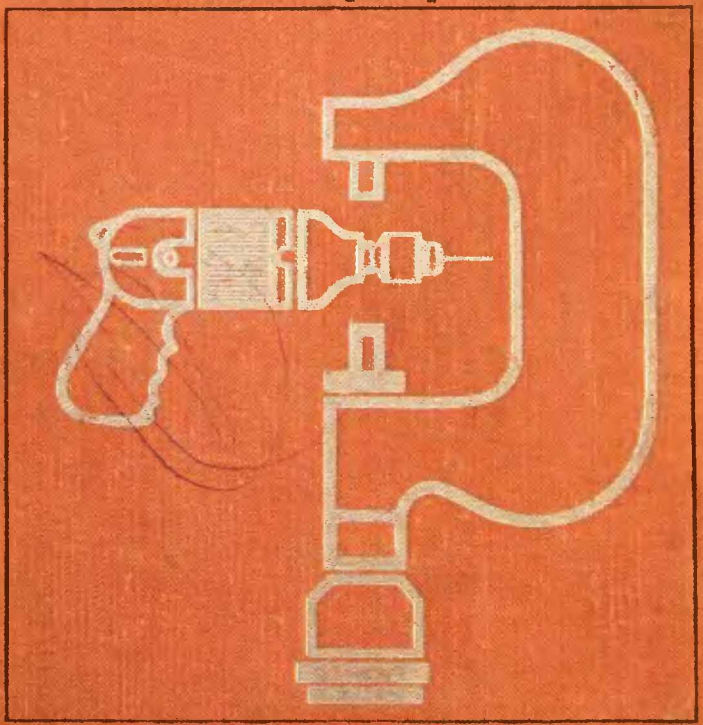
В. А. ДУБРОВСКИЙ

Пособие слесаря-ремонтника



УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ МАССОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

В.А. ДУБРОВСКИЙ

Пособие слесаря-ремонтника

Одобрено Ученым советом Государственного комитета Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию в качестве учебного пособия для сельских профессионально-технических училищ и подготовки рабочих на производстве



МОСКВА ● «КОЛОС» ● 1973

631.3
Д 79
УДК 631.3.004.67:683-3(075.3)

Рецензенты: доцент кафедры «Ремонт машин» МИИСП *Н. Н. Андреев*, руководитель лаборатории ГОСНИТИ инженер *В. А. Матвеев*

Редактор инженер *В. А. Будько*

Дубровский Владимир Александрович.

Д 79 Пособие слесаря-ремонтника. М., «Колос», 1973.

239 с. ил. (Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовой квалификации.)

Книга рассказывает об организации и технологии слесарных работ в мастерских колхозов, совхозов и объединений «Сельхозтехника», где ведется мелкосерийное ремонтное производство. Она содержит сведения о наиболее употребительных в слесарном деле рабочих и измерительных инструментах, приспособлениях и приборах, о приемах выполнения основных слесарных операций, о допусках и посадках.

Книга предназначена для подготовки слесарей-ремонтников в сельских профтехучилищах и на производстве.

Д $\frac{0422\quad 151}{035(01)-73}$ 306—73 631.3

© Издательство «Колос», 1973 г.

ТВОЯ ПРОФЕССИЯ — СЛЕСАРЬ-РЕМОНТНИК

(обращение к молодому читателю)

ДОРОГОЙ ЧИТАТЕЛЬ!

Ты решил освоить слесарное дело — одно из самых старых ремесел на свете. Твоими учителями будут многие мастера, чьи золотые руки и рабочая сметка из поколения в поколение вырабатывали приемы и правила слесарных операций, описанные в этой книге. Но, кроме этого бесценного опыта, тебе помогут освоить выбранную профессию современные наука и техника: ты сразу же встретишься не только с традиционными слесарными инструментами, которыми люди пользуются с незапамятных времен, но и с машинами, приборами, приспособлениями, о каких прежде слесарь и мечтать не мог. Тяжелый ручной труд на многих слесарных операциях сейчас механизирован.

Тебе посчастливилось жить и работать в то время, когда во всем мире происходит научно-техническая революция, одно научное открытие сменяется другим и сразу же находит самое широкое применение в жизни, воплощается в новую технику, которая верно служит человеку и развивается не по дням, а по часам.

Из книг, газет, телевизионных передач ты знаешь, какие удивительные машины создали люди, чтобы облегчить труд, сделать его более производительным и эффективным. Вспомни, сколько новой сельскохозяйственной техники появилось вокруг тебя за последние годы. Поговори с людьми старшего поколения, и они расскажут тебе, как неузнаваемо изменилась жизнь села за последние 20—30 лет.

Профессия механизатора в сельском хозяйстве всегда была почетной, но никогда еще она не была столь незаменимой. Без техники в поле, на току, на ферме сейчас просто не обойтись, и с каждым днем ее становится все больше и больше.

Состоявшийся в 1971 году XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза принял программу развития всего народного хозяйства нашей страны в 9-й пятилетке (1971—1775 гг.). В этой программе определено, сколько машин будет поставлено сельскому хозяйству за пять лет: 1 млн. 700 тыс. тракторов, 1 млн. 100 тыс. грузовых автомобилей, 1 млн. 500 тыс. тракторных прицепов, сотни тысяч зерноуборочных, силосоуборочных, свеклоуборочных и дру-

гих комбайнов, миллионы сельскохозяйственных машин. Вдумайся в эти цифры и представь себе, сколько трактористов, комбайнеров, машинистов, шоферов будут работать на этих машинах. И всем им понадобится помощь ремонтников, а значит, и твоя помощь.

Ведь, как бы ни любили свои машины механизаторы, как бы хорошо ни умели имн управлять, любая самая совершенная машина не может работать вечно, ее детали постепенно изнашиваются, а иногда и ломаются. Больше того, пока еще не создано таких машин, у которых все детали в результате износа выходили бы из строя одновременно. В этом случае все было бы очень просто: покупай новую машину, а изношенную сдавай в металлолом.

Но пока об этом приходится только мечтать, хотя создание таких машин — не выдумка, а серьезная научная проблема, над решением которой трудятся много ученых и конструкторов. В жизни машин все гораздо сложнее: одни детали изнашиваются быстрее, другие — медленнее. Если какая-нибудь деталь достигла предельного износа, она может сломаться, а если этого и не произойдет, то связанные с ней детали начнут изнашиваться недопустимо быстро.

