают вертикально не ближе 5 м от источников с открытым пламенем и не ближе 1 м от приборов отопления. Нельзя расходовать весь газ из баллона: остаточное давление кислорода в баллоне должно быть не менее 0,05 МПа, а ацетилена — не менее 0,05... 0,2 МПа. Сварщик должен работать в рукавицах и

спецодежде из трудновоспламеняющегося материала, газосварщик — в очках с защитными стеклами, а электросварщик — применять щитки и маски со специальными светофильтрами. На рабочем месте сварщика должна быть хорошая приточно-вытяжная вентиляция.

§ 4. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Общие сведения. Восстановление деталей гальваническими покрытиями основано на использовании явления электролиза. Электролизом называют химический процесс, протекающий на электродах при прохождении через электролит электрического тока. Электролитами называют растворы, проводящие электрический ток (растворы солей, кислот, щелочей).

Молекулы солей, кислот и щелочей при растворении в воде распадаются на положительно и отрицательно заряженные частицы-ионы, которые при отсутствии тока находятся в хаотическом движении. Если же через электролит пропускать постоянный ток, то под действием электрического поля ионы будут двигаться направленно (рис. 39). Положительно заряженные ионы (ионы металлов и водорода) перемещаются к отрицательному электроду — катоду и поэтому называются катионами, а отрицательно заряженные ионы (ионы металлоидов и кислотных остатков) движутся к положительному электроду — аноду и поэтому называются анионами. На поверхности электродов ионы разряжаются, превращаясь в нейтральные атомы или группы атомов. При этом на катоде осаждаются атомы металла, образуя кристаллическую решетку и постепенно покрывая его поверхность слоем металла, а анод растворяется (в случае электролиза с растворимым анодом), образуя новые ионы металла взамен выделившихся на катоде и поддерживая их концентрацию в электролите,

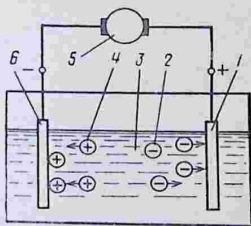


Рис. 39. Схема электролиза:
1 — анод; 2 — анионы; 3 — электролит; 4 — катионы; 5 — источник постоянного тока; 6 — катод (деталь).

Основным компонентом электролита обычно является соль осаждаемого металла. Катодом при электролизе служат предварительно подготовленные детали, подлежащие покрытию, а анодом — пластины из осаждаемого металла.

Количественно процесс электролиза подчиняется двум законам Фарадея, которые в общем виде выражаются формулой

$$M = CIt, \quad (12)$$

где M — масса выделившегося на катоде или растворившегося на аноде вещества, г; C — электрохимический эквивалент вещества (для каждого металла величина постоянна), г/А·ч; I — сила тока, проходящего через электролит, А; t — продолжительность электролиза, ч.

Действительная масса осажденного металла меньше теоретически возможной, рассчитанной по формуле 12, так как одновременно с осаждением металла на катоде выделяется водород и могут протекать другие побочные процессы. Отношение полученного на катоде количества металла к теоретически возможному называют катодным выходом металла по току и выражают в процентах. Выход по току — важнейший показатель электролиза, представляющий собой коэффициент полезного использования электрического тока, например при хромировании он равен 10...18%, а при железнении — 85...95%.

Режим электролиза при заданном составе электролита характеризуется кислотностью, температурой электролита и катодной плотностью тока, определяемой по формуле

$$D_k = I/S_k, \quad (13)$$

где D_k — катодная плотность тока, А/дм²; S_k — площадь покрываемой поверхности (катада), дм².

По сравнению с наплавкой восстановление деталей гальваническими покрытиями имеет ряд преимуществ: отсутствие термического воздействия на детали, вызывающего их деформацию и ухудшение свойств; возможность достаточно точного регулирования толщины покрытия, что обеспечивает минимальный припуск на механическую обработку или наращивание поверхности (без обработки); одновременное наращивание большого числа деталей (в ванну загружают десятки деталей); легкость механизации и автоматизации процесса и др.

Однако технология гальванопокрытий сложна и сопровождается образованием большого числа загрязненных стоков, подлежащих очистке. Поэтому гальванические покрытия применяют в основном на крупных специализированных ремонтных предприятиях для восстановления деталей с небольшими износами (несколько десятых миллиметра).

Технология гальванопокрытий. Для прочного сцепления покрытия с деталью необходимо обеспечить идеальную чистоту ее поверхности. С этой целью перед покрытием детали тщательно промывают, шлифуют или протачивают покрываемые поверхности до выведения следов износа, изолируют места, не подлежащие покрытию (цапонлаком, клеем, пленками и др.) и монтируют на специальные подвески для навешивания в ванны. Затем покрываемые поверхности обезжиривают венской известью (смесью окиси кальция и окиси магния в отношении 1:1, разведенной водой) или в горячих щелочных растворах химическим или электрохимическим методами и промывают горячей, а потом холодной водой. После этого для удаления окисных пленок детали подвергают химическому или электрохимическому травлению в кислотных растворах, тщательно промывают горячей водой и переносят в ванну для осаждения металла.

После нанесения покрытия детали промывают горячей водой, подвергают нейтрализации в горячем растворе каустической соды и снова промывают, демонтируют с подвески и проверяют качество покрытия.

Для восстановления деталей широко применяют железнение и хромирование, реже — цинкование, никелирование и меднение.

Железнение (осталивание) широко применяют для восстановления стальных и чугунных деталей с износом до 1 мм (шатунны, посадочные места под подшипники валов и корпусов и др.). Перед железнением стальные детали подвергают анодному (на аноде) травлению в 30%-ном растворе серной кислоты при плотности тока 50...70 А/дм² в течение 2...3 мин (чугунные детали — 18...20 А/дм² в течение 1,5...2,0 мин) и промывают горячей водой. Для осаждения железа наибольшее применение получили хлористые электролиты, например такого состава: хлористое железо — 300...350 г/дм³, соляная кислота до pH=0,8...1,2. Режим железнения: ка-

катодная плотность тока 20...50 А/дм², температура электролита 60...80 °С. В этом случае скорость осаждения составляет 0,2...0,5 мм/ч. В качестве анодов используют пластины из малоуглеродистой стали, площадь которых в 1,5...2 раза больше площади покрываемой поверхности деталей.

Хромирование позволяет получать покрытия, обладающие высокими твердостью, износостойкостью и стойкостью к коррозии. Однако хромирование — дорогой и малопродуктивный процесс (выход по току 10...18%, скорость осаждения хрома 0,02...0,05 мм/ч). Поэтому его применяют для восстановления и упрочнения ответственных деталей с малыми износами (до 0,2...0,3 мм), а также в качестве защитно-декоративной отделки поверхностей деталей.

В отличие от большинства других гальванических процессов при хромировании в качестве электролита используют не раствор соли хрома, а хромовую кислоту, получаемую растворением хромового ангидрида CrO_3 в воде, с добавлением серной кислоты в соотношении $\text{CrO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4=100$. Чаще всего применяют универсальный электролит, состоящий из хромового ангидрида (200...250 г/дм³) и серной кислоты (2,0...2,5 г/дм³). Режим электролиза: катодная плотность тока 30...60 А/дм², температура электролита 45...60 °С. При этом используют нерастворимые свинцовые аноды, площадь которых в 2...3 раза превышает площадь хромируемой поверхности. Травление перед хромированием обычно проводят в том же электролите путем переключения полярности электродов (деталь — на анод) при плотности тока 25...40 А/дм² в течение 30...60 с для стальных деталей и 20...25 А/дм² в течение 20...30 с для чугунных деталей.

Способы нанесения гальванопокрытий. Кроме рассмотренного выше способа покрытия деталей в ваннах, широко применяют вневаннные способы: струйный, проточный, местный, электронатирание. Принцип вневанного осаждения покрытий заключается в том, что в зоне восстанавливаемой поверхности детали создают местную ванночку (электролитическую ячейку), в которую подают электролит и через которую пропускают электрический ток. При струйном способе электролит насосом подают струями через отверстия в аноде, при проточном — электролит прокачивают насосом между катодом и анодом. При местном способе электро-

литом заполняют ячейку, образованную у покрываемой поверхности, например заливают и плотно закрытое снизу отверстие под подшипник корпуса насоса. Технология получения покрытий в этих случаях примерно такая же, как и при ванном способе. Непокрываемые поверхности деталей не изолируют. Эти способы применяют обычно для восстановления крупногабаритных деталей (корпусов насосов, коробок передач и др.).

В последние годы для питания гальванических ванн вместо постоянного тока все шире применяют некоторые формы переменного тока (асимметричный, реверсированный и др.). Это во многих случаях позволяет увеличить производительность процесса и улучшить качество покрытий.

Техника безопасности. Гальванический цех или участок должен быть расположен в отдельном изолированном от других цехов помещении и оборудован общей приточно-вытяжной и местной вентиляциями. К работе разрешается приступать только при исправно действующей и включенной вентиляции. Рабочий должен пользоваться спецодеждой: резиновыми сапогами, перчатками, прорезиненными фартуками, халатами и очками. Нельзя хранить и принимать пищу, а также курить в рабочем помещении. При разбавлении кислот нужно обязательно лить кислоту в воду, а не наоборот.

При попадании химического вещества на открытые части тела или в глаза их нужно немедленно обмыть струей воды, а затем пораженные кислотой или электролитом места промыть 2...3%-ным раствором пищевой соды, а пораженные щелочью — 1%-ным раствором уксусной кислоты. После этого пораженные места снова промывают водой.

§ 5. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Общие сведения. Ремонт деталей пластическим деформированием основан на их способности изменять форму и размеры без разрушения за счет перераспределения металла под давлением. В этом случае объем детали остается постоянным, а металл от нерабочих поверхностей перемещается на изношенные поверхности. Этим способом можно восстанавливать детали, изготовленные из пластичных металлов (стали, алюминия, ме-

ди и их сплавов и др.). Детали деформируют как в холодном состоянии, так и в нагретом. В первом случае требуются гораздо большие усилия и часто ухудшаются свойства металла. После восстановления ответственные детали подвергают нормализации или отпуску.

Достоинства этого способа — простота, низкая материалоемкость, высокая производительность и низкая себестоимость, хорошее качество ремонта. Недостатки — нарушение термообработки и изменение свойств при нагреве деталей, возможность появления трещин.

Виды пластического деформирования. При ремонте деталей применяют следующие виды пластического деформирования: осадку, вдавливание, раздачу, обжатие, вытяжку, правку, электромеханическую обработку и др.

При осадке (рис. 40, а) направление деформации δ перпендикулярно направлению действия силы P . Ее применяют для увеличения наружного диаметра сплошных и полых деталей, а также для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет снижения их высоты (бронзовые втулки шатунов и др.). Допускается уменьшение высоты втулок на 8...10%.

Вдавливание (рис. 40, б) отличается от осадки тем, что высота детали не изменяется, ее диаметр увеличивается за счет выдавливания металла из нерабочей части. Таким способом восстанавливают тарелки клапанов двигателей, боковые поверхности шлицев на валах и др.

При раздаче (рис. 40, в) направление деформации совпадает с направлением действия силы. Ее при-

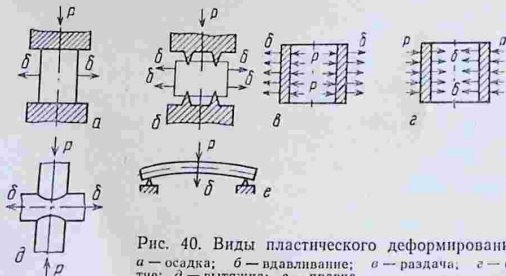


Рис. 40. Виды пластического деформирования: а — осадка; б — вдавливание; в — раздача; г — обжатие; д — вытяжка; е — правка.

меняют для ремонта пустотелых деталей с изношенной наружной поверхностью (втулок, поршневых пальцев и др.). При раздаче через отверстие детали продавливают шарик или специальный пуансон (оправку). При этом возможно укорочение детали и появление в ней трещин.

Обжатие (рис. 40, г), так же как и раздача, характеризуется тем, что направление деформации совпадает с направлением действия силы. Однако при этом размеры детали уменьшаются. Применяют обжатие для ремонта деталей с изношенными внутренними поверхностями, уменьшение наружных размеров которых не имеет значения (корпусов насосов гидросистем, проушин звеньев гусениц, рычагов, вилок и др.).

При вытяжке (рис. 40, д), так же как и при осадке и вдавливании, направление деформации перпендикулярно направлению действия силы. Применяют вытяжку для увеличения длины деталей за счет уменьшения их поперечного сечения (тяг, штанг, лемехов и др.). Деформируют детали в горячем состоянии.

Правку (рис. 40, е) применяют для ремонта деталей, в которых во время работы возникли остаточные деформации — изгиб, скручивание или коробление (валы, оси, рычаги, рамы и др.).

Электромеханическая обработка заключается в следующем. Деталь закрепляют в шпинделе токарного станка. В резцедержателе суппорта устанавливают специальную оправку с рабочим инструментом. Деталь и инструмент подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора. Включают вращение детали, прижимают к ней с определенным усилием инструмент и включают его продольную подачу. Через зону контакта детали и инструмента пропускают ток 350...700 А при напряжении 1...6 В. Площадь контакта детали и инструмента очень мала, а сила тока большая, поэтому металл детали в зоне контакта мгновенно нагревается до температуры 800...900 °С и легко деформируется инструментом. Последующий быстрый отвод теплоты внутрь детали (охлаждение) способствует залке поверхностного слоя.

Для восстановления детали изношенную поверхность сначала высаживают инструментом 2 (рис. 41). В качестве инструмента используют пластинку или ролик из твердого сплава. При этом нагретый в зоне контакта

металл выдавливается, образуя выступы, аналогичные резьбе, в результате чего диаметр детали увеличивается от D_n до D_v . Затем высаженную поверхность обрабатывают сглаживающим инструментом 3 (пластиной или роликом) до номинального диаметра D_n .

Восстановленная поверхность получается прерывистой, площадь ее контакта с сопрягаемой деталью меньше номинальной.

Допускается уменьшение площади контакта не более чем на 20% по сравнению с номинальной. Для этого нужно, чтобы $D_v - D_n \geq 3D_n - D_n$.

Увеличение диаметра незакаленных деталей возможно на 0,4 мм, а закаленных — на 0,2 мм. Для большего увеличения диаметра при сохранении необходимой площади контакта образовавшуюся винтовую канавку заполняют проволокой или составами на основе эпоксидных смол.

Этот способ применяют для восстановления малоизношенных поверхностей валов и осей, а также как финишную упрочняющую обработку (без высадки). Его достоинства — простота технологии и оборудования, высокая производительность и низкая себестоимость, отсутствие расхода материалов и коробления деталей и др. Электрохимическая обработка эффективна в условиях мастерских хозяйств и небольших ремонтных предприятий.

§ 6. РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Применяемые материалы. Состав, свойства, классификация и области применения полимеров и пластмасс изложены в главе 1. При ремонте машин наибольшее распространение получили композиции на основе эпоксидных смол, клеи и некоторые другие материалы.

Композиции на основе эпоксидных смол применяют для склеивания деталей, заделки трещин и

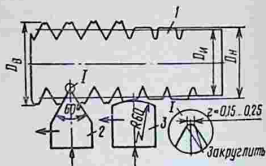


Рис. 41. Схема восстановления деталей электрохимическим способом:

1 — деталь; 2 — высаживающий инструмент; 3 — сглаживающий инструмент; D_n — диаметр изношенной детали; D_v — диаметр детали после высадки; D_n — номинальный диаметр детали.

пробойн, для наращивания изношенных поверхностей. Для склеивания деталей, закрепления дополнительных деталей (втулок, колец и др.), вклеивания подшипников при износах посадочных поверхностей до 0,1 мм рекомендуется композиция без наполнителя следующего состава (в частях по массе): эпоксидная смола (ЭД-16 или ЭД-20) — 100; пластификатор (дибутилфталат) — 15; отвердитель (полиэтиленполиамин) — 8...9. При заделке трещин и пробойн в стальных и чугунных деталях, а также при их восстановлении в данный состав добавляют в качестве наполнителя 160 частей (по массе) железного порошка или 120 частей цемента, а при восстановлении алюминиевых деталей — 25 частей алюминиевого порошка ПАК-1.

Композицию приготавливают следующим образом. Эпоксидную смолу нагревают вместе с тарой в шкафу или в водяной ванне до 60...70°C, отбирают необходимое ее количество, добавляют пластификатор и тщательно перемешивают (3...5 мин). Затем в смесь добавляют наполнитель и вновь перемешивают (8...10 мин). Полученный состав из смолы, пластификатора и наполнителя можно хранить длительное время. Непосредственно перед употреблением в него добавляют отвердитель и тщательно перемешивают (5...8 мин). Композиция должна быть использована не позднее 20...30 мин после введения отвердителя.

Посадочные поверхности под подшипники и другие неподвижные соединения при их износе до 0,06 мм успешно восстанавливают нанесением эластомера ГЭН-150(В) или герметика 6Ф без последующей механической обработки. Если покрытие герметиком 6Ф термообработать при температуре 160°C в течение 3 ч, то его можно использовать для восстановления деталей с износом до 0,2 мм. Предварительно эластомер растворяют в ацетоне в соотношении 1:6,2, а герметик — в смеси ацетона и этилацетата в соотношении 1:2,5:2,5 (по массе).

Для оперативного ремонта деталей выпускаются наборы полимерных материалов (аптечки), например аптечка АРПК-ГОСНИТИ. С помощью материалов, входящих в аптечку, можно склеивать металлы, заделывать трещины, пробойны, неплотности сварки, восстанавливать неподвижные соединения, герметизировать соединения, ремонтировать трубопроводы.

Технология. Для обеспечения хорошего сцепления с полимером поверхность должна быть тщательно подготовлена. С этой целью ее очищают от грязи и масла и зачищают до блеска, а затем обезжиривают (иногда дважды) ацетоном или бензином и сушат в течение 8...10 мин. На подготовленную поверхность наносят полимер. Клей накладывают в два слоя толщиной 0,1...0,15 мм с сушкой каждого слоя на воздухе в течение 10...15 мин. После нанесения полимеры отверждают. Режим отверждения зависит от вида полимера. Клей ВС-10Т и БФ-2 выдерживают в течение 1...2 ч при температуре соответственно 170...190 °С и 150...170 °С. Эпоксидные композиции отверждают при комнатной температуре в течение трех суток или при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем по одному из следующих режимов: при 60 °С — 4...5 ч, при 80 °С — до 3 ч, при 100 °С — 1...2 ч. Покрывают формируют в размере при их нанесении или обрабатывают затем на станках.