Вот почему в сельском хозяйстве уже много лет действует система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта машин, которая предусматривает своевременную замену износившихся деталей новыми или восстановленными. Для этого в колхозах и совхозах созданы пункты технического обслуживания, ремонтные мастерские, а в объединениях «Сельхозтехника» — крупные специализированные предприятия по ремонту узлов, агрегатов и машин в целом.

В мастерских и на предприятиях, где ремонтируют тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины, трудятся рабочие разных профессий — слесари, токари, электрики, кузнецы, сварщики и т. д. Слесари выполняют бóльшую часть ремонтных работ: они разбирают и собирают узлы и механизмы самых различных машин, восстанавливают изношенные и поломанные детали, испытывают отремонтированные узлы и механизмы.

Слесарь — одна из наиболее распространенных рабочих профессий. Нет такой отрасли народного хозяйства, которая обходилась бы без слесарей. Но ни в какой отрасли не может быть такого разнообразия машин, деталей, материалов, таких многочисленных, не похожих один на другой техноло-

гических процессов и приемов, с какими приходится встречаться в процессе работы слесарю, занятому ремонтом сельскохозяйственной техники.

Умение и мастерство не приходят сразу. Чтобы стать квалифицированным слесарем-ремонтником, от тебя потребуются терпеливая учеба и упорный труд. Конечно, одной этой книги мало, чтобы полностью освоить сложное слесарное мастерство. Задача книги — сообщить только начальные сведения о наиболее употребительных в слесарном деле рабочих и измерительных инструментах, приспособлениях и приборах, о некоторых приемах выполнения основных слесарных операций.

Когда ты изучишь описанные в книге инструменты, овладеешь важнейшими приемами их использования и начнешь самостоятельно трудиться, тебе еще нужно будет прочитать много специальной технической литературы, научиться хорошо разбираться в содержании альбомов технологических карт на разборку, сборку и ремонт машин, освоить все технические средства того участка, на котором тебе предстоит работать.

В самом начале мы говорили о том, что многие трудоемкие слесарные операции сейчас механизированы. Работу, на выполнение которой раньше нужно было затратить много часов, механизмы помогают сделать за несколько минут. Ты скоро сможешь сам убедиться в этом.

Придется тебе, допустим, заниматься притиркой клапанов — операцией, которую обязательно выполняют при ремонте любого автомобильного или тракторного двигателя. Если ты будешь притирать каждый клапан вручную с помощью прибора, изображенного на странице 196, то на всю работу по притирке 12 клапанов одного шестицилиндрового двигателя ты затратишь, пожалуй, целый день. Если же ты научишься работать на специальном станке, схема которого показана на странице 197, то процесс притирки всех 12 клапанов займет 2—3 минуты.

Подобных специальных станков, стендов, приспособлений, аппаратов, приборов, инструментов очень много теперь на любом ремонтном предприятии. Все эти устройства тебе надо знать и умело использовать. Они сэкономят твое время и позволят выполнить больше работы.

Принципы действия многих устройств, а иногда и сами устройства часто рождаются в ремонтной мастерской. Их создают слесари и рабочие других профессий (большей частью при содействии инженеров и мастеров), чтобы сде-

лать труд более производительным. Слесарей-рационализаторов и изобретателей в сельскохозяйственном производстве насчитываются тысячи. Их опыт распространяется на других предприятиях; их изобретения и рационализаторские предложения включаются в типовую технологию, рекомендуемую для применения во всех хозяйствах и на ремонтных предприятиях.

Ремонт сельскохозяйственной техники, которая и сама развивается необычайно быстрыми темпами, — это такая область деятельности, где еще имеются огромные резервы для улучшения технологических процессов, усовершенствования применяемых инструментов и оборудования. В этом смысле перед инженерно-техническими работниками, рабочими-ремонтниками открыты беспредельные возможности для творчества.

На передовых ремонтных предприятиях ведется интереснейшая работа по улучшению качества ремонта, а в Государственном всесоюзном научно-исследовательском технологическом институте ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка (ГОСНИТИ) разрабатывается такая технология восстановления деталей, которая обеспечит ресурс отремонтированных машин на уровне ресурса новых машин. Эта технология учитывает последние достижения науки и практической работы лучших ремонтных предприятий страны.

Хочется пожелать тебе, дорогой читатель, больших успехов в учебе и будущей трудовой деятельности. Помни, что рабочие-ремонтники наряду с трактористами, комбайнерами, машинистами, шоферами составляют многомиллионную армию механизаторов — главную силу сельскохозяйственного производства. Быть достойным представителем этой армии — трудная, но очень увлекательная и почетная обязанность.

Глава I. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА СЛЕСАРЯ-РЕМОНТНИКА

§ 1. Общие сведения

Многие дефекты машин, поступающих на ремонтные предприятия, хорошо изучены и систематизированы в типовой технологии ремонта. Такая технология разработана для большинства тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин. В ней указаны способы восстановления деталей, применяемый для этого инструмент, технические условия на отремонтированные детали. Однако предусмотреть все случаи, которые могут встретиться в практике ремонта, просто невозможно. Иногда может не оказаться нужного инструмента или материала, порой появляется возможность применить более простой и надежный способ ремоита.

Слесарь-ремонтник должен быть универсалом. Помимо умения выполнять все общеслесарные операции, он должен знать правила производства разборочно-сборочных работ, хорошо разбираться в чертежах деталей и узлов машин, обозначениях допусков и посадок, знать основные механические свойства металлов и других ремонтных материалов, иметь представление о технологическом процессе ремонта.

Технологический процесс ремонта машины состоит из ряда последовательных операций, отличающихся одна от другой характером выполняемой работы и применяемым оборудованием. Вместе с тем многие ремонтные операции сходны между собой. Для производства однотипных технологических операций на ремонтных предприятиях организуют специальные *рабочие места*. Их оснащают станками, стендами, приспособлениями, приборами и другим оборудованием для разборки, восстановления деталей и сборки машин и их узлов.