Достоинства ремонта деталей полимерами — простота технологии и оборудования, низкая трудоемкость и себестоимость, высокое качество (при тщательном соблюдении технологии). Особенно выгодно и удобно применять их в условиях мастерских хозяйств.

Техника безопасности. Работы по ремонту деталей полимерными материалами выполняют в помещении, изолированном от других участков и цехов, оборудованном общей приточно-вытяжной и местной системами вентиляции. Составы на основе эпоксидных смол необходимо готовить в вытяжном шкафу. Перед работой руки покрывают специальной пастой. При работе пользуются спецодеждой (халат, перчатки и др.). Хранение и прием пищи, а также курение в рабочем помещении не допускаются.

Контрольные	вопросы
1. Что 2. Как 3. Наз 4. Как 5. К	и износ? ь изнашивания деталей? ановления посадок сопряжений. бы сварки и наплавки деталей? бобы сварки чугунных и алюми- наплавки под слоем флюса, вой наплавки? для сварка и наплавка?
ние в сре. 7. Что	

8. В чем заключается сущность электрохимических способов восстановления деталей?

9. Какие вы знаете способы восстановления деталей пластическим деформированием?

10. Опишите технологию ремонта деталей полимерными материалами.

11. Расскажите о технике безопасности при восстановлении деталей.

Глава 5

РЕМОНТ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

§ 1. ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

При эксплуатации машин и оборудования происходит потеря их работоспособности, возникают различные неисправности. Мероприятия, направленные на поддержание и восстановление утраченной работоспособности машин, объединены в планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта машин в животноводстве (ППРТОЖ). Сущность ее заключается в том, что операции по обслуживанию машин и оборудования проводят в твердо установленные сроки, чтобы предупредить возможные неисправности и поломки.

Техническое обслуживание — это комплекс обязательных операций для поддержания работоспособности машин и оборудования в течение всего срока работы. Для машин и оборудования животноводческих ферм, комплексов и птицефабрик установлены следующие виды технического обслуживания:

ежедневное (ежесменное) техническое обслуживание (ЕТО);

периодическое техническое обслуживание № 1 (ТО-1) и для отдельного оборудования № 2 (ТО-2);

техническое обслуживание при хранении.

Технический осмотр заключается в определении технического состояния и комплектности машин и оборудования, находящихся в эксплуатации, остаточного ресурса сборочных единиц и деталей. Его проводят, используя контрольно-диагностические приборы и приспособления. Обычно технический осмотр делают 1...2 раза в год в плановом порядке в зависимости от характера использования и загрузки машин и оборудо-

вания, а также особенностей технологии содержания животных и птицы. Его осуществляет комиссия в составе инспектора Госсельтехнадзора, инженера по механизации трудоемких процессов в животноводстве, представителя райсельхозтехники в присутствии заведующего фермой (начальника цеха, комплекса) и обслуживающего персонала. Результаты осмотра оформляют актом и заносят в паспорт машин и в журнал учета работы оборудования. Данные осмотра служат основанием для планирования объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Ремонт — это комплекс операций, направленных на восстановление работоспособности и ресурса машин и оборудования или их составных частей. Он включает в себя контрольно-диагностические, разборочно-моечные, слесарные, кузнечные, сварочные, механические, жестяничные, сборочные, регулировочные, окрасочные, обкаточные и другие работы. Ремонт машин и оборудования в животноводстве проводят принудительно в плановом порядке через определенное время работы (по наработке) или по потребности с учетом технического состояния, а также при возникновении неисправностей и отказов (при нарушении работоспособности).

В зависимости от степени повреждений и износа машин и их составных частей, а также трудоемкости работ предусмотрены текущий и капитальный ремонты.

Текущий ремонт выполняют для обеспечения или восстановления работоспособности машин путем замены или восстановления отдельных ее частей. *Капитальный ремонт* проводят для восстановления работоспособности и ресурса машин путем замены или восстановления любых ее частей, включая базовые.

Для большинства машин и оборудования ферм, комплексов и птицефабрик установлен один вид ремонта — текущий.

Сборочные единицы машин также подвергают как текущему, так и капитальному ремонту. Текущий ремонт в основном сводится к замене или восстановлению вышедших из строя деталей (за исключением корпусных или базовых). Сборочную единицу направляют в капитальный ремонт в следующих случаях: базовые и основные детали нуждаются в ремонте; работоспособность сборочной единицы не может быть восстановлена путем проведения текущего ремонта.

Капитальный ремонт сборочной единицы предусматривает ее полную разборку, очистку, дефектацию, восстановление и замену изношенных деталей, сборку, регулировку и испытание и др.

Основной метод ремонта машин и оборудования в животноводстве — агрегатный. Он заключается в замене неисправных сборочных единиц (агрегатов) машины новыми или отремонтированными заранее и взятыми из обменного фонда. Сроки замены сборочных единиц планируют, однако замену проводят только после анализа результатов технических осмотров машин и оборудования. Ремонт машин проводят, как правило, на месте их установки, а сборочных единиц — в зависимости от его сложности на пунктах технического обслуживания комплексов (ферм), в ремонтных мастерских хозяйств и на специализированных предприятиях и в организациях Госкомсельхозтехники.

Для осуществления агрегатного метода ремонта животноводческой техники на пунктах технического обслуживания ферм и комплексов (ПТО), районных станциях технического обслуживания животноводческого оборудования (СТОЖ) и на технических обменных пунктах (ТОП) райсельхозтехник создается постоянный запас сборочных единиц и деталей. Обменный фонд представляет собой определенное число сборочных единиц и деталей каждого наименования, обеспечивающее немедленную замену утративших работоспособность или исчерпавших ресурс объектов. Обменные фонды технических обменных пунктов при райсельхозтехниках создают и поддерживают за счет поступления новых и отремонтированных сборочных единиц.

Капитальный ремонт сложных сборочных единиц (насосов, компрессоров холодильных установок и др.) проводят на специализированных предприятиях Госкомсельхозтехники.

Для привода многих машин и оборудования, в том числе насосов, используют электродвигатели, для поддержания которых в исправном состоянии и увеличения срока службы планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания электрооборудования предусматривает проведение технических обслуживаний, текущих и капитальных ремонтов. В техническое обслуживание входит комплекс мероприятий, включающий осмотр, очистку и смазку электродвигателей, про-

верку состояния изоляции, выполнение простейших регулировок, замену некоторых частей без разборки и снятия электродвигателя с рабочей машины. Техническое обслуживание электродвигателей выполняют согласно установленной периодичности.

При текущем ремонте электродвигателей выполняют все операции технического обслуживания, а также работы по разборке, осмотру, дефектации, ремонту или замене деталей, модернизации, сборке и послеремонтным испытаниям электродвигателей. Такой ремонт, как правило, проводят на месте установки электродвигателей. При наличии неисправностей, для устранения которых требуется специальное оборудование, его выполняют на пунктах технического обслуживания и текущего ремонта электрооборудования. Текущий ремонт электродвигателей проводят согласно составленному и утвержденному главным инженером или руководителем хозяйства графику работники хозяйства, бригада райсельхозтехники или работники объединений «Сельхозэнерго».

При отказах и неисправностях, устранение которых невозможно при текущем ремонте, электродвигатели сдают в капитальный ремонт на специализированные ремонтные предприятия.

Текущий ремонт погружных электродвигателей проводят на специализированных участках технического обслуживания и текущего ремонта или на станциях (в мастерских) текущего ремонта насосов. Обычно участок технического обслуживания и текущего ремонта организуют один на район, а станцию (мастерскую) текущего ремонта насосов — одну на область.

Капитальный ремонт электродвигателей проводят на специализированных ремонтных предприятиях Госкомсельхозтехники.

§ 2. ОБЩИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РЕМОНТА НАСОСОВ

Основные неисправности различных типов насосов, их причины и способы устранения. Для водоснабжения животноводческих ферм и комплексов используют в основном электропогружные насосы типа ЭЦВ и центробежные насосы типа К и КМ. Их применение предусмотрено также и системой машин для комплексной ме-

ханизации животноводства на 1981...1990 годы. При эксплуатации насосов возникают различные неисправности (табл. 6).

Весь комплекс работ, направленных на приведение неисправного насоса в работоспособное состояние, называют производственным процессом ремонта. Основной его частью является технологический процесс, который состоит из следующих этапов: наружная очистка, разборка, очистка и дефектация деталей, устранение дефектов деталей и сборочных единиц, комплектация, сборка, обкатка и испытание насоса, окраска.

Наружная очистка. Насосы, подвергаемые ремонту, должны быть очищены от пыли, грязи и других загрязнений. Различают три вида очистки: погружную, струйную и специальную.

Погружная очистка заключается в погружении объекта (насоса, детали) в моющие растворы и выдержке в них до удаления загрязнений.

При струйной очистке удаление загрязнений происходит путем воздействия на них струи моющей жидкости. В качестве моющей жидкости применяют растворы синтетических средств типа СМС. Синтетические моющие средства представляют собой многокомпонентные составы, в которые входят поверхностно-активные вещества и активные щелочные добавки: кальцинированная сода, триполифосфат натрия, жидкое стекло и др. В настоящее время широко используют моющие средства типа Лабомид и МС (Лабомид 101, Лабомид 102, МС-6, МС-8, МС-15 и др.). Указанные моющие средства применяют в виде водных растворов с концентрацией 10...20 г/дм³. Водные растворы должны иметь температуру 80...90 °С, и на этом уровне их поддерживают во время очистки. Снижение температуры моющих растворов резко ухудшает качество и скорость очистки.

Для струйной очистки насосов используют различные установки и машины, например моечную машину ОМ-837Г.

Специальная очистка, и прежде всего механическая,— это очистка наружных поверхностей стальными, латунными, волосяными щетками, песком, дробью и др. Очистку поверхностей при помощи металлических щеток называют *крацеванием*. Его выполняют вручную или используют привод от электродвигателей через

6. Неисправности насосов, причины их возникновения и способы устранения

Неисправность	Причина	Способ устранения
<i>Центробежные насосы типа К</i>		
Насос не всасывает воду. Стрелки приборов сильно колеблются	Насос и всасывающая линия не залиты или недостаточно залиты водой Всасывающая линия негерметична. Происходит подсос воздуха в местах соединения во всасывающем трубопроводе или через сальниковое уплотнение Приемный клапан негерметичен	Залить насос водой Устранить неплотности соединений всасывающего трубопровода. Подтянуть сальник
Уменьшение напора в процессе работы	Недостаточная глубина погружения приемного клапана Закрыта задвижка на всасывающем трубопроводе Уменьшение частоты вращения электродвигателя Разрыв напорного трубопровода Повреждение рабочего колеса или износ его лопаток Увеличение зазоров щелевых уплотнений насоса, износ уплотнений рабочего колеса	Устранить негерметичность приемного клапана или заменить клапан Обеспечить необходимую глубину погружения Открыть задвижку Проверить электродвигатель и напругу в сети Определить место разрыва и устранить течь Отремонтировать или заменить рабочее колесо новым Отрегулировать зазоры прокладками или заменить изношенные детали

Устранить подсос воздуха. Подтянуть сальник или сменить набивку сальника

Проверить наличие и качество смазки. Добавить смазку или заменить ее

Отцентрировать валы

Заменить шарикоподшипники

Подсос воздуха во всасывающем трубопроводе или через сальник

Недостаточная смазка подшипников или загрязнение смазки

Нарушение соосности валов насоса и электродвигателя

Износ шарикоподшипников

Погружные насосы

Извлечь насос и очистить сетку

Поменять местами подключение фаз электродвигателя

Извлечь насос и заменить изношенные детали

Удлинить колонну водоподъемных труб

Разобрать насос и устранить заедание

Проверить соединение насоса с электродвигателем и устранить неисправность

Большое сопротивление всасывающей части насоса (забита сетка)

Вращение в обратную сторону

Изношены рабочие колеса и направляющие

Насос находится выше статического уровня воды в скважине

Неправильная сборка насоса, вызывающая заедание боковых поверхностей колеса о лопаточные отводы

Неправильная сборка насоса с электродвигателем

Электронасос не дает требуемой подачи

Электронасос работает, но вода не подается

Электронасос потребляет повышенную мощность

Электронасос не дает требуемой подачи

Электронасос работает, но вода не подается

Электронасос потребляет повышенную мощность

гибкий вал. После крацевания поверхности обдувают сжатым воздухом и протирают ветошью. Очистку насосов щетками широко применяют при текущих ремонтах.

На специализированных ремонтных предприятиях применяют пескоструйную очистку. Ее суть заключается в обдувке загрязненных поверхностей кварцевым или металлическим песком (дробью). Пескоструйная очистка наиболее эффективна для удаления старой краски и продуктов коррозии.

Принципиальная схема пескоструйного аппарата показана на рисунке 42. Песок засыпают в бак 2 через загрузочное устройство 1. Через кран 4 он поступает в смеситель 5, где подхватывается струей сжатого воздуха и по шлангу 6 направляется через рабочую головку 7 на очищаемую поверхность. Для пескоструйной очистки рекомендуется использовать металлическую дробь, так как применение кварцевого песка ухудшает санитарно-гигиенические условия труда рабочего.

Разновидностью пескоструйной очистки является гидроабразивная очистка. Она заключается в том, что на загрязненную

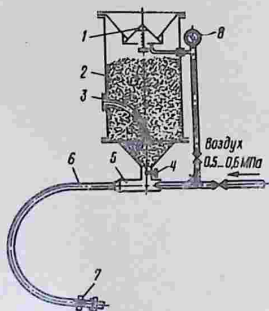


Рис. 42. Пескоструйный аппарат:

1 — загрузочное устройство; 2 — бак для песка; 3 — труба для продувки аппарата; 4 — кран; 5 — смеситель; 6 — шланг; 7 — рабочая головка; 8 — манометр.

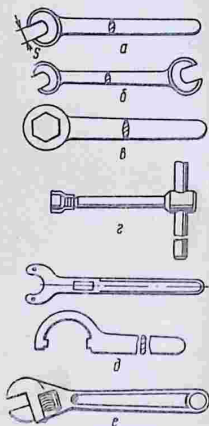


Рис. 43. Гаечные ключи:

а — односторонний; б — двусторонний; в — накидной; г — торцовый; д — для круглых гаек; е — разводной.

поверхность воздействует струя воды, смешанная с абразивом. В качестве абразива применяют в основном кварцевый песок с размером частиц 0,8...1,0 мм.

В настоящее время разработаны различные разновидности перечисленных способов очистки: затопленными струями, с наложением вибраций, в расплаве солей и др.

Разборка насосов. После наружной очистки насосы подвергают разборке.

Разборка — часть технологического процесса ремонта, включающая разборку насоса и его составных частей. Ее проводят для выявления и устранения неисправностей. Разборочные операции выполняют в последовательности, предусмотренной технической документацией на ремонт насоса конкретной марки с учетом его конструктивных особенностей. При этом необходимо применять указанные в документации оборудование, приспособления и инструменты. Строгая последовательность выполнения разборочных операций облегчает процесс разборки и предохраняет детали от поломок.

Наиболее трудоемка разборка неподвижных соединений (резьбовых и прессовых).

При разборке болтовых соединений для отвертывания гаек и болтов применяют гаечные ключи различных типов (рис. 43). Ключи необходимо подбирать по размеру гаек и болтов: губки ключа должны вплотную прилегать к граням гайки, а зазор между ними составлять 0,1...0,3 мм. В зависимости от диаметра резьбы головок болтов и гайки имеют следующие размеры под ключ.

Диаметр резьбы, мм . .	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Размер ключа (зева) S, мм	11	14	17	19	22	27	32	32	36	36	41	46

При отвертывании гаек в местах, где доступ обычным гаечным ключом затруднен, применяют торцевые ключи. Если гайка не поддается отвертыванию, применяют такие приемы, как остукивание гайки легкими ударами молотка, смачивание гайки с болтом керосином или нагрев гайки. При разборке болтовых соединений используют механизированные инструменты: пневматические и электрические гайковерты. Это повышает производительность труда.

Винтовые соединения разъединяют отвертками. Лезвие отвертки должно соответствовать размеру головки, прорези винта.

Шпильки вывертывают специальными ключами, а при их отсутствии — гаечными. Для этого на свободный конец шпильки наворачивают две гайки, плотно прилегающие одна к другой, а затем гаечным ключом, установленным на нижней гайке, вывертывают шпильку.

Для разборки прессовых соединений применяют различные съемники (рис. 44), а в специализированных ремонтных предприятиях также и прессы. При разборке насоса наиболее часто применяют универсальные винтовые съемники. Они позволяют разбирать соединения без ударов, что предохраняет детали от повреждений и облегчает выполнение операций разборки. Если разъединить соединение вследствие коррозии трудно, то его некоторое время выдерживают в керосине, а затем разбирают.

Снятие подшипников с валов и выпрессовку их из корпусов выполняют съемниками или на прессе; при этом усилие при выпрессовке подшипника из корпуса прикладывают к наружному кольцу, а при снятии с вала к внутреннему. В случае необходимости подшипник можно нагреть. Следует иметь в виду, что нагрев открытым пламенем запрещается. Для нагрева можно применять разогретое масло.

При выпрессовке уплотнений и втулок из корпусных деталей насосов, а также подшипников качения не разрешается ударять стальным молотком по снимаемым деталям. Для этого применяют наставки, оправки, приспособления, а также выколотки с более мягкими наконечниками (молотки с медными и алюминиевыми бойками).

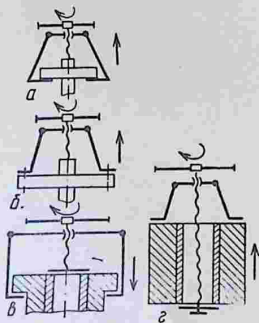


Рис. 44. Схемы применения съемников:

а — с лапками для захвата детали при выпрессовке; б — с лапками, закрепленными на детали для выпрессовки; в — для выталкивания детали; г — для вытаскивания детали.

Очистка деталей. После разборки детали подвергают очистке для удаления с их поверхности пыли, грязи, технологических остатков, продуктов коррозии и других загрязняющих веществ. Качество очистки деталей существенно влияет на качество ремонта насоса в целом. Установлено, например, что неполное удаление загрязнений перед сборкой машин резко снижает их после-ремонтный ресурс. Способы очистки деталей те же, что и насосов в сборе. Широко применяют погружные способы. При этом в качестве моющего раствора могут быть органические растворители, растворяюще-эмульгирующие средства, кислотные растворы и синтетические моющие средства. Из органических растворителей наиболее часто используют бензин, керосин.