Основной элемент технологического процесса — *операция,* выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все действия работающего (или работающих) и применяемого оборудования над одним или несколькими совместно обрабатываемыми, разбираемыми или собираемыми изделиями. Кроме технологических, в ремонтном производстве имеются и вспомогательные операции: транспортные, моечные, контроля качества, маркировки и др.

Технологические операции делятся на переходы, проходы и приемы.

Переход — это часть операции, характеризующаяся неизменностью обрабатываемой поверхности (или сопрягаемых поверхностей при сборке), применяемого инструмента и режимов работы оборудования.

Проход — часть перехода, при которой снимается один слой материала.

Прием — это законченная совокупность отдельных движений работающего в процессе выполнения операции (например, при сверлении отверстия в изделии приемами будут: закрепление изделия на столе станка, включение станка, подвод сверла к изделию, включение подачи, выключение подачи, отвод шпинделя, выключение станка, освобождение изделия).

Большое разнообразие работ в условиях ремонтного производства требует от слесаря умения выполнять операции самого различного характера, сложности и точности. Качество выполнения ремонтных операций находится в прямой связи с квалификацией рабочих и оснащенностью ремонтных предприятий оборудованием, приспособлениями и инструментом.

Начинающему слесарю-ремонтнику нужно прежде всего изучить инструмент, которым ему придется пользоваться, и освоить приемы выполнения общеслесарных операций.

К основным общеслесарным операциям относятся: разметка, рубка и резка, правка и гибка, опиливание, сверление и развертывание отверстий. Часть из них, например разметку изделий и сверление отверстий, слесарь выполняет на специально оборудованных для этой цели общих рабочих местах, а остальные — на своем индивидуальном рабочем месте, где он также нарезает резьбу, шабрит, паяет.

Рациональная организация рабочего места слесаря позволяет обеспечить наивысшую производительность, хорошее качество и безопасные условия труда с наименьшей затратой сил, времени и средств. Важно правильно оснастить рабочее место и соблюдать на нем раз и навсегда заведенный порядок.

§ 2. Оснащение рабочего места

К оснащению рабочего места слесаря-ремонтника относятся: основное оборудование — станки, верстаки, тиски; приспособления и инструмент — рабочий и измерительный; вспомогательное оборудование — тумбочки, шкафы, стеллажи, тележки; техническая документация.

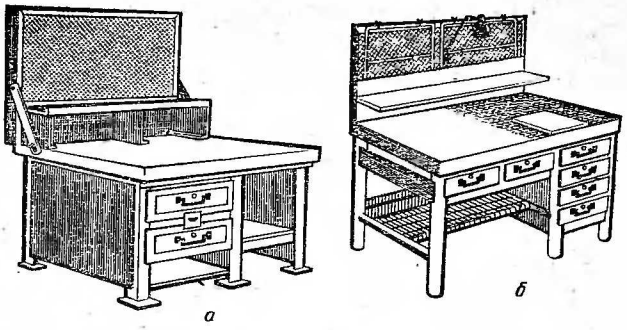


Рис. 1. Одноместные верстаки.

Верстаки и монтажные столы. Большинство операций слесарь-ремонтник выполняет на верстаке или монтажном столе. Одноместный верстак, предназначенный для ремонтных предприятий системы «Сельхозтехника», показан на рисунке 1, *а*. Массивная деревянная крышка верстака длиной 1200 и шириной 780 мм покрыта сверху стальным листом. На крышке укреплена полка с двумя отделениями и защитная сетка. Слева расположены два выдвижных ящика для инструмента и отделение для заготовок, а справа — отделение для приспособлений.

Верстак, показанный на рисунке 1, *б* и предназначенный также для предприятий системы «Сельхозтехника», имеет крышку размером 1420 × 800 мм и шесть ящиков, которые перемещаются на роликах и снабжены ограничителями хода. Эти верстаки можно стыковать, превращая в двух- или трехместные.

На верстаке могут быть установлены стуловые (см. рис. 4) или параллельные (см. рис. 5) тиски. На многоместных верстаках они должны отстоять друг от друга на 1000—1500 мм. Но, вообще говоря, применение многоместных верстаков нежелательно: если на одном рабочем месте нужно делать точные работы (например, разметку), а на другом — грубые (рубку или правку), то сильные удары молотком могут помешать выполнению точных операций.

В зависимости от роста рабочего под его ноги у верстака помещают подставку (рис. 2) такой высоты, чтобы рабочий, положив локоть руки на губки укрепленных на верстаке стуловых тисков, касался подбородком согнутых паль-

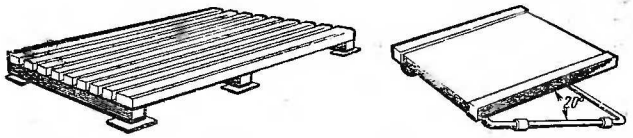


Рис. 2. Подставки под ноги.

цев (рис. 3, *а*). Если же на верстаке укреплены параллельные тиски, то он должен касаться подбородка кончиками вытянутых пальцев (рис. 3, *б*). В мастерских, имеющих цементные или другие «холодные» полы, подставки под ноги служат также для предупреждения возможных заболеваний.

Существуют конструкции верстаков (применяемые главным образом в учебных мастерских), позволяющие изменять высоту расположения тисков с помощью регулировочного винтового устройства.

Для того чтобы слесарь мог использовать при работе электрифицированный инструмент, к верстаку подводят силовую электрическую линию, а для работы пневматическим инструментом — магистраль сжатого воздуха. Такие механизированные инструменты (правильнее их следует называть ручными машинами) находят все большее распространение на ремонтных предприятиях.

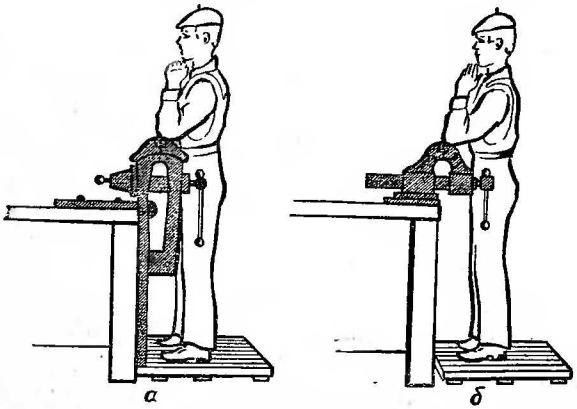


Рис. 3. Правильная установка тисков по высоте:
а — стуловых; *б* — параллельных.