Растворяюще-эмульгирующие средства АМ-15, Эмульсин, Лабомид-312 представляют собой смесь растворителей с поверхностно-активными веществами и добавками воды.

Из кислотных растворов при очистке деталей насосов от продуктов коррозии применяют в основном растворы серной и соляной кислот.

На очистку в моечное отделение детали доставляют в специальной таре (корзинах). Детали, уложенные в корзины, помещают в моечные машины и промывают. Если на поверхности деталей после мойки остались продукты коррозии, то их направляют на дополнительную очистку.

Для химического удаления продуктов коррозии с деталей насосов используют кислотные растворы и травильные ингибиторные пасты. Травление проводят в эмалированных, деревянных или сварных стальных ваннах. Внутри стальные ванны защищают кислотостойкими материалами (винипластом, резиной и др.). Для обработки деталей в кислотных растворах можно применять также машину ОМ-9788-ГОСНИТИ.

Травление стальных и чугунных деталей проводят в основном в растворах серной и соляной кислоты. При травлении кислота реагирует как с оксидами железа (ржавчиной), так и с металлом детали. Поэтому для замедления реакции металла в состав растворов вводят ингибиторы: тиомочевину, этиленамин и др. Температура травильного раствора и погружаемых в него деталей должна составлять 10...30°C. Время окончания травления определяют опытным путем (20 мин и более) в

зависимости от степени поврежденности деталей коррозией. Если после травления на детали остаются продукты коррозии, их можно удалить щеткой или смыть водой. По окончании травления детали ополаскивают холодной водой, а затем опускают в ванну для пассивации, цель которой создать на поверхности металла пленку, предохраняющую его от коррозии. В качестве пассиваторов применяют водные растворы каустической соды и хромпика. Время пассивации обычно равно 10...15 мин. После пассивации детали насосов сушат при комнатной температуре.

Травильные пасты содержат водные растворы соляной кислоты, уротропина, жидкого стекла и деревянные опилки. Для удаления продуктов коррозии детали погружают в пасту или ее наносят на поверхность слоем толщиной 0,1...0,5 мм. Время травления пастой в зависимости от степени повреждения деталей коррозией составляет 15 мин и более. После травления пасту смывают водой и нейтрализуют. Для этого можно использовать 5...10%-ный раствор фосфорной кислоты.

В последнее время при очистке деталей насосов от коррозии применяют пескоструйную обработку. С поверхности детали ржавчину удаляют металлической дробью под действием сжатого воздуха от компрессора.

Подшипники качения тщательно промывают в керосине или дизельном топливе, а затем в бензине. После этого их обдувают сжатым воздухом и просушивают. Для мойки можно применять бензин в смеси с минеральным маслом (6...8%). Подшипник погружают в емкость со смесью и, придерживая одной рукой внутреннее кольцо, другой вращают наружное до тех пор, пока дорожки, тела качения и сепаратор не будут очищены от грязи. В ремонтных мастерских организуют специальные места для промывки подшипников качения, которые оснащают двумя промывочными ваннами: для предварительной и окончательной промывок. Хорошие результаты дает промывка подшипников горячим минеральным маслом при температуре 80...90 °С в специальных ваннах с электрическим, водяным или паровым подогревом.

Дефектация деталей. После очистки детали подвергают дефектации. Дефектация — часть технологического процесса ремонта, включающая выявление дефектов детали с целью определения пригодности ее к даль-

нейшей работе или необходимости ремонта. Для дефектации деталей применяют следующие основные методы: наружный осмотр, апробирование вручную, остукивание, измерение износа или зазора стандартным измерительным инструментом или при помощи специальных приспособлений.

При наружном осмотре устанавливают явные дефекты: поломки, большие трещины, пробоины, вмятины и др.

Апробированием вручную определяют пригодность резьбы (отвертывая и заворачивая болт или гайку); заедание шариков (проворачивая кольца подшипников качения) и др.

При остукивании выявляют скрытые дефекты: ослабление заклепок, уменьшение натяга посадок колец и втулок в корпусных деталях, трещины и др.

Для измерения износа или зазора предназначены стандартный измерительный инструмент (штангенциркули, индикаторные нутромеры, микрометры), а также специальные калибры, которые позволяют оценивать пригодность детали по износу одним измерением.

В последние годы широко применяют магнитный, капиллярные, ультразвуковой методы определения скрытых дефектов.

Магнитный метод используют для обнаружения поверхностных и близко расположенных к поверхности трещин, раковин. Его сущность заключается в следующем: деталь намагничивают специальным прибором (дефектоскопом) и посыпают железным порошком. В месте дефекта появляется скопление порошка, по которому можно определить границы трещины или раковины. Для намагничивания деталей применяют универсальные дефектоскопы. Наиболее удобны в использовании дефектоскопы типа МК.

Капиллярные методы основаны на явлении капиллярного эффекта. Наиболее прост следующий способ: деталь смачивают в течение 10...30 мин керосином и вытирают досуха. Затем на поверхность наносят тонкий слой мела. После высыхания обмазки керосин, выходя из капиллярной трещины, смачивает обмазку, показывая расположение дефекта.

Ультразвуковой метод заключается в следующем. Ультразвуковые колебания пропускают через

деталь, а их отражение регистрируют специальным прибором. Если на пути колебаний попадает дефект, то отражение ослабевает. Применяют различные ультразвуковые дефектоскопы.

В зависимости от износа, вида и характера дефекта детали сортируют на группы и маркируют красками: годные без ремонта — зеленой, подлежащие ремонту — белой или синей, негодные — красной, годные без ремонта в сопряжении с новыми деталями (запчастями) — желтой. Негодные детали сдают в металлолом.

По результатам дефектации составляют дефектную ведомость, которая является основным документом для определения потребности в запасных частях при ремонте.

Дефектацию подшипников качения проводят в следующем порядке: наружный осмотр, проверка на шум и легкость вращения, измерение радиального зазора. При осмотре подшипник медленно вращают, располагая его так, чтобы свет падал на осматриваемую поверхность. В случае необходимости используют лупу. Осмотром выявляют трещины, выкрашивания, вмятины, коррозию, износ и другие дефекты. В подшипниках качения не допускаются трещины, выкрашивание металла на кольцах и телах качения, цвета побежалости, выбоины и лунки на беговых дорожках колец, шелушение металла, раковины, сквозные трещины на сепараторе, отсутствие или ослабление заклепок сепаратора.

Перед проверкой на легкость вращения и шум подшипник окунают в 10 %-ный раствор дизельного масла в бензине. Проверку проводят, вращая наружное кольцо и удерживая внутреннее. Исправный подшипник должен вращаться легко, без заметных притормаживаний и заеданий, без рывков и стука. Рывки указывают на наличие в подшипниках механических или абразивных частиц, стуки — на вмятины и коррозионные раковины на телах и дорожках качения. При торможении или заедании подшипник следует еще раз промыть и повторить проверку. Если при повторной проверке дефект не исчезает, подшипник бракуют.

Радиальные зазоры в шариковых и роликовых радиальных подшипниках качения замеряют при помощи прибора КИ-1223. Прибор состоит из плиты 1 (рис. 45) с направляющими 9 и моста 2. В направляющих перемещается каретка 10 с индикатором 7 часового типа и

винтовым зажимом 8. Индикатор закреплен в каретке планкой 11 и винтом 12. В центре моста запрессована втулка 4 с трапецевидальной резьбой; во втулке перемещается винт 5. На конец винта насажен конус 3, посредством которого подшипник прижимается к плите.

По показанию индикатора определяют зазор между внутренним и наружным кольцами шарикоподшипника. Проверяемый подшипник укладывают торцевой частью на плиту 1 и прижимают к ней конусом 3. После этого каретку 10 с индикатором перемещают до соприкосновения его ножки с наружной обоймой подшипника. Стрелка индикатора должна быть повернута на 1...2 оборота. В таком положении каретку закрепляют на плите винтовым прижимом, который должен быть отвернут при перемещении каретки.

Чтобы определить радиальный зазор в подшипниках, необходимо наружное кольцо переместить вдоль оси ножки индикатора сначала в одну сторону, а потом в противоположную. По отклонению стрелки индикатора определяют радиальный зазор в подшипнике. Для получения более точного результата необходимо провести повторную проверку, провернув наружное кольцо подшипника на 90°.

Измеренный радиальный зазор не должен быть выше допустимого. Допустимые зазоры, приводимые в технических требованиях на ремонт насосов, разработаны для конкретных подшипников с учетом места их установки. Если радиальный зазор выше допустимого, то подшипник бракуют.

Допустимые радиальные зазоры для подшипников качения № 305, 307 и 309 соответственно равны 45, 50 и 55 мкм.

Комплектация. Комплектация заключается в подборе групп сопрягаемых деталей сборочных единиц. Ее проводят в комплектовочном отделении, которое осна-

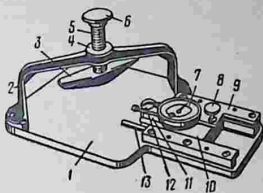


Рис. 45. Прибор КИ-1223 для измерения радиального зазора в подшипниках качения:

1 — плита; 2 — мост; 3 — конус; 4 — втулка; 5 — винт; 6 — головка; 7 — индикатор; 8 — винтовой зажим; 9 — направляющие; 10 — каретка; 11 — планка; 12 — винт; 13 — прямоугольный паз.

щено стеллажами, подставками, столами, передвижными тележками, комплектовочными ящиками, контейнерами, корзинами и др. В это отделение поступают все годные и отремонтированные детали. Детали комплектуют согласно спецификациям, приведенным в нормативно-технической документации на ремонт насосов. Укомплектованные детали укладывают в тару и подают на сборку.

Сборка. Один из заключительных этапов ремонта — сборка. Различают узловую и общую сборку. Вначале собирают сборочные единицы, а затем из них и деталей проводят общую сборку насоса.

При сборке необходимо строго придерживаться последовательности операции, приведенной в типовой технологии на сборку различных насосов. Детали, поступившие на сборку, должны быть чистыми, не иметь коррозии, заусенцев, забоин, задиров и других дефектов.

При сборке резьбовых соединений необходимо следить за тем, чтобы резьба на резьбовой части была полной, без вмятин и заусенцев, а головки болтов и гайки не имели поврежденных углов. Резьбовые поверхности деталей, а также крепежные детали перед сборкой должны быть смазаны. При сборке их надежно и равномерно затягивают; перекосы и деформации сопрягаемых деталей при этом не допускаются. Завертывают болты и гайки ключами соответствующего размера без применения удлинителей. Концы болтов и шпилек должны выступать из гаек не менее чем на один и не более чем на три шага резьбы. В одном соединении концы шпилек должны выступать из гаек на одинаковую высоту.

Для предохранения от самоотвинчивания гаек в насосах часто применяют пружинные и замковые шайбы. Внутренний диаметр пружинной шайбы должен соответствовать диаметру болта. При затяжке гайки плоскость шайбы должна плотно прилегать к торцу гайки. Шайбы можно использовать повторно, если они сохранили хорошую упругость. Замковые шайбы не должны иметь трещин в местах перегиба. Стопорные усики таких шайб должны свободно входить в пазы гаек и валов и надежно предохранять их от проворачивания.

В случае крепления детали несколькими болтами гайки нужно завинчивать в определенном порядке и затягивать постепенно, сначала на половину затяжки, а

затем окончательно и с одинаковой силой, так как неравномерная затяжка может вызвать внутреннее напряжение и поломку деталей. Гайки, расположенные по кругу, затягивают поочередно, крест-накрест.

При сборке шпоночных соединений следует иметь в виду, что призматические шпонки должны входить в паз вала с некоторым натягом от легких ударов медного молотка. В пазу ступицы такие шпонки располагают с более свободной посадкой.

При монтаже подшипников качения следует использовать монтажно-демонтажные приспособления. Последние не должны наносить повреждений деталям, с которыми соприкасаются. Монтаж подшипников на вал осуществляют при помощи монтажного стакана и пресса, наставки или выколотки, монтажной трубы или других приспособлений.

Наиболее распространен монтаж подшипников при помощи труб-наставок, внутренний диаметр которых должен быть немного больше внутреннего диаметра подшипника. К одному концу трубы-наставки 2 (рис. 46) приваривают фланец, предохраняющий подшипник от попадания в него в процессе монтажа посторонних предметов. Другой конец трубы заглушают пробкой. При этом способе монтажа подшипник прижимают к торцу вала, стремясь обеспечить перпендикулярное положение торца внутреннего кольца относительно оси вала. На специализированных ремонтных предприятиях для монтажа подшипников используют прессы.

Монтаж может быть осуществлен двумя приемами: подшипник устанавливают неподвижно на столе прессы и в него впрессовывают вал, или наоборот. Однако во всех случаях усилие прессовки следует прикладывать к тому кольцу, которое монтируют с натягом. Не допускается передача усилия через тела качения, так как подшипник может быть разрушен.

При монтаже должна соблюдаться строгая соосность внутреннего кольца и вала: перекосы затрудняют посадку и могут образовать задиры на шейке

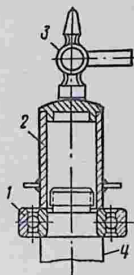


Рис. 46. Монтаж подшипника на вал при помощи трубы-наставки: 1 — подшипник; 2 — труба-наставка; 3 — молоток; 4 — вал.

вала, а в некоторых случаях способствовать разрушению кольца. Если монтаж подшипника проходит с большим усилием, необходимо прекратить работу и проверить размеры и соосность посадочных мест. В противном случае кольцо разрушится или окажется неперпендикулярным оси вала или расточке корпуса.

Если нет монтажного оборудования или монтажных приспособлений, то при установке подшипников на валы можно использовать выколотки. Однако монтаж при помощи выколотки может привести к повреждению подшипников. Выколотки изготовляют из мягкого материала круглого или прямоугольного сечения. Монтировать подшипники при помощи выколотки следует осторожно, нанося удары по всей окружности кольца, причем каждый последующий удар нужно наносить в диаметрально противоположном месте. Удары должны быть равномерными, нерезкими. Для облегчения монтажа подшипников на валы их можно нагреть в масляной ванне до температуры 80...90 °С.

Обкатка и испытание. После сборки насосы обкатывают и испытывают.

Цель обкатки — проверка качества ремонта и начальная приработка насоса, герметичность также температура насоса проводят в рабочем обкатки зависит от монтажа необходимо следить проверять работу всех частей насоса. В случае неисправностей насосы и повторяют обкатку. 1

При обкатке деталей, а также длительность процесса обкатки приборами, насоса. В случае насосы подвер-

Цель испытания — установить, соответствуют ли технические характеристики отремонтированных насосов требованиям нормативно-технической документации. Для обкатки и испытания применяют различные стенды. На них устанавливают приборы, по которым контролируют подачу насоса, напор, частоту вращения, потребляемую мощность. Эти показания сводят в журнал. Параметры испытываемых насосов должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на ремонт насоса.

В период обкатки и испытания насосов проводят также регулировку сальниковых уплотнений. Утечка воды через сальник не должна превышать установленных значений.

При наличии неисправностей, выявленных в процессе испытаний, насос должен быть разобран, дефекты устранены, а обкатка и испытания повторены.

Окраска. После испытаний отремонтированные насосы окрашивают. Окраска — часть технологического процесса ремонта, включающая нанесение краски на насос в целях его защиты от коррозии и удовлетворения требованиям технической эстетики.

Все поверхности насоса, подлежащие окраске, должны быть предварительно подготовлены. В подготовку входит очистка от коррозии и удаление старой краски, обезжиривание поверхности и нанесение смазки на места, не подлежащие окраске.

Старую краску удаляют механическим способом (проволочными щетками, шлифовальными шкурками, различными скребками, пескоструйной обработкой) или путем химического воздействия щелочных составов или органических смывок. Для удаления с насосов старых масляных и эмалевых покрытий применяют смывки. Из щелочных составов применяют следующий: едкий натр — 200 г/дм^3 воды, мел в порошке — 200 г/дм^3 воды. Смывки наносят на поверхность кистью или пистолетом-распылителем. Под действием смывки краска размягчается, набухает и легко удаляется скребками. После снятия старой краски окрашиваемая поверхность должна быть обезжирена и просушена. Обезжиривание выполняют в основном ветошью, смоченной ацетоном или другими органическими растворителями, например уайт-спиритом. На подготовленной к окраске поверхности не должно быть окалины, ржавчины, грязи, влаги и масляных пятен. Места, не подлежащие окраске, покрывают тонким слоем технического вазелина.

Первая операция нанесения покрытия называется *грунтованием*. Ее цель защитить окрашиваемую поверхность от коррозии и повысить сцепляемость поверхности с краской. Для этого применяют краски-грунты. Для окраски погружных электронасосов типа ЭЦВ используют грунт ВЛ-02, грунт ХС-010 или ХСГ-26, для центробежных — ГФ-020 и др. После грунтования наносят краску (эмаль).

Перед нанесением краску доводят до рабочей вязкости. Для этого применяют различные растворители: толуол, ксилол, сольвент и др. Грунты и эмали перед употреблением фильтруют через капроновое сито или через марлю, сложенную вчетверо. Лакокрасочные покрытия можно наносить вручную волосистой кистью или механизированно.

Краску наносят в несколько слоев. После нанесения каждого слоя проводят сушку. Сушка бывает естественной и искусственной. При окраске насосов после ремонта обычно применяют искусственную сушку в сушильных камерах и естественную при комнатной температуре.

§ 3. ДЕФЕКТЫ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ НАСОСОВ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Корпусные детали. Основные дефекты корпусных деталей — трещины, износ посадочных поверхностей под подшипники, повреждения резьбы.

При больших трещинах или если они проходят через посадочные или резьбовые отверстия корпусные детали бракуют. В этом случае они восстановлению не подлежат, а при сборке насосов заменяются новыми.

К частым дефектам чугунных корпусных деталей относятся небольшие трещины. Их можно устранять различными способами. Наиболее часто применяют заварку. При этом место трещины зачищают металлической щеткой, определяют ее длину. Для удобства сварки мелом отмечают границы трещины. Концы накернивают и засверливают сверлом диаметром 3 мм. С кромок трещин снимают фаски под углом до 100° на всю длину. Сварку проводят с подогревом детали или без него.

Марки электродов и режимы сварки чугунных деталей приведены в § 3 главы 4. После заварки трещины деталь укладывают в сухой песок и выдерживают до полного ее охлаждения, что позволяет снять внутренние напряжения. Место заварки зачищают заподлицо с основной поверхностью детали, используя при этом зубило или напильник.

В неотвеченных местах корпусных деталей заделку трещин можно проводить эпоксидными составами.

Предварительно поверхность зачищают до металлического блеска, удаляют следы коррозии и краски. Концы трещины засверливают. Если трещина большая, то с ее кромок снимают фаски. На зачищенный и обезжиренный ацетоном участок поверхности наносят эпоксидный состав и ставят накладку из стеклоткани так, чтобы она перекрывала трещину с каждой стороны на 20... 25 мм. Накладку прикатывают роликом (рис. 47). Затем наносят еще слой эпоксидного состава и ставят вторую накладку так, чтобы она перекрывала первую на 10... 15 мм, прикатывают роликом и смазывают поверхность составом. Затем деталь выдерживают для затвердевания состава. Продолжительность затвердевания зависит от температуры среды, в которую помещена деталь.

Разработан эффективный способ ремонта чугунных корпусных деталей с трещинами при помощи фигурных вставок. Сущность способа заключается в стягивании кромок трещины путем запрессовки фигурной вставки в предварительно подготовленный в детали паз. Фигурные вставки поставляют централизованно в комплекте с необходимой технологической оснасткой и режущим инструментом в удобной переносной упаковке. Это позволяет быстро провести ремонт повреждений детали в условиях любого ремонтного предприятия и хозяйства.

Заделывать трещину можно двумя видами фигурных вставок: стягивающими и уплотняющими. Тех-

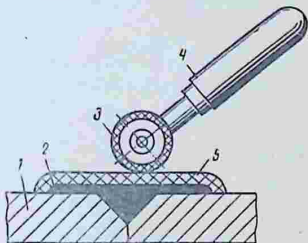


Рис. 47. Прикатка роликом накладки из стеклоткани:

1 — деталь; 2 — эпоксидный состав; 3 — ролик; 4 — рукоятка; 5 — стеклоткань.

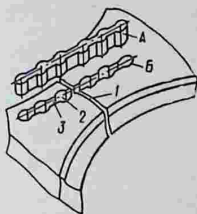


Рис. 48. Ремонт трещин фигурными вставками:

А — фигурная вставка; Б — фигурный паз; 1 — трещина; 2 — отверстие; 3 — перемычка.

нология ремонта с применением фигурных стягивающих вставок следующая. Поперек трещины 1 (рис. 48) просверливают по кондуктору шесть отверстий 2 диаметром 3,5 мм по три с каждой ее стороны и удаляют перемычки 3 между просверленными отверстиями с помощью просечки. Затем в подготовленный таким образом паз Б запрессовывают фигурную вставку А и зачищают место ремонта. Стягивание трещины происходит за счет того, что расстояние между отверстиями больше, чем между утолщениями вставки.

Для обеспечения герметичности при заделке трещин в тонкостенных и толстостенных деталях применяют уплотняющие фигурные вставки. В этом случае фигурный паз делают вдоль и поперек трещины. Перед постановкой вставки отверстия продувают сжатым воздухом, обезжиривают ацетоном и смазывают эпоксидным составом. В подготовленный паз устанавливают вставки сначала поперек трещины, затем вдоль. Фигурные вставки должны плотно входить в паз и обеспечивать достаточную герметичность заделки трещины. После постановки вставки расклепывают и зачищают заподлицо с поверхностью детали.

Износ посадочных поверхностей под подшипники качения и скольжения — распространенный дефект корпусных деталей. Этот дефект можно устранить различными способами. Для многих корпусных деталей погружных и центробежных насосов рекомендуется посадочные места восстанавливать местным железнением.

Режим железнения устанавливают в зависимости от материала детали. Железнение проводят до толщины покрытия, достаточной для получения нормального диаметра отверстия после механической обработки. Продолжительность железнения определяют, исходя из скорости осаждения железа в пределах 0,25... 0,30 мм/ч при плотности тока 30 А/дм². При больших износах посадочных мест можно применять способ запрессовки втулки. Отверстие растачивают и в него запрессовывают предварительно изготовленную втулку с толщиной стенок 2 мм. Отверстие втулки должно иметь такие предельные отклонения, которые обеспечивают соответствующую посадку сопрягаемой детали.

В последнее время для восстановления посадочных мест в корпусе нашли применение полимерные мате-

риалы, в частности различные герметики. Восстановление сопряжения корпус — подшипник качения герметиком 6Ф проводят следующим образом. Внутреннюю поверхность посадочного места в корпусе обезжиривают ацетоном. После этого на нее ровным слоем наносят герметик. Число слоев зависит от износа отверстия. Нанесенный слой высушивают сначала при комнатной температуре в течение 15...20 мин, а затем в термошкафу при температуре 160°C в течение 3 ч. Покрытие из герметика можно наносить и на наружное кольцо подшипника качения. При сборке в сопряжении корпус — кольцо подшипника качения должен быть обеспечен натяг по полимерному покрытию.

На ремонтных предприятиях для восстановления посадочных отверстий распространен способ нанесения эпоксидных составов с последующей постановкой кольца. Для этого растачивают отверстие, на обезжиренные поверхности отверстия и кольца наносят эпоксидный состав и выдерживают на воздухе в течение 10 мин. Затем в отверстие запрессовывают кольцо и растачивают его до нормального размера.

Разработана новая технология восстановления изношенных посадочных отверстий в корпусных деталях путем установки стальных свертных втулок на эпоксидном составе с последующим раскатыванием. Технологический процесс восстановления включает следующие этапы: 1) растачивание посадочных отверстий; 2) снятие заходных фасок в отверстиях; 3) изготовление свертных втулок из стальной ленты; 4) обезжиривание поверхности отверстий и втулок ацетоном; 5) нанесение эпоксидного состава на поверхность отверстия; 6) установка свертных втулок в отверстие; 7) раскатывание втулок до нормальных размеров.

Для изготовления свертных втулок используют стальную холоднокатаную ленту из углеродистой конструкционной стали 35, 40, 50, 55. Поверхности свертной втулки и расточенного отверстия обезжиривают, на последнюю наносят тонкий слой эпоксидного состава. Для установки втулки в отверстие применяют специальное приспособление. Отверстия после установки втулок раскатывают на токарных, сверлильных, расточных станках. Для этого служат раскатники. Раскатывание повышает твердость поверхности втулки, повышает прочность сопрягаемых деталей.

Преимущества рассмотренного способа заключаются в сокращении объема механической обработки и затрат на восстановление посадочных отверстий в корпусных деталях.

На крупных специализированных ремонтных предприятиях для восстановления посадочных мест в корпусных деталях внедряют и другие способы, например электроконтактную приварку стальной ленты.

Небольшие повреждения резьбы в корпусных деталях (забоины, смятые нитки и др.) устраняют прогонкой метчиками. Крупные дефекты, например износ резьбы, можно устранить постановкой резьбовых спиральных вставок. Для этого отверстие рассверливают до определенного размера, нарезают резьбу и в нее ввертывают резьбовую вставку. Данные для выбора сверл и метчиков приведены в таблице 7.

7. Размеры сверл и метчиков для резьбовых отверстий под резьбовые вставки

Резьбовое отверстие	Диаметр сверла для рассверливания, мм	Размер метчика для нарезания резьбы под резьбовую вставку
M5×0,8	5,2	M6×0,8
M5×1,0	7,0	M8×1,0
M8×1,25	8,7	M10×1,25
M10×1,5	10,5	M12×1,5
M12×1,75	12,2	M14×1,75
M14×2,0	14,0	M16×2,0
M16×2,0	16,2	M18×2,0
M18×2,5	18,0	M20×2,5
M20×2,5	20,0	M22×2,5
M22×2,5	22,0	M24×2,5

Резьба должна быть чистой, без сорванных ниток, заходной виток должен иметь хороший заход, без смятин и сколов.

Резьбовые вставки изготавливают на ремонтных предприятиях Госкомсельхозтехники в виде пружинящей спирали из проволоки ромбического сечения с острым углом 60° (рис. 49). Наружная и внутренняя поверхности вставки представляют собой метрическую резьбу разных размеров. На одном конце вставки имеется технологический поводок, с помощью которого специальным ключом вставку ввертывают в отверстие. Затем поводок удаляют бородком. Для восстановления резьбовых отверстий серийно выпускается комплект

приспособлений ПИМ-5331-ГОСНИТИ, в который входят необходимые инструменты и спиральные вставки. Этот способ позволяет восстанавливать резьбу до нормального размера, в несколько раз повышает производительность труда при восстановлении, износостойкость и стабильность резьбовых соединений.

При отсутствии резьбовых вставок можно нарезать резьбу ремонтного размера. В этом случае применяют болты и винты большего размера. Данные для выбора сверл и метчиков для нарезания резьбы ремонтного размера приведены в таблице 8.

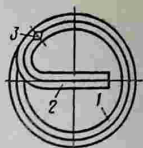


Рис. 49. Спиральная резьбовая вставка:

1 — спираль; 2 — по-
водок; 3 — прорезь.

8. Размеры сверл и метчиков для нарезания резьбы ремонтного размера

Размер восстанавливаемой резьбы	Диаметр сверла для рассверливания отверстия, мм	Размер метчика для нарезания резьбы
M5×0,8	5,0	M6×1,0
M6×1,0	6,7	M8×1,25
M8×1,25	8,5	M10×1,5
M10×1,5	10,2	M12×1,75
M12×1,75	11,9	M14×2,0
M14×2,0	14,0	M16×2,0
M16×2,0	15,4	M18×2,5
M18×2,5	17,4	M20×2,5
M20×2,5	19,4	M22×2,5
M22×2,5	20,9	M24×2,5

Валы. При ремонте насосов встречаются следующие основные дефекты валов: износ шпоночного паза, износ и повреждение резьбы, износ посадочных поверхностей под подшипники качения, скольжения и рабочие колеса, изгиб.

При износе шпоночного паза отдельные дефекты боковых граней (канавок) устраняют напильником. В случае значительного износа шпоночной канавки допускается увеличение ее ширины на 10...15% против номинальной. При этом ставится новая шпонка большего размера. В сопрягаемой детали также увеличивают канавку. Шпоночные канавки вала обрабатывают на фрезерном, строгальном или на токарном станке (с помощью приспособлений). Если шпоночная канавка

изношена настолько, что увеличивать ее ширину уже недопустимо, то старую канавку заваривают и на валу размечают и фрезеруют новую канавку, сместив ее по окружности вала относительно старой на 90°. Боковые стенки шпоночных канавок должны быть ровными, чистыми, непараллельность кромок на длине канавки допускается не более 0,15 мм. Размер восстановленной шпоночной канавки должен соответствовать размерам, указанным в технической документации. Правильность размеров и форм шпоночной канавки проверяют штангенциркулем или шаблоном.

Износ и повреждение резьбы — часто встречающийся дефект. Смятие резьбы на валах устраняют прогонкой плашками. Сорванную резьбу, если позволяет прочность вала, нарезают заново на меньший диаметр и применяют другую гайку. Перед нарезанием старую резьбу срезают на токарном станке.

На ремонтных предприятиях распространено восстановление резьбы наплавкой. Перед наплавкой резьбовую часть протачивают на токарном станке. Наплавленный слой по толщине должен быть достаточным для получения чистой резьбы. После наплавки вал протачивают и нарезают резьбу. Качество нарезки новой резьбы можно проверить наворачиванием на вал новой гайки. Она должна проходить по всей длине резьбы без заеданий и не иметь заметной качки.

Износ посадочных поверхностей под подшипники и рабочие колеса восстанавливают различными способами. Часто на ремонтных предприятиях применяют наплавку. Однако износ валов насосов небольшой, поэтому их восстановление наплавкой нерационально, так как большая часть наплавленного металла уходит в стружку при механической обработке. Такие валы эффективно восстанавливать железнением. Технология железнения посадочных мест валов обычная. После нанесения соответствующего слоя железа валы шлифуют до нормального размера.

В последние годы на специализированных ремонтных предприятиях для восстановления посадочных мест валов под подшипники качения внедряют технологию электроконтактной приварки стальной ленты.

Изгиб — один из серьезных дефектов валов. Даже при небольшом изгибе вала ухудшаются условия работы установленных на нем рабочих колес, подшипни-

ков и др. Биение вала часто приводит к быстрому износу других деталей насоса.

Изгиб вала определяют при помощи индикатора, для чего вал устанавливают в центре токарного станка, а индикатор закрепляют на суппорте. Стержень индикатора подводят к валу так, чтобы он легко опирался на поверхность вала. После этого циферблат индикатора перемещают до совпадения стрелки с нулевой отметкой и рукой медленно вращают вал. При помощи суппорта передвигают индикатор по длине вала, отмечая мелом места наибольшего и наименьшего отклонения стрелок индикатора. Если изгиб больше допустимого, установленного техническими требованиями на ремонт, вал правят. Например, для валов центробежных насосов типа К допускается изгиб не более 0,1 мм на всей длине.

Правку валов осуществляют на станках в местах максимального прогиба. На призмы вал устанавливают изгибом вверх, затем над изогнутым участком располагают шток гидравлического устройства и прогибают вал в обратную сторону примерно на величину первоначального изгиба. После снятия нагрузки вал должен оставаться прогнутым в обратную сторону. Затем операцию правки повторяют, но при этом вал не прогибают, а выправляют до прямолинейной формы. Правку проводят в несколько приемов до удаления изгиба. При правке на призмы стоек и под шток гидравлического устройства кладут прокладки из мягкого материала, например меди. Правка валов — сложная операция, ее должны выполнять квалифицированные рабочие.

Подшипники качения. Основные дефекты подшипников качения — увеличенный радиальный зазор, повреждение беговых дорожек шариков и роликов, износ посадочных поверхностей внутренних и наружных колец. В условиях ремонтных мастерских подшипники качения не ремонтируют, а направляют на ремонтно-подшипниковые заводы, где перешлифовывают кольца, ставят шарики или ролики увеличенного размера, заменяют сепараторы.

Сбор подшипников и отправка их на ремонтные заводы обязательны для всех эксплуатирующих и ремонтных предприятий. Это позволяет более экономно использовать высококачественную легированную сталь.

§ 4. ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ НАСОСОВ

Погружные насосы. После подъема из скважины и слива воды насос очищают щетками от солевых отложений, коррозии и др. Насос и электродвигатель разъединяют на стендах ОР-6002 или 8781. Последний применяют на специализированных предприятиях Госкомсельхозтехники по ремонту погружных насосов.

Последовательность разборки насосов различных марок зависит от их конструктивных особенностей и указана в нормативно-технической документации на ремонт. Например, для насоса 1ЭЦВ6-10-80 (рис. 50) она следующая: снимают головку 1 и корпус 9 верхнего подшипника, а затем защитную втулку 10, стакан 11 в сборе, распорную втулку 12, рабочее колесо 13, кольца 14 и 15. После разборки всех секций насоса вынимают вал 19 из основания 18.

В погружных насосах изнашиваются валы, рабочие колеса, направляющие аппараты и другие детали. Валы могут иметь износ шпоночных канавок и посадочных поверхностей, повреждение резьбы, изгиб. Эти дефекты устраняют изученными ранее способами. Во многих погружных насосах рабочие колеса и направляющие аппараты выполнены из полимерных материалов. При ремонте эти детали обычно заменяют новыми. Рабочие колеса и направляющие аппараты, изготовленные из металлов, при износе уплотнительных поясков ремон-

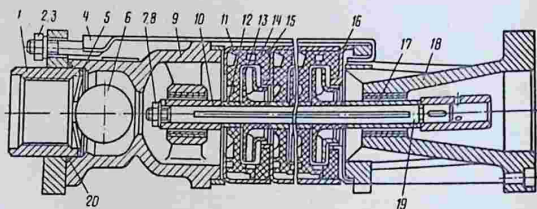


Рис. 50. Насос 1ЭЦВ 6-10-80;

1 — головка; 2 — гайка; 3 — шайба; 4 — стяжка; 5 — ограничитель; 6 — шаровый клапан; 7 — гайка; 8 — шайба стопорная; 9 — верхний корпус подшипника; 10, 17 — защитные втулки; 11 — стакан; 12 — распорная втулка; 13 — рабочее колесо; 14, 15 — кольца; 16 — стакан; 18 — основание; 19 — вал; 20 — кольцо.

тируют постановкой стальных колец. Для этого уплотнительные пояски протачивают и запрессовывают предварительно изготовленные ремонтные кольца. Толщина колец — 2,5...3,0 мм. Кольцо запрессовывают с натягом 10...30 мкм. После запрессовки наружные поверхности колец обрабатывают до требуемых размеров. Рабочие колеса после ремонта должны быть отбалансированы.

При ремонте погружных насосов распорные втулки, уплотнительные кольца, резиновые манжеты и некоторые детали с трещинами и отколами заменяют новыми. Дефекты корпусных деталей устраняют способами, описанными в главе 4 и § 3 главы 5.

Защитные втулки насоса шлифуют до ремонтного размера. При износе наружной поверхности эти втулки при сборке соединяют с подшипниками также ремонтного размера. Нормальные и ремонтные размеры защитных втулок и подшипников для некоторых насосов ЭЦВ приведены в таблице 9.

9. Размеры защитных втулок и подшипников

Марка насоса	Нормальный размер, мм		Ремонтный размер, мм*	
	втулка	подшипник	первый	второй
ЗЭЦВ6-6,3-85				
1ЭЦВ6-10-80	25 ^{-0,110} -0,150	25 ^{+0,150}	24,5	24
ЗЭЦВ8-25-100	30 ^{-0,025} -0,085	30 ^{+0,150}	29,5	29

* Отклонения для ремонтных размеров втулки и подшипника такие же, как и для нормальных размеров.

Детали, поступающие на сборку, должны быть сухими и чистыми. Рабочие поверхности подшипников и уплотнительные кольца должны смазываться тонким слоем сырого глицерина.

Размеры деталей, зазоры и натяги в сопряжениях при сборке насосов должны соответствовать нормативно-технической документации на ремонт.

Погружные насосы собирают в последовательности, обратной разборке, с учетом их конструктивных особенностей.

После сборки насоса проверяют легкость вращения вала. Он должен легко проворачиваться от руки в обе стороны без заеданий. Определяют осевой зазор (осевое перемещение) вала насоса, подав его в крайнее верхнее и крайнее нижнее положение. Осевое перемещение у погружных насосов должно находиться в пределах установленных значений (табл. 10).