При разборке и сборке отдельных узлов и агрегатов машин пользуются монтажными столами. Их изготовляют металлическими или деревянными. Длина стандартного монтажного стола 1200 мм, ширина 700 и высота 600 мм. Крышку деревяниого стола сбшивают кровельным железом. В нижней части стола устраивают настил, иа который укладывают детали разбираемого или собираемого узла. Для работы у монтажных столов или непосредственно у машии предназначены ящики с набором слесарных инструментов или инструментальные сумки, которые выпускаются в самых разных вариантах либо комплектуются непосредственно в мастерской в зависимости от характера выполняемых работ.

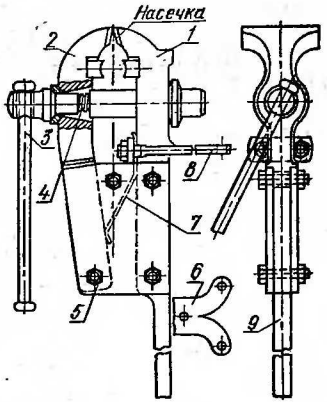


Рис. 4. Стуловые тиски:
1 — неподвижная губка; *2* — подвижиая губка; *3* — рукоятка; *4* — винт; *5* — ось; *6* и *8* — планки для крепления тисков; *7* — пластинчатая пружина; *9* — стержень.

Тиски. Назначение слесарных тисков — удерживать заготовки или детали в удобном для обработки положении. Различают стуловые, параллельные, ручные и специальные тиски.

Стуловые тиски (рис. 4) служат для крепления обрабатываемых заготовок и деталей, подвергаемых сильным ударам (например, при рубке). Стуловые тиски обладают большой прочностью. Обрабатываемая деталь зажимается между неподвижной *1* и подвижной *2* чугунными губками, имеющими по концам крестообразную насечку. При вращении рукоятки *3* против часовой стрелки винт *4* освобождает подвижную губку, и она под воздействием пластинчатой пружины *7* отходит от неподвижиой губки, поворачиваясь вокруг оси *5*. При вращении рукоятки *3* по часовой стрелке подвижная губка приближается к неподвижной, прочно зажимая деталь. Планки *6* и *8*, а также стержень *9* служат для крепления тисков к верстаку. Для регулирования вы-

соты расположения тисков можно установить подкладку под планку *8*.

Недостаток стуловых тисков заключается в том, что деталь обычно зажимается между краями губок, а не между их плоскостями. Поэтому на деталях с чисто обработанными поверхностями остаются вмятины.

Параллельные тиски (рис. 5) могут быть неповоротными (тип I) и поворотными (тип II). Поворотные тиски более пригодны для выполнения сложных работ, так как обладают хорошей подвижностью, позволяющей устанавливать изделие в удобное для обработки положение. Параллельные тиски устойчивы в работе, губки их зажимают деталь всей плоскостью и не портят обработанных поверхностей. Однако эти тиски плохо выдерживают ударные нагрузки и расшатываются. Поэтому на них не рекомендуется выполнять работы, связанные с необходимостью наносить сильные удары.

У поворотных тисков нижнюю часть (подушку) *8* прикрепляют болтами к верстаку. На подушке вокруг болта *10* вращается корпус *5* тисков с неподвижной губкой *3*. Когда тиски повернуты в нужное положение, их корпус закрепляют стопорным винтом *12*. Во время поворота корпуса этот винт перемещается по кольцевому пазу *9* в подушке. При повороте рукоятки *7* винт *6* вращается в гайке *4*, составляющей единое целое с корпусом *5*, и перемещает подвижную губку *1*, связанную с винтом *6* стопорной планкой *11*.

Неповоротные параллельные тиски имеют такой же принцип действия.

В пневматических параллельных тисках детали зажимаются с помощью клинового (рис. 6) или какого-либо другого механизма, перемещающего подвижную губку под действием сжатого воздуха, давление которого может создать усилие зажатия до 30 кН (т. е. 3000 кгс). Пневматические тиски закрепляются на специальной подставке *9*. Воздух подводится под резиновую мембрану *8*, которая через нажимной диск *6* сообщает движение штоку *7*. Шток, соединенный с клином *3*, поднимается и перемещает фигурную гайку *4* и связанную с ней подвижную губку *1*, зажимая заготовку (деталь) между губками *1* и *2* тисков. После прекращения подачи воздуха подвижная губка отходит от заготовки под действием пружины *5*.

Перед началом работы на стуловых или параллельных тисках следует проверить крепление их к верстаку, а по

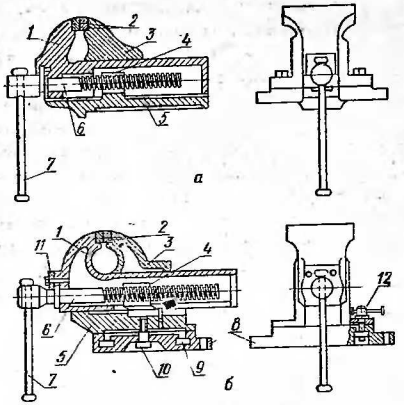


Рис. 5. Параллельные тиски:

а — неповоротные; *б* — поворотные; *1* — подвижная губка; *2* — сменные пластины; *3* — неподвижная губка; *4* — гайка; *5* — корпус тисков; *6* — винт; *7* — рукоятка; *8* — подушка; *9* — кольцевой паз; *10* — болт; *11* — стопорная планка; *12* — стопорный винт.

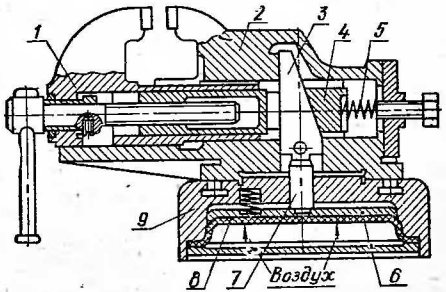


Рис. 6. Пневматические тиски:

1 — подвижная губка; *2* — неподвижная губка; *3* — клин; *4* — фигурная гайка; *5* — пружина; *6* — нажимной диск; *7* — шток; *8* — резиновая мембрана; *9* — подставка.