10. Допустимое осевое перемещение вала погружных насосов

Марка насоса	Осевое перемещение вала, мм	
	максимальное	минимальное
ЗЭЦВ 6-6,3-85	3	1
1ЭЦВ 6-10-80	5	3
ЭЦВ 8-25-100	5	3

Насос до соединения с электродвигателем подвергают на стенде проверке на герметичность (рис. 51). Насос устанавливают входным отверстием на центрирующий конус 2, имеющий кольцевые уплотнения 4. Насосы с другими формами входного отверстия по торцевой поверхности уплотняют прокладкой. Сверху на нагнетательный патрубок монтируют уплотнительное кольцо 5 с прокладками и через пята 6 винтом 7 закрепляют погружной насос 9. Воду от другого насоса подают через штуцер 1; открыв кран 8, выпускают воздух из внутренней полости насоса, затем кран закрывают. Давление воды постепенно повышают до соответствующего режиму работы испытываемого насоса. Течь и просачивание жидкости в местах соединений секций насоса не допускаются.

После соединения с электродвигателем электронасос обкатывают и испытывают на стенде при номинальной частоте вращения. Принципиальная схема стенда для испытания электронасосов приведена на рисунке 52.

Обкатку проводят не менее 30 мин на номинальном режиме. Во время обкатки не допускаются посторонние шумы, стуки, сильная вибрация, заедания при трогании и др. При обнаружении дефектов электронасос немедленно отключают, выявляют и устраняют их причины.

При испытаниях проверяют напор и подачу в рабочей области, а также потребляемый ток. Подачу элект-

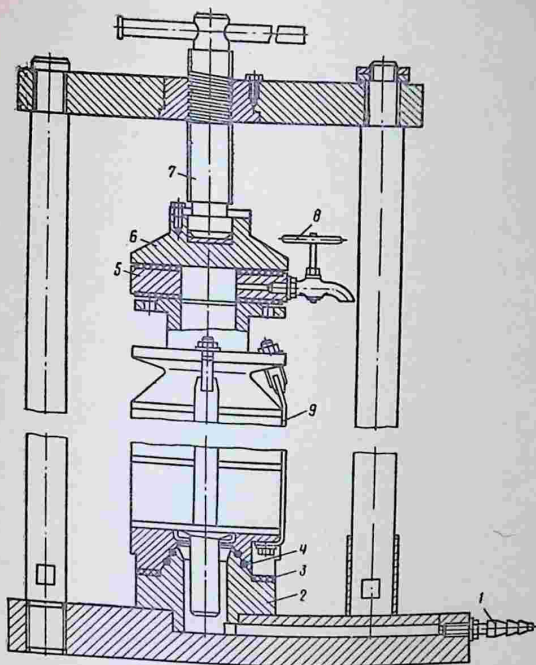


Рис. 51. Схема установки для гидравлического испытания погружных насосов:

1 — штуцер; 2 — центрирующий конус; 3 — прокладка; 4 — кольцевые уплотнения; 5 — уплотнительное кольцо; 6 — пята; 7 — винт; 8 — кран; 9 — насос.

Для насосов рекомендуется измерять объемным методом не менее чем в трех точках (номинальной и крайних) рабочей области характеристики.

Подачу ($\text{м}^3/\text{ч}$) воды насосом рассчитывают по формуле

$$Q = v/t, \quad (14)$$

где v — объем воды, перекачиваемый в мерный бак, м^3 ; t — время заполнения мерного бака, ч.

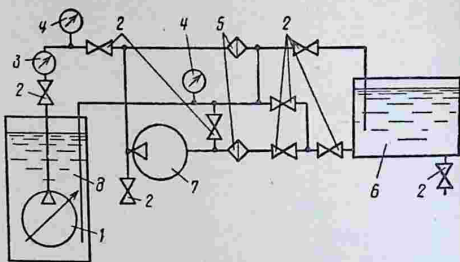


Рис. 52. Принципиальная схема стенда для испытания электронасосов:

1 — испытуемый электронасос; 2 — вентили; 3 — расходомер; 4 — манометры; 5 — фильтры; 6 — мерный бак; 7 — насос кольцовки; 8 — емкость для установки электронасоса.

Одновременно с измерением подачи следует проверить напор насоса в рабочей области с помощью манометра. Подача и напор в контрольных точках должны отвечать требованиям технических условий. Для отремонтированных насосов с напором до 0,50 МПа допустимые отклонения напора составляют 10 %, с напором более 0,50 МПа — 6 %.

Одновременно контролируют ток и частоту вращения вала электродвигателя. Ток, потребляемый электронасосами, находят как среднеарифметическое показаний трех амперметров в фазах, а потребляемую мощность — как сумму показаний двух ваттметров.

После определения параметров работы электронасоса рассчитывают его коэффициент полезного действия и результаты испытаний заносят в соответствующие протоколы. Основные показатели некоторых марок электронасосов приведены в таблице 11.

По окончании испытаний сливают воду и подают электронасос на консервацию, которая должна обеспечивать его защиту от коррозии. Для консервации применяют ингибированный водный раствор следующего состава (г/дм³): нитрит натрия 50...60, уротропин 40...50, кальцинированная сода 5...10. При приготовлении консервирующего раствора необходимо взвесить соответствующее количество химикатов, растворить их отдельно в небольших емкостях, после этого растворы вылить в

11. Основные показатели электронасосов

Показатель	Значение показателя для насоса		
	ЗЭЦВ6-6,3-85	1ЭЦВ6-10-80	ЭЦВ6-20-100
Номинальная подача, м ³ /ч	6,3	10	25
Номинальный напор, МПа	0,85	0,80	1,00
Максимальная подача, м ³ /ч	9	12	34
Напор при максимальной подаче, МПа	0,68	0,67	0,75
Минимальная подача, м ³ /ч	5	7	16
Напор при минимальной подаче, МПа	0,93	0,90	1,10
Коэффициент полезного действия электронасоса, не менее, %	48,5	48,5	53,1

емкость в таком порядке: кальцинированная сода, нитрит натрия, уротропин. Смесь перемешивают в течение 10 мин.

После консервации погружной электронасос красят. На подготовленную поверхность сначала наносят слой грунта ВЛ-02 или ХСГ-26 и сушат при 18...20°C в течение 0,5...2 ч, затем наносят 2...3 слоя эмалевой краски ХС-78 или ХС-720. При этом каждый последующий слой краски наносят на хорошо просушенный предыдущий слой.

Отремонтированные погружные насосы направляют на эксплуатацию или хранение.

Центробежные насосы. Порядок разборки центробежных насосов различных марок зависит от их конструктивных особенностей. У центробежных насосов типа К сначала снимают всасывающий патрубок 1 (рис. 53) и рабочее колесо 3, а затем отсоединяют спиральный корпус 2 от опорного кронштейна 9. Вал 10 в сборе с подшипниками 12 выпрессовывают из опорного кронштейна после снятия с вала полумуфты 14 и распорной втулки 13 и отсоединения крышек подшипника 16 от кронштейна.

Устранение дефектов валов и корпусных деталей рассмотрено ранее (см. главу 4 и § 3 главы 5). Поврежденные защитные втулки, крышки и кольца сальников, грунд-буksы при сборке насосов заменяют новыми. При капитальном ремонте заменяют также сальниковые набивки, картонные и другие уплотнительные прокладки независимо от их технического состояния.

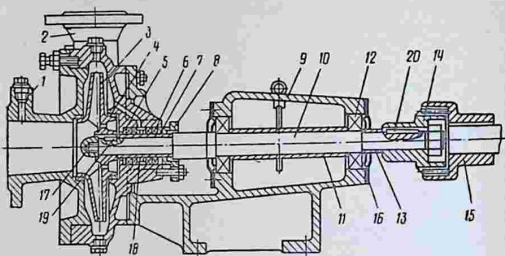


Рис. 53. Центробежный насос типа К:

1 — всасывающий патрубок; 2 — спиральный корпус; 3 — рабочее колесо; 4 — защитное кольцо; 5 — грунт-букса; 6 — набивка; 7 — защитная втулка; 8 — крышка сальника; 9 — опорный кронштейн; 10 — вал; 11 — распорная труба; 12 — подшипник; 13 — распорная втулка; 14, 15 — полумуфты; 16 — крышка подшипника; 17 — колпачковая гайка; 18 — кольцо сальника; 19, 20 — шпонки.

Рабочие колеса могут иметь следующие дефекты: трещины, износы поверхностей лопаток по толщине, повреждения шпоночных пазов, износы уплотнительных поясков. Рабочие колеса с трещинами и износами поверхностей лопаток по толщине заменяют новыми. Дефекты шпоночных пазов устраняют обычными способами (см. § 3 главы 5). Износ уплотнительных поясков — частый дефект рабочих колес. В этом случае зазор между пояском колеса и защитным кольцом корпуса увеличивается выше допустимого. Дефект устраняют, протачивая или шлифуя уплотнительные пояски колес под ремонтный размер защитного кольца, которое изготавливают с уменьшенным внутренним диаметром двух ремонтных размеров (табл. 12).

12. Допустимое уменьшение диаметра пояска и защитного кольца

Диаметр рабочих колес, мм	Уменьшение диаметра под ремонтный размер, мм	
	первый	второй
50...100	0,7	1,5
101...200	1	2,0

Центробежные насосы собирают в порядке, обратном разборке. Детали должны иметь размеры, соответ-

ствующие нормативно-технической документации на ремонт. При сборке это обеспечит требуемые натяги и зазоры в сопряжениях (табл. 13) и хорошее качество сборки. При хорошем качестве сборки вал насоса должен вращаться плавно, без заеданий.

13. Натяги и зазоры основных сопряжений насоса К90/85 (4К-6)*

Сопрягаемые детали	Натяг (—), зазор (+), мм		
	по чертежу		допусти- мый
	макси- мальный	минималь- ный	
Рабочее колесо — вал	+0,041	+0,000	+0,082
Защитная втулка — вал	+0,055	+0,000	+0,150
Вал — подшипник качения (внутреннее кольцо)	—0,030	—0,002	—0,002
Подшипник качения (наружное кольцо) — опорный крон- штейн	+0,050	+0,000	+0,070
Защитное кольцо — рабочее колесо	+0,739	+0,500	+1,48

* В скобках указана марка насоса по старому ГОСТу.

После сборки насосы подвергают обкатке и испытанию. Обкатку и испытание насосов проводят на испытательных стендах или непосредственно на месте установки. Часто используют стенд 8803.

При установке насоса для обкатки должна быть обеспечена надежность крепления, соосность соединений. Перед обкаткой насоса следует проверить наличие смазки, легкость вращения рабочего колеса. Насос включают после заполнения его водой. Длительность обкатки в зависимости от мощности в номинальном режиме должна быть не менее указанной ниже.

Мощность насоса, кВт	Длительность обкатки, не менее, ч
До 10	0,2
От 10 до 50	0,5
От 50 до 100	1,0

Для насоса К 90/85, например, время обкатки должно быть не менее 15 мин. Обкатку проводят при номинальной частоте вращения вала, используя чистую прес-

ную воду при температуре не выше 50°C. В процессе обкатки не должно быть шума, стука, вибрации насоса. Необходимо следить за состоянием уплотнений. При нормальной затяжке из-под уплотнения не должно просачиваться воды больше нормы. При обкатке установившаяся температура подшипников не должна превышать 80°C. Если при обкатке насос работает нормально, приступают к испытаниям.

При испытаниях проверяют основные параметры насосов после ремонта. Испытания проводят при различных подачах. Обычно одна из них номинальная, другие — максимальная и минимальная.

У отремонтированных насосов основные показатели должны быть почти такими же, как и у новых (табл. 14). У центробежных насосов типа К допускается отклонение напора при номинальной подаче от +7% до -5% его номинального значения.

14. Основные показатели центробежных насосов типа К

Показатель	Значение показателя для насоса		
	К 90/85	КМ 45/55	К 20 30
Подача, м³/ч	90	45	20
Напор, МПа	0,85	0,55	0,30
Частота вращения, с⁻¹	48	48	48
Потребляемая мощность, кВт	33	10,5	2,7

Для окраски отремонтированных центробежных насосов применяют грунт ГФ-020 и эмаль ПФ-115.

§ 5. РЕМОНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Неисправности электродвигателей, их причины, способы определения и устранения. У электродвигателей могут возникнуть различные неисправности. Они вызваны различными повреждениями в электрической и механической части электродвигателя. Электродвигатель не запускается или не развивает номинальной частоты вращения при отсутствии напряжения в одной из фаз, снижении напряжения в сети, межвитковом за-

мыкании и обрыве в обмотке статора, перегрузках. Повышенный нагрев статора возникает в случае перегрузки двигателя, повышения или понижения напряжения в сети. Это может произойти также при межвитковом замыкании и обрыве в обмотке статора, замыкании обмотки на корпус. В таких случаях сильный нагрев обмотки сопровождается сильным гудением двигателя.

Повышенный нагрев подшипников, а также сильная вибрация электродвигателя и стук в подшипниках вызываются нарушением режима смазки подшипников, их повреждениями, неудовлетворительной центровкой вала двигателя и насоса.

Прежде чем приступить к устранению повреждения, сначала устанавливают его причину. С этой целью проводят осмотр без разборки электродвигателя. Проверяют состояние корпуса, крепящих деталей, других частей. Ротор электродвигателя должен проворачиваться вручную без приложения значительных усилий. В противном случае выявляют причину неисправности и устраняют ее. Осмотром проверяют состояние изоляции выводных концов, для чего снимают крышку коробки выводов. Если неисправности, выявленные при внешнем осмотре, не препятствуют включению электродвигателя, то его запускают вхолостую. При этом контролируют вибрацию и нагрев отдельных частей, обращают внимание на уровень шума.

Температуру отдельных доступных мест электродвигателя определяют спиртовыми термометрами. При этом резервуар обертывают фольгой, чтобы термометр можно было плотно прижать к нагретой поверхности. Широко распространено измерение температуры термопарой с индикатором температуры. Температура подшипника может быть выше нормы в результате его повреждения или отсутствия смазки. В таких случаях, если к крышкам подшипника имеется доступ, можно их снять и убедиться в наличии смазки. При необходимости смазку добавляют.

Наиболее ответственная операция — контроль технического состояния обмоток статора. Для этого применяют приборы, позволяющие обнаружить витковые замыкания, обрывы в обмотках, проверить состояние изоляции. Например, при определении витковых замыканий используют аппарат типа ЕЛ, а обрыв замыкания на корпус выявляют с помощью мегомметра.

Витковое замыкание в обмотках электродвигателя без разборки можно проверить следующими методами.

При методе индуктивных напряжений проверку выполняют так: концы обмоток разъединяют и на одну из них подают напряжение, равное 20...25% номинального, а на выводах других обмоток измеряют индуцируемое напряжение. При наличии короткозамкнутых витков напряжение в обмотке понижено.

Метод токов состоит в измерении тока в каждой фазе электродвигателя. При соединении обмоток статора в звезду больший ток будет в фазе поврежденной обмотки, а при соединении в треугольник больший ток будет в фазах, между которыми включена поврежденная обмотка.

Результаты осмотра, замеров и наблюдения записывают в журнал или ведомость, по которым устанавливают повреждение и принимают решение о способе его устранения. Полное представление о характере и объеме ремонтных работ с целью устранения неисправности электродвигателя может быть получено только после его разборки, осмотра и дефектации.

Разборка электродвигателей. Электродвигатели, поступившие в ремонт на пункты текущего ремонта и специализированные ремонтные предприятия, должны быть укомплектованы необходимыми деталями. При очистке от грязи и пыли электродвигатели обычно продувают сжатым воздухом и протирают ветошью. Для их разборки применяют различные стелы, столы и приспособления, например стол-тележку (рис. 54), или стел ОНР-3314.

Рассмотрим последовательность и способы разборки асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

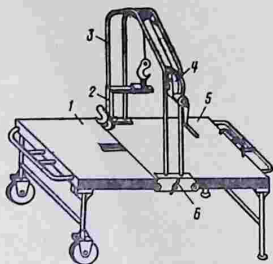


Рис. 54. Стол-тележка для проведения текущих ремонтов электродвигателя:

1 — рама; 2 — приспособление для вывода и ввода ротора в статор; 3 — стрела; 4 — лебедка; 5 — крышка; 6 — винт.

Сначала снимают кожух вентилятора. Для этого вывертывают болты или винты, которые его крепят к корпусу, а затем универсальными съемниками снимают вентилятор с вала. Подшипниковые щиты демонтируют в таком порядке. Отвинчивают болты и снимают крышки подшипников. Отвинчивают болты, крепящие подшипниковый щит к корпусу. Не снимая щит, наносят на него и корпус метки, по которым при сборке электродвигателя устанавливают щит на свое место. Легкими ударами молотка через деревянную прокладку по выступающим частям отделяют щит от корпуса. Затем его передвигают вдоль ротора. Чтобы не повредить сердечник статора и изоляцию обмоток, предварительно в воздушный зазор между ротором и статором кладут лист плотного картона, на который и ляжет ротор, когда щит будет снят.

Вывод ротора из расточки статора очень ответственная операция, так как даже незначительное задевание ротора за сердечник или обмотку может привести к серьезным повреждениям. В небольших электродвигателях после выемки обоих подшипниковых щитов вручную вынимают ротор. В крупных электродвигателях ротор вынимают подъемными приспособлениями, например электротельфером. При выводе ротора следят за тем, чтобы он двигался строго по оси расточки статора. На пунктах текущего ремонта для этих целей используют приспособления для вывода и ввода ротора в расточку статора. Таким приспособлением оборудуется стол-тележка для проведения текущих ремонтов электродвигателей на фермах и комплексах.

Снятие подшипников качения и их замену проводят в случае их износа: выкрашивания металла, при появлении трещин, а также цветов побежалости на поверхности колец и тел качения подшипника, отсутствии или ослаблении заклепок сепаратора, наличии забоин и вмятин на сепараторе, препятствующих плавному вращению подшипника, увеличении радиального зазора свыше допустимых значений. Для измерения радиального зазора подшипника, находящегося на валу ротора, рекомендуется приспособление КИ-6178 (рис. 55). При этом индикатор 3 устанавливают таким образом, чтобы его ножка упиралась в наружное кольцо подшипника 4 и была перпендикулярна к образующей. Подшипник перемещают в направлении оси индикатора вверх и

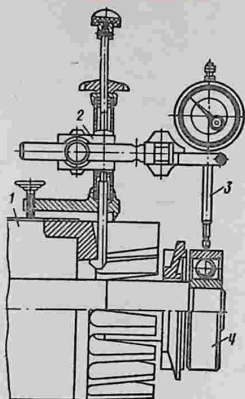


Рис. 55. Приспособление КИ-6178 для контроля подшипников на валу ротора:

1 — ротор; 2 — приспособление; 3 — индикатор; 4 — подшипник.