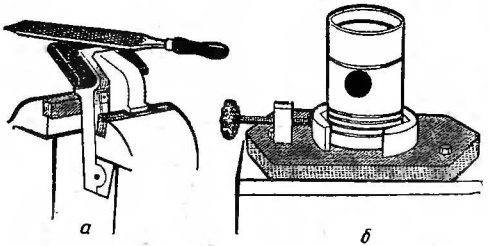


Рис. 7. Специальные тиски:
а — для обработки фасок; *б* — для обработки поршней.

окончании работы очистить тиски от стружки, развести губки и смазать резьбу и направляющие маслом. Закрепляя изделия в тисках, нельзя наносить удары по рукоятке, чтобы не сорвать резьбу винта.

Губки тисков во время работы постепенно изнашиваются. Поэтому чугунные губки параллельных тисков снабжают сменными стальными пластинами *2* (см. рис. 5) с крестообразной насечкой, а при обработке деталей из мягких металлов либо с особенно чистыми поверхностями на пластины надевают алюминиевые, медные или свинцовые нагубники. Для стуловых тисков сменные пластины изготовляют из стали 50 и закаливают.

Ручные тиски предназначены для закрепления небольших заготовок или деталей при выполнении различных слесарных операций, например, при сверлении или опиливании, если изделие неудобно или трудно удерживать руками, при правке полосового материала (см. рис. 95, *а*) и т. д.

Специальные тиски бывают самой разнообразной конструкции, которая зависит от формы обрабатываемой детали. В качестве примера на рисунке 7 показаны тиски с загнутыми губками, предназначенные для изготовления фасок, и тиски для обработки цилиндрических деталей (поршней).

Слесарно-монтажные инструменты. К наиболее употребительным инструментам, которыми слесарь пользуется при холодной ручной обработке металлов, относятся молотки, зубила и крейцмейсели, ножовки, напильники, развертки, сверла, метчики и др. При выполнении разборочно-сборочных работ слесарь постоянно применяет различные

гаечные ключи, отвертки, бородки, воротки и т. д. Все эти инструменты хранятся, как правило, в ящиках верстака или в шкафах, тумбочках, на расположенных поблизости стеллажах. Там же хранятся простейшие контрольно-измерительные и разметочные инструменты: штангенциркуль, нутромер, кронциркуль, линейка, угольник, чертилка, кернер и др.

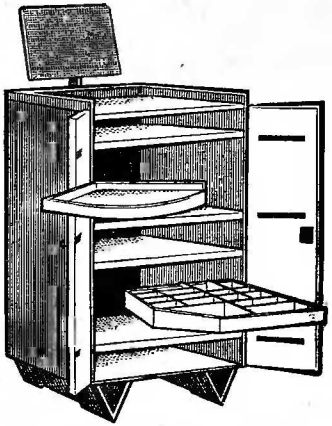


Рис. 8. Инструментальная тумбочка.

Показанная на рисунке 8 инструментальная тумбочка, предназначенная для оснащения рабочих мест на ремонтных предприятиях системы «Сельхозтехника», имеет выдвижные полки, которые можно переставлять по высоте. Для хранения деталей, мелких узлов и крепежа на ряде ремонтных предприятий используют верстачные стеллажи (рис. 9) с ящиками и переставными перегородками.

Во время работы инструменты должны находиться на верстаке в определенном порядке: те, которые слесарь берет правой рукой, — справа, а те, которые он берет левой рукой, — слева; часто используемые инструменты располагают ближе, редко используемые — дальше. Лучше всего размещать инструменты на специальных подставках.

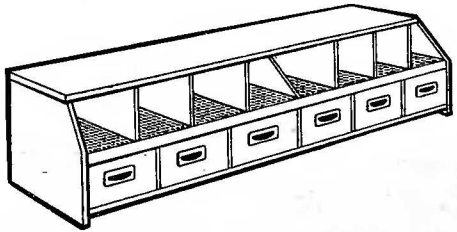


Рис. 9. Верстачный стеллаж.

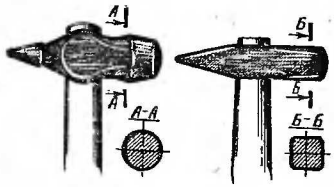


Рис. 10. Слесарные молотки:

а — с круглым бойком; *б* — с квадратным бойком.

Освободившийся от работы инструмент надо сразу же класть на свое место. Ни в коем случае нельзя бросать один инструмент на другой.

Сведения об отдельных рабочих инструментах приводятся при описании слесарных операций. Устройство и примеры использования контрольно-измерительных инструментов рассматриваются в главе III. Здесь же сообщаются только основные данные о наиболее употребительных молотках и некоторых часто применяемых монтажных инструментах.

Молотки. Обычные слесарные молотки изготовляют с круглым (рис. 10, *а*) или квадратным (рис. 10, *б*) бойком. Молотки с круглым бойком применяют при рубке, правке, расклепывании и других работах, требующих сильных и точных ударов. Молотками с квадратным бойком пользуются при выполнении более легких работ, например при кернении во время разметки.

Молотки с круглым бойком имеют массу от 200 до 1000 г, молотки с квадратным бойком — от 50 до 1000 г. Для разметочных операций употребляют молотки массой 100—400 г, для слесарных работ, кроме рубки, — 200—600 г, для разборочно-сборочных работ при ремонте — 600—1000 г. Молотки делают из стали 50, 40Х, У7, У8, их рабочие концы (боек и носок) термически обрабатывают (закаливают и отпускают) до твердости 49—56 *HRC*.

На ручки молотков идет древесина твердых пород: бук, клен, рябина, береза, дуб. Длина ручки составляет 250—400 мм. Поверхность ее должна быть ровной и гладкой, а сечение овальным (большая ось в 1,5 раза превышает малую). Конец ручки, на который насаживается молоток, должен быть в 1,5 раза тоньше свободного конца. Ручку рекомендуется пропитать олифой.