вниз до упора. Разность показаний индикатора при нижнем и верхнем положении наружного кольца подшипника соответствует зазору в подшипнике.

Разборка погружных электродвигателей должна проводиться в последовательности, указанной в нормативно-технической документации на их ремонт. Для различных типов и марок она различна.

После снятия с электродвигателя основных деталей их очищают. Станину, кожух, вентилятор, поверхность расточки статора, обмотку статора очищают от пыли сжатым воздухом и протирают чистой тряпкой или ветошью. Для удаления смазки с подшипниковых щитов, крышек подшипников, подшипников применяют специальные ванны. Подшипники очищают следующим образом. Опускают ротор в вертикальном положении в ванну так, чтобы бензин или керосин покрыл тонким слоем подшипник и затем его промывают. Не меняя положения ротора, его вынимают из ванны и протирают.

Дефекты основных деталей электродвигателей и способы их устранения. Способы определения дефектов и требования на дефектацию крепежных и корпусных деталей, подшипников качения, валов такие же, как и для деталей насосов. Особое внимание следует обращать на состояние обмотки статора. Проверяют, нет ли повреждений изоляции, лакового покрытия лобовых частей в виде вмятин, вспучиваний или трещин, потемнений в результате местных перегревов и других дефектов. У электродвигателей чаще всего повреждаются статор и ротор. У статора дефекты могут иметь станина, сердечник, обмотка.

Станина по сравнению с другими деталями электродвигателя повреждается сравнительно редко. Дефектами ее могут быть излом лап, трещины, забоины, износ или срыв резьбы в отверстиях, забоины и заусенцы на посадочных местах под подшипниковые щиты.

Срыв или износ резьбы можно устранить постановкой спиральных резьбовых вставок или нарезкой резьбы ремонтного размера, применив при этом винты и болты большего размера.

Забоины и заусенцы на посадочных местах под подшипниковые щиты зачищают напильником. Изломы лап и трещины в станине электродвигателя устраняют сваркой при капитальном ремонте на специализированном ремонтном предприятии.

Сердечник может иметь повреждение антикоррозионного покрытия, а также коррозионное разрушение на внутренней поверхности. Устраняют эти дефекты следующим образом. Зачищают участки, поврежденные коррозией, шлифовальной шкуркой до исчезновения следов коррозии и продувают сжатым воздухом. Зачищенные места покрывают лаком БТ-99 и просушивают на воздухе в течение 3...5 ч. Затем кистью наносят лак. После высыхания лаковая пленка должна быть гладкой и однородной. При износе поверхности расточки сердечника статор бракуют.

У обмоток статора наиболее серьезными дефектами являются витковые замыкания, замыкание витков на корпус, обрывы проводов в обмотке. Обычно такие обмотки при капитальном ремонте электродвигателей заменяют новыми.

Как показывает практика эксплуатации и ремонта электродвигателей, основная доля причин выхода их из строя приходится на различные повреждения обмоток. В процессе эксплуатации обмотки электродвигателя подвергаются воздействию окружающей среды. При этом они увлажняются. Попадание влаги в обмотку приводит к ухудшению диэлектрических характеристик изоляции и преждевременному выходу электродвигателя из строя. Степень увлажненности обмоток статора контролируют по сопротивлению изоляции относительно корпуса и между фазами. Если окажется, что сопротивление ниже нормированного, то обмотки статора подвергают сушке.

В процессе сушки обмоток необходимо контролировать температуру сушки и сопротивление изоляции. При этом температура должна быть не выше предельно допустимой для данного класса нагревостойкости изоляции. В первый период сушки сопротивление изоляции обмоток несколько снижается, если изоляция была увлажнена. Затем, когда начинается удаление влаги из изоляции, оно возрастает и при достижении равновесной влажности стабилизируется. Сушка считается оконченной, если сопротивление изоляции остается неизменным в течение 2 ч.

Если обмотка сильно увлажнена и сопротивление изоляции после сушки остается ниже нормы, можно провести циклическую сушку. В этом случае процесс сушки складывается из периодических нагреваний и охлаждений.

Существует несколько способов сушки: конвективная, токовым нагревом, индукционным нагревом и др.

Конвективную сушку осуществляют в сушильных шкафах и печах. Носителем теплоты является нагретый воздух. Теплота передается от статора к обмотке, поэтому наружные ее слои высыхают быстрее, чем внутренние. Для более равномерного удаления влаги из изоляции температуру в сушильном шкафу следует поднимать постепенно.

Сушка токовым нагревом заключается в пропускании тока по обмоткам. Для этого обмотки статора соединяют последовательно и через понижающий или сварочный трансформатор включают в электрическую цепь. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора в процессе сушки должно быть не выше 20 % номинального напряжения электродвигателя. При прохождении тока проводники нагреваются и обмотка высушивается. Такую сушку обмоток можно проводить как в неразобранном, так и в разобранном электродвигателе. Токовый нагрев значительно сокращает продолжительность сушки обмоток по сравнению с конвективным.

В настоящее время на принципе токового нагрева работают специальные установки и стенды для сушки обмоток электродвигателей. К ним можно отнести стенд МИИСП и установку 8816, разработанную во Всесоюзном научно-исследовательском и технологическом институте монтажа, эксплуатации и ремонта машин и

оборудования животноводческих и птицеводческих ферм (ВНИИТИМЖ). Сушку проводят постоянным током. Установка 8816 оснащена устройством постоянного контроля температуры корпуса двигателя с автоматическим прекращением нагрева при перегреве обмоток и повторным включением при снижении температуры. Она имеет также устройство постоянного контроля сопротивления изоляции. Сушка прекращается автоматически по достижении сопротивления изоляции установленного значения.

Сушку индукционным нагревом (рис. 56, а) осуществляют токами, возникающими при пропускании переменного тока по намагничивающей обмотке, намотанной на станину статора. Намагничивающую обмотку выполняют изолированным проводом, например ПР или ПРГ. После включения ее в сеть станина статора нагревается и сушит обмотку. Этот способ можно применять при сушке изоляции электродвигателя на месте его установки.

В практике ремонта электродвигателей применяют и другие способы сушки, например, *инфракрасными лучами*. Для этого используют лампы инфракрасного излучения (рис. 56, б), в которых 80...90% подводимой электрической энергии преобразуется в энергию теплового излучения.

При замене обмотки, а также при повреждении ее изоляции проводят пропитку обмотки электродвигателя лаком в специальной ванне. Применяют различные

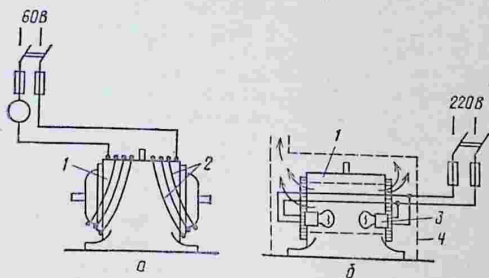


Рис. 56. Сушка обмоток электродвигателей: индукционным нагревом (а) и лампами инфракрасного излучения (б):

1 — электродвигатель; 2 — изолированный провод; 3 — лампы; 4 — шкаф.

электроизоляционные пропиточные лаки. Пропитку осуществляют следующим образом. Погружают статор в ванну с лаком так, чтобы пазы оказались в вертикальном положении, и выдерживают в ней. Обычно пропитку продолжают до тех пор, пока из лака не перестанут выделяться пузырьки воздуха (10...15 мин), что свидетельствует о заполнении лаком всех пор в обмотке для пропитки. Затем статор вынимают из ванны и в течение 20...30 мин дают лаку стечь. С металлических частей лак очищают ветошью, смоченной растворителем. В качестве растворителя используют толуол или ксилол. Для растворения лаков БТ можно применять сольвент.

По окончании пропитки проводят сушку при температуре 105...110°C. После высыхания лаковая пленка должна быть гладкой и однородной.

Повреждения выводных проводов — часто встречающийся при эксплуатации электродвигателей дефект. При текущих ремонтах электродвигателей большой объем работ выполняют по устранению таких повреждений. Окислившиеся, подгоревшие или потемневшие контактные поверхности наконечников зачищают напильником до металлического блеска. Обгоревшие или оплавленные наконечники заменяют новыми. Для этого необходимо снять старый наконечник и припаять новый.

Если на выводных проводах отдельные участки изоляции повреждены, их изолируют тремя слоями изоляционной ленты вполнахлестку. Способы наложения изоляционной ленты при изоляции проводов показаны на рисунке 57.

При повреждении или растрескивании изоляции выводных проводов по всей длине, а также при повреждении токоведущих жил выводные провода заменяют новыми. Технология замены следующая. С лобовой части обмотки у места крепления выводных проводов снимают бандаж и отсоединяют поврежденный выводной провод от вывода катушечной группы. Новый выводной конец заготавливают из провода марок ПРГ, ПЭГ, РКГМ, ЛПЛФ по размерам отсоединенного провода. При сечении провода 6 мм² и более с его конца снимают изоляцию, зачищают провод и устанавливают наконечник. После обжатия наконечник необходимо пропаять. Если сечение выводных проводов менее 6 мм², то концы скручивают в петлю и пропаивают. Затем вывод-

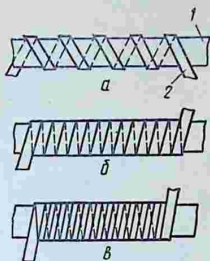


Рис. 57. Способы наложения изоляционной ленты:
а — вразбежку; б — встык; в —
внахлестку; 1 — провод; 2 —
изоляционная лента.

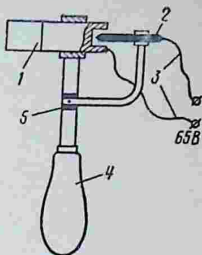


Рис. 58. Дуговой паяльник:
1 — медь; 2 — уголь; 3 — про-
вода; 4 — рукоятка; 5 — изоля-
ция.

ные провода пропускают через отверстия станины и на них надевают электронизоляционные трубки длиной 60...70 мм. Зачищают концы выводного провода и катушечной группы на длине 35...40 мм и соединяют скруткой. Конец скрутки сваривают угольным электродом или пропаивают на всей длине. На скрутку необходимо надеть электронизоляционную трубку или можно изолировать место соединения тремя слоями электронизоляционной ленты внахлестку.

Пайку медных проводов осуществляют припоями типа ПОС. Для пайки используют обычные электрические или дуговые паяльники (рис. 58), в которых медь паяльника нагревается электрической дугой. Эти паяльники работают при напряжении 36...65 В от понижающих трансформаторов. Иногда вместо пайки припоями ПОС применяют электросварку, которая более надежна и не требует припоя.

При повреждении лакового покрова обмотки ее покрывают электронизоляционным лаком или эмалью (табл. 15).

После высыхания лаковая пленка должна быть гладкой и однородной.

Повреждение бандажей лобовых частей обмоток статора (ослабление, обрыв или потеря механической прочности) не допускается. В этом случае их заменяют. Бандажировать лобовые части обмотки можно сте-

15. Режимы сушки покрытий

Наименование и марка материала	Кинематическая вязкость, мм ² /с	Температура сушки, °С	Время сушки, ч
Лак БТ-99	30...60	18...22	3
Эмаль ГФ-92-ХС	30	20	24
Эмаль ПВЭ-6, ПВЭ-7	30	20	24
Эмаль ПВЭ-20	30	20	24

клянной, тафтяной или киперной лентой. Новые бандажки покрывают лаком и просушивают на воздухе.

При ослаблении и повреждении пазовых клиньев их выбивают и заменяют новыми. Используемые для замены деревянные клинья должны быть пропитаны в трансформаторном масле и просушены. Режим пропитки: температура 100...120°С, время 3...4 ч. Режим сушки: температура 100...110°С, время 5...6 ч.

При текущем ремонте погружных электродвигателей в операции ремонта статора входит замена выводных проводов обмотки, бандажей и пазовых клиньев при их повреждениях. В качестве выводных проводов применяют провода марок ВПП или ВПВ. При повреждении изоляции в лобовой части обмотки статора снимают бандаж, очищают изоляцию провода около места повреждения и изолируют 4...5 слоями поливинилхлоридной ленты, после чего бандажируют лобовые части изоляционной лентой.

Подшипниковые щиты имеют следующие дефекты: трещины, забоины и заусенцы на посадочных местах под корпус статора, иногда износ посадочных поверхностей под подшипники. Забоины и заусенцы зачищают напильником. Небольшие трещины в щитах на ремонтных предприятиях заваривают. Если на щите образовалось несколько трещин или трещина проходит к посадочному или резьбовому отверстию, то такие щиты не ремонтируют, а заменяют новыми.

Изношенные посадочные поверхности щитов под подшипники качения восстанавливают местным железнением, полимерными материалами, иногда запрессовкой ремонтной втулки. Подробно эти способы были рассмотрены ранее. В подшипниковых щитах погружных насосов могут наблюдаться трещины, вырывы и другие повреждения на рабочей поверхности втулки подшипника, а также ее износ. При ремонте щиты заменяют

новыми или изготовленными из текстолита ПТК-35. Размеры (длина, ширина, толщина) заготовок при изготовлении втулок подшипников для электродвигателей ПЭДВ 2,8-140 и ПЭДВ 4,5-140 составляют $60 \times 60 \times 35$ мм, для электродвигателей ПЭДВ 8-140 и ПЭДВ 11-140 — $60 \times 60 \times 40$ мм.

После изготовления втулок необходимых размеров их запрессовывают в щиты, предварительно покрыв посадочную поверхность тонким слоем смазки. После запрессовки внутреннюю поверхность растачивают до требуемого размера. Диаметры втулок подшипников растачивают как до нормальных, так и до ремонтных размеров (табл. 16).

16. Внутренние диаметры втулок подшипников

Марка электродвигателя	Диаметр втулки, мм		
	нормальный	ремонтный	
		первый	второй
ПЭДВ2,8-140	$34^{+0,150}$	$34,0^{+0,150}$	$33,5^{+0,150}$
ПЭДВ4,5-140			
ПЭДВ8-140	$39,5^{+0,150}$	$39,0^{+0,150}$	$38,5^{+0,150}$
ПЭДВ11-140			

Допустимые натяги при запрессовке текстолитовых втулок в подшипниковые щиты имеют следующие значения.

Внутренний диаметр втулки, мм	Натяг, мм
35	0,09...0,21
40	0,09...0,21
50	0,24...0,40
60	0,32...0,46

Для улучшения смазки подшипников водой на их внутренней поверхности нарезают три канавки.

У ротора электродвигателя наиболее часто встречаются следующие дефекты: износ посадочных поверхностей под сопрягаемые детали (подшипники качения, соединительные муфты), износ шпоночных канавок, изгиб вала, повреждения поверхности сердечника коррозией.

Изношенные посадочные места и шпоночные канавки ротора восстанавливают обычными способами, как

и у вала насосов. Наружу удаляют правкой. Поверхности, поврежденные коррозией, шлифуют шкуркой и обдувают сухим воздухом. У роторов погружных электродвигателей эту поверхность покрывают краской ФЭП-203 и ставят на воздухе 3-4 ч. При нанесе наружной поверхности тончайшей втулки погружных электродвигателей ее шлифуют под ремонтный размер вала в шлифовальном щите (табл. 17). В случае сильного износа наружной поверхности втулок (более 0,8 мм) их заменяют новыми. На токарном станке срезают изношенные втулки, не допуская касания резцом щеки вала ротора. На шейки вала надевают новые штифты, предварительно нагретые до 350...400 °С, которые затем шлифуют до нормального размера.

17. Внутренние диаметры втулок ротора

Марка электродвигателя	Диаметр втулки, мм		
	нормальный	ремонтный	
		первый	второй
ПЭДБ28-140	35 ^{-0,100} -0,150	34,5 ^{-0,100} -0,150	34 ^{-0,100} -0,150
ПЭДБ45-140			
ПЭДБ8-140	40 ^{-0,100} -0,150	39,5 ^{-0,100} -0,150	39 ^{-0,100} -0,150
ПЭДБ11-140			

Сборка электродвигателей. Сборка отремонтированных электродвигателей проводится в основном с помощью тех же приспособлений и инструментов, что и разборка. Перед сборкой проверяют комплектность отремонтированных сборочных единиц и деталей.

Рассмотрим процесс сборки электродвигателя с короткозамкнутым ротором. На вал ротора напрессовывают подшипники качения, предварительно нагретые в масляной ванне. На подшипник ротора устанавливают передний подшипниковый щит. Эту операцию необходимо выполнять с помощью молотка и наставки. Предварительно подшипники заполняют смазкой. Ротор в сборе с передним подшипниковым щитом вставляют в расточку статора и закрепляют подшипниковый щит болтами. Ротор устанавливают в статор осторожно, чтобы не повредить обмотки и сердечник.

Перед монтажом подшипниковых щитов рекомендуется покрыть посадочные места под щит тонким слоем

смазки. Затем ставят задний подшипниковый щит и закрепляют его болтами. При правильной установке риски, нанесенные на щит и статор до сборки, должны совпадать. Болты затягивают попеременно в диаметрально противоположных точках, совершая за каждый раз примерно на полоборота. Не затягивают болты подшипниковых щитов до отказа, предотвращая ротор от руки. При правильной сборке ротор должен легко вращаться. Проворачивание ротора при приложении значительного усилия объясняется наличием застывшего масла в подшипниках, исторением деталей между статором и ротором, перекосом деталей при сборке, посадкой подшипников качения на вал или в корпус с недопустимо большим натягом и др. Устранив неполадки, окончательно затягивают болты и устанавливают крышки подшипников. Монтируют также вентилятор и его кожух.

При вращении ротора лопасти вентилятора не должны задевать кожух.

Порядок сборки погружного электродвигателя рассмотрим на примере электродвигателя типа ПЭДВ. На нижний конец вала устанавливают нижний подшипниковый щит, напрессовывают пята и закрепляют ее пружинным кольцом. В корпусе монтируют верхнее и нижнее кольца крепления подшипниковых щитов, зафиксировав их упорными кольцами. Лобовые части обмоток закрывают пластмассовыми защитными цилиндрами. После этого с нижней части статора вставляют ротор, предварительно заложив резиновые уплотнения (кольца). Устанавливают подпятник (с корпусом), диафрагму и днище таким образом, чтобы шпильки крепления проходили через отверстия в этих деталях. Навертывают гайки на шпильки, не затягивая их на 2...3 оборота. На верхнем подшипниковом щите ставят уплотнения и через отверстия протягивают провода выводов обмоток. Монтируют верхний подшипниковый щит, наворачивают гайки, не затягивая их на 2...3 оборота. После этого закрепляют крышку пескосбрасывателя. Проверяя легкость проворачивания ротора, окончательно затягивают гайки и на конце вала монтируют пескосбрасыватель.