Чтобы надежно закрепить молоток на ручке, конец ее расклинивают одним (вдоль отверстия молотка), двумя (поперек отверстия) либо тремя (вдоль и поперек отверстия) деревянными или металлическими клиньями. Для более прочного сцепления на металлических клиньях делают зарубки.

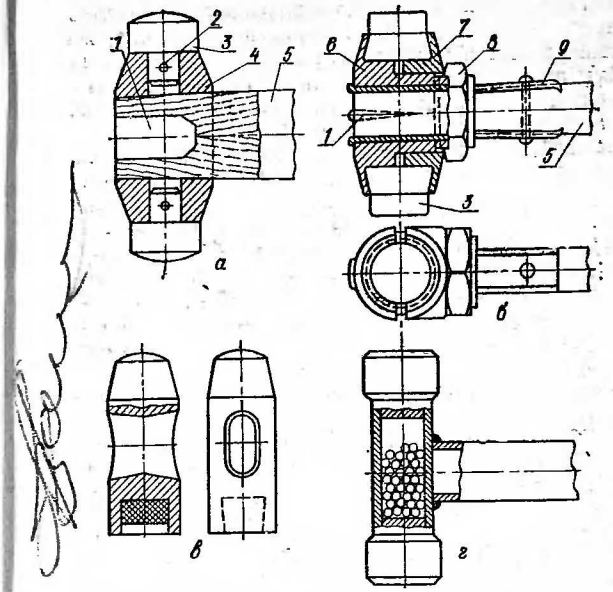


Рис. 11. Специальные молотки:

а и *б* — с мягкими насадками; *в* — безопасный; *г* — без отдачи; *1* — клин; *2* — штифт; *3* — сменный боек; *4* — основание; *5* — ручка; *6* и *7* — обоймы; *8* — гайка; *9* — пластина.

Для некоторых видов слесарных работ применяют другие виды молотков: мягкие, киянки, безопасные, молотки без отдачи, кувалды.

Молотками с мягкими насадками — из кожи, дерева, меди, резины — пользуются при запрессовке и выпрессовке деталей, сделанных из алюминиевых и магниевых сплавов, а также стальных шлифованных деталей. Такие молотки не оставляют на деталях вмятин и царапин. Показанный на рисунке 11,*а* молоток с медными бойками *3* насажен своим стальным основанием *4* на ручку *5*, в которую вбит клин *1*. Медные бойки закреплены на основании штифтами *2*, поэтому изношенные бойки легко заменить новыми.

Более сложную конструкцию имеет молоток со сменными бойками, изображенный на рисунке 11,*б*. У молотка две

обоймы *6* и *7*. Одна из них (*7*) навинчивается на резьбовой хвостовик другой (*6*), жестко соединенной с ручкой *5* при помощи клина *1* и двух приклепанных к ручке пластин *9*. Обоймы притягиваются одна к другой гайкой *8*, зажимая в своих выточках сменные бойки *3*, изготовленные из меди, дерева, резины.

Сплошные деревянные молотки (киянки) применяют для правки и гибки тонкого листового материала (см. рис. 106).

Безопасные молотки (рис. 11,*в*) используют в тех случаях, когда приходится наносить удары по хрупкому материалу, например при установке пальцев гусеничных звеньев трактора. При ударах молотком от цементированного пальца может отколоться кусочек и нанести травму рабочему. Безопасный молоток, имеющий выточку, в которую вставлен вкладыш из мягкой стали, смягчает удар, а края молотка закрывают конец пальца в момент удара.

Обычно молоток отскакивает от инструмента или детали большой массы, что мешает наносить точные удары. Молоток, показанный на рисунке 11,*г*, почти не дает отдачи. В полый молоток насыпают металлическую дробь или крупные опилки примерно на $^3/_4$ объема полости. В момент удара насыпанный материал противодействует отдаче.

Гаечные ключи. Применяемые для завертывания и отвертывания гаек и болтов ключи имеют самое различное устройство, определяемое главным образом формой гайки или головки болта, их расположением и требуемым усилием затяжки или отвертывания. Наиболее распространенные гаечные ключи показаны на рисунке 12.

Ключи подбирают так, чтобы между их губками и гранями гаек не было большого зазора. Иногда пытаются ликвидировать этот зазор установкой прокладок между ключом и гайкой. Так поступать не следует. Надо обязательно подобрать ключ соответствующего размера.

Кроме изображенных на рисунке 12, в ремонтном производстве пользуются ключами для дефектных гаек и гаек, расположенных в неудобных местах, тугосидящих, со сбитыми гранями, а также трубными и другими специализированными ключами.

Если в технических условиях на ремонт той или иной машины указано точное значение крутящего момента, который надо выдержать при затяжке гаек и болтов, применяют различные динамометрические ключи. Ключ, показанный на рисунке 13, имеет упругий стержень *2*,

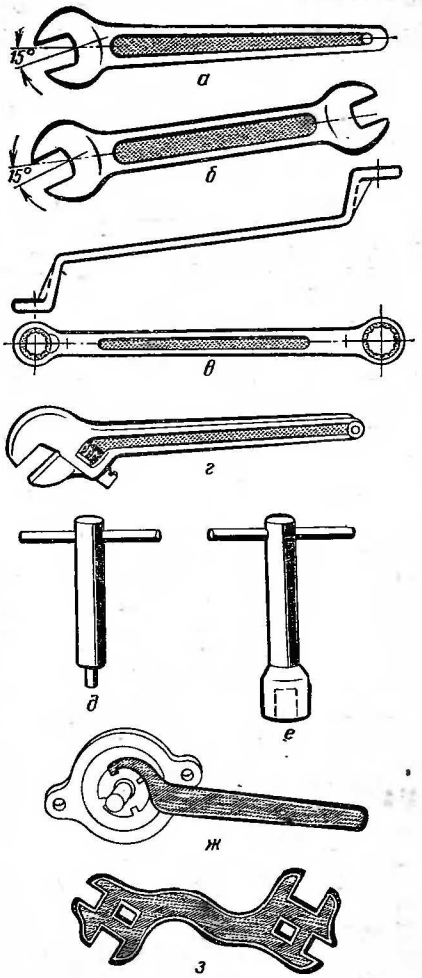


Рис. 12. Гаечные ключи:

а — односторонний открытый; *б* — двухсторонний открытый; *в* — двухсторонний накидной; *г* — разводной; *д* — торцевой с наружным квадратом; *е* — торцевой с внутренним квадратом; *ж* — для круглых гаек; *з* — для гаек нескольких размеров.