Испытание электродвигателей. Контрольные испытания проводят с целью выяснения соответствия параметров электродвигателя нормативно-технической до-

кументации на ремонт. Таким испытаниям подвергают каждый отремонтированный электродвигатель. Их проводят согласно ГОСТ 7217—79 «Электродвигатели трехфазные асинхронные. Методы испытаний».

Испытания отремонтированных асинхронных трехфазных электродвигателей включают в основном следующие операции:

измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса двигателя и между обмотками;

измерение сопротивления обмоток при постоянном токе;

испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса двигателя и между обмотками;

испытание электрической прочности межвитковой изоляции обмоток;

определение тока и потерь холостого хода.

Рассмотрим отдельно каждую операцию.

1. Сопротивление изоляции обмотки (МОм) относительно корпуса и между обмотками при рабочей температуре электродвигателя должно быть не ниже расчетного значения, определяемого по формуле

$$R_p = U_n / 1000, \quad (15)$$

где U_n — номинальное напряжение испытываемой обмотки, В.

Сопротивление изоляции обмоток статора измеряют мегомметром при напряжении 500 В. Погружные электродвигатели перед испытаниями заполняют водой и погружают в воду с температурой 15...25 °С.

За действительное значение сопротивления изоляции принимают то значение, которое показывает мегомметр через 60 с после приложения напряжения мегомметра к изоляции. Считают нормальным, если сопротивление изоляции обмоток электродвигателей в холодном состоянии (20 °С) не ниже 4 МОм, а для погружных электродвигателей не ниже 10 МОм.

2. Для измерения сопротивления обмоток при постоянном токе сначала измеряют сопротивление между каждой парой линейных выводов на электродвигателе, а затем рассчитывают сопротивление каждой фазы по формулам. При соединении фаз в звезду

$$R_1 = (R_{1-2} + R_{1-3} - R_{2-3}) / 2, \quad (16)$$

$$R_2 = (R_{1-2} + R_{2-3} - R_{1-3})/2, \quad (17)$$

$$R_3 = (R_{3-1} + R_{2-3} - R_{1-2})/2, \quad (18)$$

где R_1, R_2, R_3 —сопротивления каждой фазы обмоток статора; $R_{1-2}, R_{1-3}, R_{2-3}$ —сопротивления, измеренные между выводами.

Среднее сопротивление одной фазы

$$R_{cp} = (R_1 + R_2 + R_3)/3, \quad (19)$$

Сопротивление каждой фазы не должно отличаться от среднего и от установленного значений более, чем на 10%.

Ниже приведены установленные значения сопротивления обмоток фаз погружных электродвигателей.

Тип электродвигателя	Сопротивление обмотки фазы, Ом
ПЭДВ2,8-140	2,10
ПЭДВ4,5-140	1,46
ПЭДВ5,5-140	0,98
ПЭДВ8-140	0,73
ПЭДВ11-140	0,53

3. Испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса двигателя и между обмотками проводят при повышенном напряжении и частоте 50 Гц. Значение испытательного напряжения определяют по формуле

$$U_{\text{и}} = 2U_{\text{н}} + 1000, \quad (20)$$

где $U_{\text{н}}$ —номинальное напряжение электродвигателя, В.

В начале испытания напряжение не должно превышать 1/3 максимального значения, а затем в течение 10...15 с его плавно повышают до требуемого значения. Испытание проводят в течение 60 с, затем снижают напряжение до 1/3 и отключают.

Результаты испытания изоляции считают удовлетворительными, если не происходит пробоя изоляции.

4. Испытание электрической прочности межвитковой изоляции обмоток проводят, повышая подводимое напряжение частотой 50 Гц на 30% выше номинального значения в течение 5 мин. В процессе испытания не должно быть пробоя изоляции и резких изменений напряжения.

5. Ток и потери холостого хода определяют опытным путем (опыт холостого хода). Для этого в цепь статора электродвигателя включают амперметры, вольтметры и ваттметры, которые необходимы для измерения тока в фазах, напряжения и мощности.

Опыт холостого хода необходимо проводить при установившемся тепловом режиме подшипников электродвигателя, поэтому сначала двигатель проходит обкатку на холостом ходу. Длительность обкатки для различных электродвигателей неодинакова: для погружных электродвигателей она должна быть не менее 1 ч.

В процессе опыта холостого хода по показаниям приборов фиксируют ток, мощность и напряжение. За действительный линейный ток холостого хода I_0 (А) принимают среднее арифметическое значение токов каждой фазы, т. е.

$$I_0 = (I_1 + I_2 + I_3)/3, \quad (21)$$

где I_1 , I_2 , I_3 — соответственно токи в первой, второй, третьей фазе (А).

После опыта ток и потери холостого хода сравнивают с данными, определенными заводами-изготовителями (табл. 18).

18. Значения токов и потерь мощности холостого хода для погружных электродвигателей

Марка электродвигателя	Ток, А	Потери мощности, Вт
ПЭДВ2,8-140	4,3	630
ПЭДВ4,5-140	6,4	850
ПЭДВ5,5-140	6,8	860
ПЭДВ8-140	10,5	1200
ПЭДВ11-140	12,5	1400

Полученные значения тока холостого хода не должны отличаться от табличных более чем на 10 %.

Увеличенный ток возникает при большом воздушном зазоре между статором и ротором, замыкании листов сердечника статора между собой. Это приводит к снижению коэффициента полезного действия электродвигателя.

При испытаниях электродвигателей используют контрольно-испытательные установки КИ-6379, КИ-6380 и др.

Окраска электродвигателей. Перед окраской электродвигателей поверхности, имеющие неровности и выбоины, прошпаклевывают. Можно применять шпаклевки ХВ-00-4, ХВ-00-5 или НЦ-00-8. После просушки в течение 2...2,5 ч покрытие шлифуют шкуркой. Для окраски электродвигателей применяют различные эмали, которые наносят на поверхность краскораспылителями в окрасочной камере. Широко используют эмаль ПФ-115. Ее вязкость при окраске должна составлять 25...30 мм²/с. Для разбавления эмали служат растворители: скипидар или сольвент. После окраски электродвигатели сушат на воздухе в течение суток.

При окраске погружных электродвигателей сначала наносят слой грунтовки ВЛ-02, который сушат в течение 15...20 мин при температуре 20...23 °С. Затем покрывают поверхность эмалью ХВ-124 или ХС-78 и при такой же температуре сушат. В случае необходимости можно наложить второй слой эмали. После окраски пленка эмали на поверхности электродвигателя должна быть равномерной, без пузырей и подтеков.

Ремонт передаточных механизмов. Электродвигатели с погружными насосами соединяют муфтами, дефектами которых могут быть трещины, износ посадочной поверхности под вал насоса и электродвигателя, износ шпоночных пазов. При трещинах и износах посадочных поверхностей муфты заменяют новыми. При износе шпоночных пазов в муфтах выше допустимого под углом 90° делают новые пазы.

В некоторых погружных насосах наружные поверхности муфт сопрягаются с подшипниками скольжения. При работе эти поверхности изнашиваются. Муфты с такими дефектами шлифуют до ремонтного размера и устанавливают подшипниковую втулку тоже ремонтного размера.

Центробежные насосы типа К с электродвигателями для привода соединяют с помощью двух полумуфт (одна на валу насоса, другая на валу электродвигателя). Дефектами полумуфт могут быть трещины, изломы, износы посадочных поверхностей под валы, а также в некоторых случаях выкрашивание, раковины поверхностей отверстий под соединительные пальцы. При ремонте полумуфты с такими дефектами заменяют новыми. В случае износа шпоночных пазов выше допустимого у муфт под углом 90° делают новый паз.

Дефекты трубопроводов и емкостей, способы их устранения. В процессе эксплуатации в трубопроводах появляются различные неисправности. Для труб водопроводной сети характерные дефекты — трещины, разрывы, свищи, а также нарушения резьбовых, сварных и других соединений. При ремонте трубопроводов часто возникает необходимость определить точные границы трещин. Для этого с дефектного места удаляют изоляцию, обильно смачивают его керосином, а через 0,5 ч тщательно вытирают и простукивают молотком. В тех местах, где есть трещина, на поверхности трубы выступает керосин в виде мелких капель и пузырьков.

Трещины в чугунных трубах устраняют электродуговой сваркой или при помощи клеевых составов. Перед заваркой зону трещины в чугунной трубе очищают до металлического блеска от грязи, масла, битума, ржавчины. На концах трещины просверливают отверстия диаметром 4...6 мм для того, чтобы в дальнейшем она не увеличивалась в длину. Заваривают трещину чугунными электродами. Если толщина стенки трубы более 5 мм, то с кромок трещины снимают фаски.

Заварку трещин в чугунных трубах можно проводить также биметаллическими электродами. Эти электроды состоят из медного прутка диаметром 2...4 мм, обмотанного полоской черной жести толщиной 0,2...0,35 мм и шириной 5...6 мм с меловой обмазкой. Сварку биметаллическими электродами обычно ведут при обратной полярности. Если трещина небольшая, то ее можно устранить, приклеивая накладки. Для этого по концам трещины сверлят отверстия, снимают фаску на глубину 3...5 мм. Трещину и очищенную поверхность вокруг нее обезжиривают ацетоном и просушивают, а затем наносят клеевой состав, ставят накладку из стеклоткани и прикатывают ее роликом. После этого вторично наносят слой клеевого состава, ставят другую накладку так, чтобы она перекрывала первую на 10...15 мм, прикатывают ее и высушивают соединение.

Для устранения трещин, свищей и других дефектов в стальных трубах применяют электродуговую и газовую сварки. Если участок трубы поражен коррозией, то это место зачищают до металлического блеска, вы-

резают стальную накладку, размеры которой превышают поврежденный участок на 30...40 мм, и приваривают ее.

При эксплуатации трубопроводов иногда происходит нарушение сварных швов. Для устранения повреждения применяют электросварку. Для этого концы труб тщательно подготавливают. При толщине стенки свыше 5 мм с концов трубы снимают фаски. Сборку и стяжку труб под сварку рекомендуется вести при помощи приспособления (рис. 59).

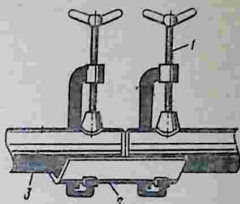


Рис. 59. Приспособление для сборки и стяжки труб:
1 — струбцина; 2 — угольник; 3 — труба.

Участки труб с поврежденной резьбой, разрушенными стенками и большими вмятинами заменяют новыми, для чего эти участки вырезают и делают вставки.

К резке труб предъявляют следующие требования: обрез трубы должен быть чистым, без внешних и внутренних заусенцев. Трубу следует отрезать до конца; обламывать ее перед окончанием обреза нельзя. Резку труб выполняют ручным, механическим, газопламенным способом.

Для резки труб используют ножовки, труборезы, трубоотрезные станки и механизмы (см. § 4 главы 3). Труборезные станки и механизмы различных конструкций применяют в основном на участках и пунктах по ремонту животноводческого оборудования. Распространенный способ резки стальных труб — газопламенная резка с помощью резаков.

Для соединения труб применяют короткую и длинную резьбы. При короткой резьбе получают соединение, разъединить которое можно, только разрезав трубу. Соединение на длинной резьбе, называемой сгоном, можно разъединить без разрезки трубы — путем сгона контргайки и муфты в сторону длинной резьбы.

В качестве уплотнений резьбовых соединений используют льняную пряжу и суриковую жидкую мастику. Широко применяют фланцы для соединения труб. Асбестоцементные трубы соединяют при помощи фланцевых муфт и резиновых колец.

Для соединения полиэтиленовых труб применяют сварку при помощи газопламенного нагревателя, а также муфты и склеивание.

Внутренний водопровод на ферме после ремонта подвергают гидравлическому испытанию по правилам и требованиям, предъявляемым к монтажу нового водопровода. Если при ремонте был заменен небольшой участок труб, вместо гидравлического испытания проводят проверку отремонтированного участка водопровода на утечку воды и герметичность сварных швов под рабочим давлением сети. После испытания водопровод дезинфицируют раствором хлорной извести и промывают водой до полного удаления запаха хлора.

Для дезинфекции обычно используют растворы с концентрацией активного хлора 75...100 мг/дм³ при контакте 5...6 ч и 40...50 мг/дм³ при контакте до 24 ч. Хлорный раствор приготавливают на месте в деревянной бочке, куда засыпают измеренное количество хлорной извести, разбавляют водой и тщательно перемешивают. По окончании времени контакта хлорную воду спускают в место, указанное санитарно-эпидемиологической службой.

Наружная поверхность стальных и чугунных трубопроводов подвергается коррозии. Для предохранения от коррозии их после ремонта покрывают изоляцией. Процесс нанесения изоляции состоит из очистки поверхности труб, грунтовки и накладки изоляции. Очистку труб ведут вручную или с использованием шлифовальных механизмов. Поверхность очищают от грязи, ржавчины и окалины до металлического блеска. В качестве грунта обычно используют раствор битума в трех частях бензина. Раствор готовят так. Разогревают битум до жидкого состояния в котле. Затем его наливают в бак и дают остыть до температуры 70...80°C. После остывания его осторожно вливают в емкость с бензином и непрерывно перемешивают деревянной мешалкой до полного растворения битума. Грунтовку наносят ровным слоем толщиной 0,1...0,2 мм без подтеков, сгустков и пропусков. Накладывать грунтовку необходимо сразу после очистки труб. После высыхания грунтовки укладывают битумную изоляцию. Битумное изоляционное покрытие готовят из битума и наполнителя. Укладку выполняют вручную или с помощью специальной машины.

Характерные повреждения металлических емкостей — трещины, пробойны листов, повреждения соединений и деформации.

Трещины баков заваривают, а на пробойны накладывают заплаты и приваривают или устанавливают накладки на заклепки. Для приварки накладки тщательно зачищают место шва напильником (металлической щеткой), а затем плотно всей поверхностью прикладывают ее к поврежденному месту и приваривают. При ремонте баков применяют листовую сталь с высокими механическими свойствами и хорошей свариваемостью. Для сварки используют различные электроды, например Э-42.

Стыковые швы выполняют в один слой. С увеличением толщины металла число слоев увеличивают. Швы проверяют на герметичность. Их покрывают водным меловым раствором. После высыхания раствора другую сторону каждого шва смачивают керосином; просачивание не допускается. По окончании ремонта бак заполняют водой, при этом течь через сварные швы не допускается. После контроля воду сливают, бак промывают, дезинфицируют и окрашивают снаружи свинцовым суриком в два слоя.

Неисправности арматуры и способы их устранения. При ремонте арматуры приходится устранять неисправности кранов, задвижек, вентилях, клапанов. Наиболее характерные дефекты кранов — трещины и пробойны в стенках корпуса, износ или срыв резьбы, износ сопряженных трущихся деталей корпуса и пробки, износ или повреждение сальниковых уплотнений. Трещины, изломы и пробойны в корпусе крана заваривают. Изношенные посадочные места под пробку в корпусе растачивают и шлифуют, изношенный конус пробки протачивают на токарном станке. Обработанные конусные поверхности пробки и отверстия притирают, используя абразивные микропорошки и притирочные пасты. После притирки поверхности доводят. Для этого применяют пасты ГОИ, разработанные Государственным оптическим институтом. Притирают поверхности вручную или при помощи приспособлений. Качество притирки можно проверить так. Насухо вытирают пробку и отверстие ветошью, затем мелом проводят продольную черту, вводят пробку в отверстие и вращают ее вправо и вле-

во. Если линия стирается равномерно, притирку считают удовлетворительной.

При ремонте сальниковых кранов набивки заменяют или обновляют. В качестве сальниковой набивки применяют пеньку или льняное волокно, а также кольцо из резины или прорезиненной ткани.

В таблице 19 приведены основные неисправности вентилей, задвижек и обратных клапанов и способы их устранения.

19. Неисправности арматуры и способы их устранения

Неисправность	Способ устранения
<i>Запорный вентиль</i>	
Износ седла и тарелки клапана	Притереть; проточить на токарном станке и притереть
Заедание клапана	То же
Заедание шпинделя	Смазать, проверить шпиндель
Износ шпинделя	Заменить или наплавить с последующей нормализацией, проточкой и шлифованием до нормального размера
Изгиб шпинделя	Заменить шпиндель
Пропуск воды через вентиль	Притереть уплотняющие поверхности; если в уплотняющем кольце есть риски или раковины, то нужно проточить его на станке с последующим шлифованием и притиркой
<i>Запорная задвижка</i>	
Заедание клинкера или шибера	Очистить от грязи; притереть, выпрямить покоробленную тарелку; исправить или заменить уплотняющее кольцо
Заедание шпинделя	Смазать, проверить шпиндель
Пропуск жидкости через задвижку	Притереть уплотняющие поверхности; исправить или заменить кольцевое уплотнение
<i>Обратный клапан</i>	
Нарушение или прекращение действия при попадании постороннего предмета	Извлечь посторонний предмет и прочистить обратный клапан

§ 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕМОНТЕ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Общие требования безопасности. Рабочие, приступающие к ремонтным работам, должны получить инструктаж по общим правилам техники безопасности, а также инструктаж на рабочем месте. Они должны иметь практические навыки безопасного выполнения работ и пройти соответствующую проверку. Результаты проверки регистрируют в специальном журнале.

Разборочно-сборочные работы. При разборочно-сборочных работах очень часто приходится пользоваться гаечными ключами и отвертками. Со временем они изнашиваются: изменяют размеры, форму, иногда на них появляются трещины и изломы. Неисправным инструментом нельзя пользоваться, так как срыв ключа с граней гайки или головки болта может привести к ушибам и ранениям рук. Молотки и кувалды должны иметь гладкую без выбоин и наклепа ударную часть, плотно насаживаться на деревянные рукоятки и заклиниваться на них. Рукоятки должны быть гладкими, без трещин.

Работать с электроинструментом может рабочий, получивший на это разрешение. При пользовании электроинструментом проверяют заземление. Во время работы нельзя допускать повреждения кабеля. Он должен быть подвешен или прикрыт досками. Работать с электроинструментом необходимо в резиновых перчатках, а под ногами должен быть резиновый коврик. При работе с пневматическим инструментом рабочий должен получить необходимый инструктаж по применению инструмента и указания по присоединению и отсоединению его от воздухопровода. Электрический и пневматический инструмент необходимо периодически проверять и отмечать это в паспорте инструмента. Съёмники должны быть исправны, так как срыв съёмника при распрессовке соединений может привести к травмам.

Перед использованием съёмниками проверяют исправность их лапок, винтов, тяг, упоров. При установке съёмника необходимо обеспечить надёжный захват снимаемой детали лапками и соосность силового винта и снимаемой детали.

Разбирать и собирать насосы и их сборочные единицы следует только на стендах и верстаках. При подь-

еме грузов подъемным механизмом их захватывают только за установленные места. Запрещается выполнять операции по разборке и сборке насосов, подвешенных на подъемных механизмах.

Рабочие, которым приходится пользоваться грузо-подъемными механизмами, проходят инструктаж по технике безопасности при работе на грузоподъемных механизмах.

Перед подъемом груза проверяют, не истек ли срок испытания грузоподъемного механизма, опробывают механизм, контролируют соответствие чалочных приспособлений (канатов, цепей, захватов и др.) массе поднимаемого груза. Нельзя применять неисправные чалочные приспособления, сращенные канаты и цепи, соединенные болтами. Цепи или канаты при наложении на поднимаемый груз не должны перекручиваться и образовывать узлы. В местах соприкосновения цепей и канатов с острыми ребрами груза подкладывают прокладки.

Поднимать и опускать груз следует строго вертикально и плавно, без рывков. При перерыве в работе нельзя оставлять груз навесу. Снимать стропы, цепи и захваты с груза можно только после надежной его установки на место.

При монтаже и демонтаже (из скважин) труб и погружных насосов пользуются блоками или другими устройствами. При опускании и подъеме труб нельзя держаться за движущийся трос, так как рука может попасть между блоками и тросом. Спуск и подъем начинают только по сигналу лица, назначенного ответственным при выполнении работ данного вида. При подъеме и спуске грузовые канаты должны находиться в вертикальном положении. При перемещении груза нужно следить за тем, чтобы под ним не было людей и груз ни за что не зацеплялся.

На месте складирования труб предварительно укладывают прокладки, чтобы чалочные канаты легко и без повреждений извлекались из-под груза. Снимать стропы с груза или крюка разрешается лишь после того, как груз надежно установлен.

В случае подъема или спуска колонны труб удерживать и направлять ее руками категорически запрещается.

Очистительные работы. Работать при очистке разре-

шается только в спецодежде — фартуке со специальной пропиткой и в резиновых перчатках. Мойщики деталей в ваннах, кроме того, обязаны надевать нарукавники. Перед началом работы мойщик обязан проверить состояние моечной установки (машинны, стенда). Приступая к работе, он должен нанести на кожу рук защитную пасту ХИОТ-6 или АБ-1 при работе с щелочными растворами и пасту ПМ-1 при работе с кислотами и другими нефтепродуктами. При приготовлении и применении синтетических моющих средств нужно работать в защитных очках и перчатках. Полы в моечном отделении должны содержаться в чистоте, для чего в начале смены их посыпают опилками, а в конце тщательно убирают. Работа моечных машин и установок должна проходить при обязательном включении общей приточно-вытяжной вентиляции. Если моющий раствор пролит на пол, его необходимо смыть водой. Ванны для мойки деталей должны иметь исправные крышки, которые открывают только во время промывки деталей. Погружать детали в моечную ванну следует плавно во избежание разбрызгивания раствора. Уровень моющего раствора в ванне после погружения в нее деталей не должен доходить до края ванны на 100...200 мм.

Для извлечения случайно упавших в ванну с раствором деталей используют приспособления или инструмент (магниты, щипцы и др.), что позволяет исключить попадание раствора на кожу рук.

Для приготовления кислотных растворов кислоту следует наливать в ванну только после заполнения последней необходимым количеством воды.

При ожоге тела кислотными растворами пораженное место рекомендуется промыть обильной струей воды, а затем 2%-ным раствором соды и снова водой. Запрещается вытирать кислотный раствор ветошью или тампоном. Растворы синтетических моющих средств безопасны при попадании на кожу, но их используют нагретыми, поэтому необходимо оберегаться от тепловых ожогов. При случайном попадании на кожу раствор тщательно смывают холодной водой, а пораженное место смазывают вазелином.

Мыть руки и стирать одежду моющими растворами запрещается. По окончании смены обязательно принимают душ или умываются теплой водой с мылом.

Окрасочные работы. Лакокрасочные материалы от-

носятся к категории легковоспламеняющихся горючих материалов, поэтому при работе с ними, а также при их хранении необходимо соблюдать все правила техники безопасности, предусмотренные для работ с вредными, легковоспламеняющимися и горючими веществами. Металлическую тару вскрывают медным, алюминиевым или латунным инструментом. Запрещается работать при неисправной приточной и вытяжной вентиляции, без защитных ограждений, изоляции электроустановок и осветительной арматуры. Вблизи от рабочих мест должны находиться необходимые противопожарные средства. Нельзя оставлять в помещении разбросанную вещь, загрязненную лаком, красками и растворителями, открытую тару с остатками сырья. Емкость с растворителем герметично закрывают.

За 15 мин до работы включают вытяжную вентиляцию, осматривают рабочее место, инструмент, оборудование, спецодежду, средства тушения пожара.

Краскораспылитель держат перпендикулярно к окрашиваемой поверхности на расстоянии не более 500... 600 мм. При работе с красками пользуются респираторами или масками. Если давление в краскораспылителе превышает нормальное (рабочее) и происходит чрезмерное распыление краски, окраску прекращают и регулируют давление. Вентиляцию включают спустя 15 мин после окончания работы. Курить в помещении для окраски строго запрещается.

Ремонт электродвигателей. Работы по ремонту электродвигателей на месте их установки выполняют в соответствии с правилами техники безопасности эксплуатации электроустановок.

К проведению работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту электроустановок допускается персонал, прошедший в установленные сроки медицинское освидетельствование, знающий правила и инструкции по технике безопасности, прошедший обучение безопасным методам работы и проверку знаний с присвоением определенной квалификационной группы.

Текущие ремонты электродвигателей осуществляют при полностью снятом напряжении. Для исключения ошибочной подачи напряжения к месту работы персонала снимают предохранители, прокладывают изоляционный материал между губками и ножами рубильников, отсоединяют кабели. На рукоятках выключающих

аппаратов вывешивают плакаты «Не включать — работают люди». После этого убеждаются в отсутствии напряжения на всех фазах, пользуясь индикатором, вольтметром или контрольной лампой.

Под напряжением работают только в тех случаях, когда этого требует технология выполнения отдельных операций по ремонту. При этом нужно соблюдать безопасное расположение по отношению к токоведущим частям, применять основные и дополнительные защитные средства (диэлектрические перчатки, галоши, инструмент с изолированными рукоятками и др.). Перед каждым использованием защитного средства необходимо:

а) убедиться в исправности этого средства и отсутствии внешних повреждений, очистить и обтереть его от пыли, перчатки проверить на отсутствие проколов;

б) проверить по штампу, для какого напряжения допускается применение данного средства и не истек ли срок его использования.

Разборку и сборку электродвигателей производят на верстаках (столах) и стендах. После разборки щиты и роторы укладывают на стеллажи, статоры на подставки, мелкие детали в ящики. Особую осторожность надо соблюдать при установке статора в электропечь: он не должен касаться нагревательных элементов печи. Напряжение на нагревательные элементы электропечи подают только после включения вытяжной вентиляции. Выгружать статор из электропечи разрешается только после выключения напряжения нагревательных элементов и при включенной вентиляции. Запрещается ставить нагретый статор на деревянную подставку или верстак. Сварку и пайку концов обмоток можно проводить только в защитных очках, так как случайные капли припоя могут попасть в глаза.

При погружении статора в пропиточную ванну нельзя допускать его падения во избежание разбрызгивания пропиточного раствора (лака). Сушку обмоток токовым нагревом должны проводить не менее двух работников на огражденных участках с вывешенными предупредительными плакатами.

Электротехнический персонал, занятый испытаниями электродвигателей, проходит обучение безопасным методам работы на рабочем месте и проверку знаний в квалификационной комиссии. Испытательные поля

ограждают постоянными или временными ограждениями, конструкция которых исключает возможность случайных прикосновений к токоведущим частям. Металлические корпуса приборов и другого оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие неисправности или пробоя изоляции, заземляют.

На пунктах технического обслуживания и текущего ремонта электрооборудования предусматривают аптечки для оказания первой медицинской помощи. Персонал, обслуживающий электрооборудование, должен владеть приемами освобождения пострадавшего от электрического тока, искусственного дыхания и наружного массажа сердца. При поражении электрическим током следует немедленно освободить пострадавшего от токоведущих частей, принимая при этом меры предосторожности, чтобы не оказаться в положении пострадавшего. Необходимо отключить питание электродвигателя ближайшим выключателем и оборвать цепь, перерезав провод инструментом с изолированными ручками. Если электроустановку отключить невозможно, пострадавшего оттаскивают от токоведущих частей; при этом нельзя касаться его тела руками, а следует использовать одежду пострадавшего, если она сухая. При необходимости надевают диэлектрические перчатки.

Провод из рук пострадавшего выдергивают, надев диэлектрические перчатки или при помощи сухой деревянной палки. Если после освобождения от электрического тока пострадавший не потерял сознание и может самостоятельно передвигаться, его нужно успокоить, дать воды и уложить в отдельном помещении, а в случае травмы оказать первую помощь и при необходимости вызвать врача.

Если пострадавший после освобождения от электрического тока находится в бессознательном состоянии, но дышит нормально и его пульс прослушивается, нужно обеспечить поступление свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт и для приведения в сознание вызвать врача. Если пострадавший находится без сознания, дышит прерывисто или совсем не дышит, необходимо срочно вызвать врача, а до его прихода пострадавшему сделать искусственное дыхание. При этом по возможности надо обеспечить приток к пострадавшему свежего воздуха — расстегнуть ему воротник, ремень и другие стесняющие дыхание части одежды. Постра-

давший должен лежать на спине с запрокинутой назад головой. Наиболее простым и самым эффективным является искусственное дыхание по способу «рот в рот» (вдувание воздуха изо рта спасающего в рот пострадавшего). Во время вдувания воздуха следует пальцами закрывать нос пострадавшего, чтобы воздух полностью направлялся в легкие. Вдувать воздух следует каждые 5...6 с, что соответствует частоте дыхания 10...12 раз в минуту. После каждого вдыхания освобождают рот и нос пострадавшего для выхода воздуха из легких. Если наряду с остановкой дыхания у пострадавшего прекращается деятельность сердца, то одновременно с искусственным дыханием проводят непрямой массаж сердца.

Ремонт трубопроводов. Рабочее место по ремонту трубопроводов должно быть чистым, иметь хорошее освещение и вентиляцию. Сваривать трубы необходимо в защитных очках. При испытаниях трубопроводов давление в них должно быть не выше установленного правилами и изменяться плавно. Пользоваться нужно только исправными манометрами.

Гнуть трубы разрешается только в рукавицах и на исправных станках. При этом трубу прочно закрепляют в зажимном устройстве. На станках с электроприводом следят за исправностью ограждений, надежностью заземления и изоляцией проводов.

Обстукивать сварные швы трубопроводов, находящихся под давлением, можно только небольшим молотком. Запрещается устранять дефекты на трубопроводе или арматуре, находящихся под давлением.

Отогревать замерзший трубопровод паяльной лампой можно лишь в том случае, если стена, по которой он проложен, огнестойка: между стеной и отогреваемой трубой при этом ставят асбестовый лист.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем сущность системы технического обслуживания и ремонта машин в животноводстве и почему она называется планово-предупредительной?
2. Перечислите виды технического обслуживания и ремонта машин и оборудования.
3. Назовите характерные неисправности погружных и центробежных насосов.
4. Какие основные этапы включает в себя технологический процесс ремонта насосов?

5. Какие синтетические моющие средства вы знаете?
6. Расскажите, каким образом можно удалить продукты коррозии с деталей насоса.
7. Для какой цели детали подвергают дефектации и какие при этом применяют методы?
8. Расскажите, как можно обнаружить и устранить трещину на детали.
9. Как устраняют дефекты резьбы в отверстиях?
10. Назовите основные дефекты вала и расскажите, как можно устранить повреждение шпоночного паза.
11. Как проводят монтаж подшипников и зачем?
12. Какова цель обкатки и испытания после ремонта?
13. Для чего проводят грунтование?
14. Назовите основные дефекты рабочих поверхностей насосов и способы их устранения.
15. Как можно восстановить нормальное натяжение уплотнительный пояска рабочего колеса в центробежных насосах типа К?
16. Назовите основные неисправности насосов.
17. Как можно обнаружить виток статора?
18. Для каких целей и как проводят обмотку статора?
19. Назовите основные способы ремонта подшипников щитов электродвигателей.
20. Как испытывают отремонтированные электродвигатели?
21. Какими способами устраняют дефекты корпусов погружных насосов?
22. Как можно устранить трещину в трубопроводе?
23. Назовите основные неисправности запорных вентилей и способы их устранения.
24. Расскажите о технике безопасности при разборочно-сборочных, моечно-очистительных и окрасочных работах.
25. Назовите основные правила электробезопасности при ремонте электродвигателя на месте его установки.

ЛИТЕРАТУРА

- Бабусенко С. М., Степанов В. А. Современные способы ремонта машин.— М.: Колос, 1977.
- Барановский Э. В., Березовик Г. В., Сорокин Ю. И. Техническое обслуживание электрооборудования животноводческих ферм.— М.: Колос, 1983.
- Журавлев Н. А. Допуски и технические измерения.— М.: Высшая школа, 1978.
- Козловский Н. С., Виноградов А. Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения.— М.: Машиностроение, 1979.
- Насосы центробежные. Руководство по техническому обслуживанию. М.: ЦБНТИ Госкомсельхозтехники РСФСР, 1982.
- Орлов Е. Н., Серебряков В. И. Инструментальное хозяйство мастерских колхозов и совхозов. Справочник.— М.: Россельхозиздат, 1980.
- Петров С. А., Бисноватый С. И. Ремонт сельскохозяйственных машин.— М.: Колос, 1982.
- Положение о техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования в животноводстве.— М.: Колос, 1981.
- Тельнов Н. Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1983.
- Электродвигатели асинхронные. Руководство по текущему ремонту.— М.: ГОСНИТИ, 1980.
- Электродвигатели погружные. Руководство по текущему ремонту.— М.: ГОСНИТИ, 1980.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Основы материаловедения	5
§ 1. Основные сведения о металлах и сплавах	5
§ 2. Железуглеродистые сплавы	9
§ 3. Термическая и химико-термическая обработка сталей	14
§ 4. Цветные металлы и сплавы	17
§ 5. Неметаллические материалы	20
§ 6. Защита металлов от коррозии	25
Контрольные вопросы и задания	27
Глава 2. Основы взаимозаменяемости и технических измерений	28
§ 1. Основы взаимозаменяемости	28
§ 2. Основы технических измерений	36
Контрольные вопросы и задания	43
Глава 3. Слесарное дело	43
§ 1. Организация рабочего места слесаря	43
§ 2. Разметка	46
§ 3. Рубка	49
§ 4. Резка	52
§ 5. Правка и гибка	55
§ 6. Опиливание	59
§ 7. Сверление, зенкерование и развертывание	63
§ 8. Нарезание резьбы	69
§ 9. Клепка, пайание и склеивание	75
Контрольные вопросы и задания	80
Глава 4. Износ и методы восстановления деталей машин	81
§ 1. Износ и повреждения деталей	81
§ 2. Способы восстановления посадок сопряжений	84
§ 3. Ремонт деталей сваркой и наплавкой	85
§ 4. Гальванические способы восстановления деталей	95
§ 5. Ремонт деталей пластическим деформированием	99
§ 6. Ремонт деталей полимерными материалами	102
Контрольные вопросы и задания	104

Глава 5. Ремонт насосных установок	105
§ 1. Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве	105
§ 2. Общий технологический процесс ремонта насосов	108
§ 3. Дефекты основных деталей насосов и способы их устранения	124
§ 4. Особенности ремонта некоторых моделей насосов	132
§ 5. Ремонт электродвигателей и передаточных механизмов	140
§ 6. Ремонт трубопроводов, емкостей и арматуры	158
§ 7. Техника безопасности при ремонте насосных установок	163
Контрольные вопросы и задания	169
Литература	171

Алексей Никифорович Батищев,
Исаан Григорьевич Голубев

**РЕМОНТ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ
И КОМПЛЕКСОВ**

Заведующая редакцией *А. И. Гераскина*
Редактор *Н. Д. Назайцева*
Художник *Л. Ч. Гоцаевский*
Художественный редактор *С. В. Соколов*
Технический редактор *Е. В. Соломович*
Корректор *Н. Я. Туманова*

ИБ № 3447

Сдано в набор 14.06.84. Подписано к печати 31.07.84.
Т-12356. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага кн.-журн. № 1. Гарнитура
литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 9,24. Усл.
кр.-отт. 9,55. Уч.-изд. л. 9,4. Изд. № 322. Тираж 20 600.
Заказ № 4677. Цена 25 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирно-
ва Смоленского облуправления издательства, полиграфии и
книжной торговли, 214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Га-
гарина, 2.

**В 1985 ГОДУ
В ВО «АГРОПРОМИЗДАТ»
выходит в свет книга**

Кальбус Г. Л. Стенды для испытания тракторных гидроприводов: Учеб. пособие для СПТУ. — М.: ВО «Агропромиздат», 1985 (II кв.). — 7 л. — (Новая техника и технология). — 15 к. 20 000 экз., 3802040400.

В учебном пособии описаны стенды и приборы для испытания тракторных гидросистем и их агрегатов. Изложены методы измерений, контроля и регулировки гидроприводов и их составных частей. Пособие предназначено для подготовки в СПТУ мастеров-наладчиков по техническому обслуживанию МТП. Его также можно использовать при профессиональном обучении рабочих на производстве.

**В 1985 ГОДУ
В ВО «АГРОПРОМИЗДАТ»
выходит в свет книга**

Кондратьев Е. Т. Прогрессивные способы защиты сельскохозяйственной техники от коррозии: Учеб. пособие для СПТУ. — М.: ВО «Агропромиздат», 1985 (III кв.). — 5 л. — (Новая техника и технология). — 15 к. 20 000 экз. 3802040400.

В пособии изложены основные понятия о коррозии и видах коррозионных разрушений. Приведены краткие сведения о коррозионной стойкости различных металлов и сплавов. Основное внимание уделено прогрессивным способам защиты от коррозии различной сельскохозяйственной техники.

Учебное пособие предназначено для подготовки в средних сельских профессионально-технических училищах слесарей-ремонтников различных профилей. Его также можно использовать при профессиональном обучении рабочих на производстве.