снабженный на одном конце сменной головкой *1*, а на другом — рукояткой *3* со шкалой *4*. Стержень изготовляют из стальной полосы таких размеров, чтобы его допустимый прогиб в ту и другую стороны соответствовал пределам измерений шкалы, т. е. ее длине. При затяжке шкала перемещается вместе с рукояткой, и стрелка показывает значение крутящего момента.

Во время разборочно-сборочных работ, когда приходится отвертывать и завертывать большое число одинаковых гаек, болтов, шпилек, гораздо целесообразнее пользоваться не ключами, а специальными ручными машинами — электрическими, пневматическими или гидравлическими гайковертами. Работа с ними не требует больших физических усилий, а производительность труда возрастает в 5—10 раз.

Отвертки. Отвертками завинчивают и отвинчивают винты и шурупы, имеющие паз на головке. Кроме простых отверток, при ремонтных работах часто применяют в и н т о в ы е, у которых лезвие поворачивается при нажатии на корпус или при перемещении втулки-гайки по винту, ш а р н и р н ы е, предназначенные для завинчивания и отвинчивания винтов в труднодоступных местах, к о м б и н и р о в а н н ы е (например, сочетание гаечного ключа и отвертки), с п е ц и а л ь н ы е — со сменными (вставными) лезвиями, с регулируемым крутящим моментом, для отвинчивания тугосидящих винтов и шурупов и т. д.

Отвертки изготовляют из инструментальной стали У7 и У8, их лезвия закаливают и отпускают до твердости 46—52 *HRC*. Грани лезвия отвертки должны быть параллельными на всей глубине паза и входить в него с небольшим зазором. Ширина лезвия l (рис. 14, *а*) должна составлять примерно $0{,}8\,d$ (d — диаметр головки винта). При недостаточной ширине (рис. 14, *б*) и в случае заострения лезвия конец отвертки будет выскакивать из паза и портить головку винта. На рисунке 14, *в* показана правильная заточка лезвия.

Рычажно-монтажные инструменты. К рычажно-монтажным инструментам относятся плоскогубцы (рис. 15, *а*), круглогубцы (рис. 15, *б*) и кусачки (рис. 15, *в*). Плоскогубцами удерживают мелкие детали в тех случаях, когда их неудобно или небезопасно держать в руках. Не рекомендуется применять их вместо гаечного ключа. Круглогубцы служат для установки и снятия мелких деталей при сборочно-разборочных работах, для гибки проволоки и т. п.

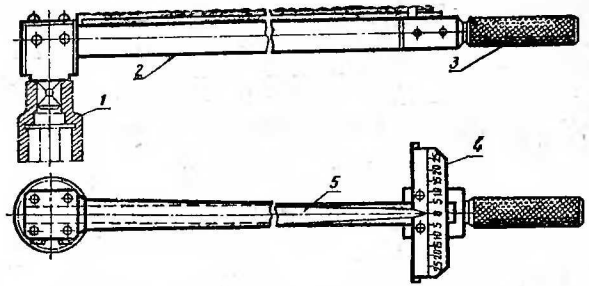


Рис. 13. Динамометрический ключ:

1 — сменная головка ключа; *2* — упругий стержень; *3* — рукоятка; *4* — шкала для измерений отклонений стержня; *5* — стрелка, жестко соединенная с головкой.

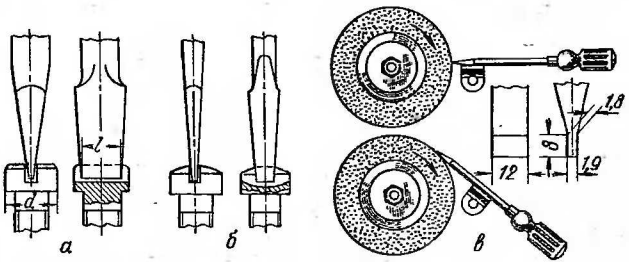


Рис. 14. Отвертки:

а — с правильными размерами; *б* — с неправильными размерами; *в* — заточка лезвия (*вверху* — снятие зазубрин; *внизу* — обработка граней).

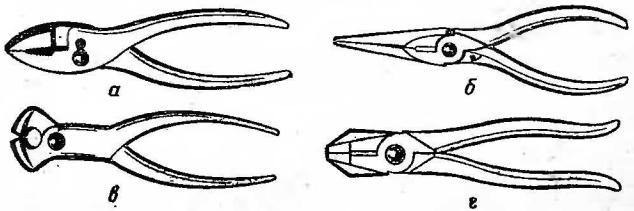


Рис. 15. Рычажно-монтажные инструменты:

а — плоскогубцы; *б* — круглогубцы; *в* — кусачки; *г* — плоскогубцы-кусачки.

Кусачками пользуются для резки проволоки и тому подобных работ. Часто применяют комбинированный инструмент, сочетающий в себе плоскогубцы и кусачки (рис. 15, *г*).

§ 3. Техника безопасности, производственная санитария и гигиена

Важнейший элемент организации труда на ремонтном предприятии — знание работающими правил техники безопасности и умение соблюдать их на практике. Эти правила разработаны для того, чтобы сохранить здоровье и обеспечить безопасные условия труда людей, способствовать улучшению санитарно-гигиенического состояния ремонтных предприятий, повышению культуры производства и предупрежденню несчастных случаев.

При рассмотрении отдельных слесарных операций мы будем специально останавливаться на основных условиях и приемах безопасной работы применительно к каждой операции. Однако уже в самом начале следует указать на некоторые общие положения техники безопасности.

Прежде всего надо учесть, что к самостоятельной работе на ремонтном предприятии допускаются только те лица, которые получили инструктаж по технике безопасности и усвоили ее правила. Такой инструктаж должен проводиться всякий раз при переводе слесаря с одного рабочего места на другое.

Приступая к выполнению задания, работающему нужно убедиться в том, что на халате или комбинезоне нет болтающихся частей и распустившихся тесемок, а рукава аккуратно завязаны или застегнуты. Волосы рекомендуется прятать под головной убор.

Особую опасность во время работы представляют вращающиеся части станков и машин: валы, шкивы, передачи, муфты и т. д. Эти части должны быть ограждены кожухами, сетками и другими защитными приспособлениями. Регулировать и смазывать механизмы станка можно лишь после полной его остановки.

Важными условиями безопасной работы являются также прочное закрепление обрабатываемых деталей, применение исправного инструмента, тщательная проверка и правильная эксплуатация подъемных механизмов, осторожное обращение с легковоспламеняющимися веществами. Использованный обтирочный материал нужно убирать в специальные металлические ящики с плотными крышками, а по

окончании рабочего дня сжигать в специально отведенном месте.

Работы, сопровождающиеся загрязнением воздуха ядовитыми газами, парами, пылью, должны проводиться в определенных помещениях, оборудованных хорошей вентиляцией. На рабочих местах, где применяют щелочи, кислоты, нефтепродукты, полы должны быть устойчивыми к воздействию этих веществ.

Серьезного внимания требует освещенность рабочих мест. Они должны быть обеспечены естественным и искусственным освещением, достаточным для безопасного выполнения работ, причем максимально надо использовать естественное освещение. Освещенность искусственным светом помещений, где производятся слесарные и ремонтно-сборочные работы, по действующим нормативам составляет 100 лк. Устройства для переносного освещения, которые приходится применять при работе в осмотровых ямах и около машин, должны иметь напряжение не выше 12 В.

Электрифицированные инструменты снабжаются приспособлениями для заземления и зануления, что предупреждает опасность поражения электрическим током. Несмотря на это, при работе с такими инструментами рекомендуется пользоваться и индивидуальными средствами защиты: резиновыми перчатками, галошами, изолирующими ковриками.

Большое значение для сохранения здоровья людей и улучшения условий их труда имеет производственная санитария и гигиена. На предприятиях, помимо основных и вспомогательных производственных помещений, устраивают также санитарно-бытовые: гардеробные, душевые и умывальные комнаты, помещения для приема пищи, которые должны использоваться только по прямому назначению.

Во время работы нужно время от времени менять положение корпуса, делать короткие перерывы для отдыха: садиться, если приходится работать стоя, и вставать, если работа проводится в сидячем положении. В снижении утомляемости и повышении работоспособности большую роль играет производственная гимнастика. Перед приемом пищи необходимо тщательно мыть руки с мылом, а по окончании работы — лицо, шею и руки или принимать душ.

Требования техники безопасности и производственной санитарии непрерывно обновляются и дополняются благодаря внедрению на предприятиях научной организации труда, быстрому развитию таких отраслей науки, которые

направлены на охрану здоровья работающих. Исследования в области технической эстетики показали, что на самочувствие и настроение рабочих, от чего во многом зависят производительность, безопасность труда и качество продукции, влияют самые различные факторы, в том числе и окраска помещений и оборудования.

В северных и центральных районах панели стен и перегородки производственных помещений рекомендуется окрашивать в светло-зеленый (если окна выходят на юг) или кремовый (если окна выходят на север) цвета, а верх стен и потолки — в белый. В южных районах для окраски стен и потолков следует применять голубые цвета. Углы помещений, урны и участки пола вокруг них окрашивают в белый цвет. Особо нужно выделять движущееся оборудование — тележки, кары и т. д. (окрашивать их красной и черной или желтой и черной красками), движущиеся части станков (цвет их должен отличаться от цвета самих станков), кнопки и рукоятки и опасные в отношении травматизма части машин (их окрашивают яркой красной, оранжевой или желтой краской).

Там, где все работающие неуклонно выполняют требования техники безопасности, возможность несчастных случаев совершенно исключена.

Глава II. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

§ 1. Взаимозаменяемость

Форму и размеры деталей определяют при конструировании машины. Зная условия, в которых будет работать деталь, конструктор выбирает для нее материал, устанавливает наиболее приемлемую форму и рассчитывает ее размеры таким образом, чтобы под действием рабочих нагрузок материал детали сохранял запас прочности. Полученные расчетом размеры детали округляют до так называемых нормальных размеров, которые в большинстве случаев выражаются целым числом миллиметров, а затем эти окончательные размеры проставляют на чертеже.

Чертеж является основным документом при изготовлении детали. Любой ее размер на чертеже (длина, ширина, диаметр) называется номинальным. Он всегда отличается от действительного размера готовой детали, полученного в результате обработки.

Дело в том, что на практике, применяя какой угодно способ изготовления детали, нельзя абсолютно точно выдержать заданные номинальные размеры, как невозможно получить и несколько совершенно одинаковых деталей. Всегда будет какое-то расхождение между номинальными и действительными размерами. Это объясняется неоднородностью материала, различиями в установке детали при обработке, неизбежными погрешностями при измерении и многими другими причинами.

Но вовсе не обязательно изготовлять все детали с чрезвычайно высокой точностью. Иногда бывает просто невыгодно добиваться получения номинальных размеров, если детали, выполненные с некоторыми отклонениями от этих размеров, работают вполне удовлетворительно. В каждом случае важно лишь знать, как велики могут быть отклонения действительных размеров от номинальных. Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим понятие взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемостью называется такое свойство одних и тех же деталей, которое позволяет устанавливать их без всякой предварительной подгонки, после чего они будут иметь практически одинаковую работоспособность. Это значит, что любая деталь из числа взаимозаменяемых может быть поставлена на машину вместо другой однородной детали и характер работы машины после такой

замены не изменится. Сказанное относится также к взаимозаменяемым узлам и агрегатам машин.

Принцип взаимозаменяемости в машиностроении применяется уже давно. Он приобретает особенно большое значение в условиях массового производства, при поточной сборке машин. В этом случае детали поступают на сборку из других цехов, а иногда даже с других заводов. Подгонкой деталей по месту во время сборки заниматься некогда и негде. Поэтому они должны настолько мало отличаться друг от друга, чтобы это не могло отразиться на качестве сборки и последующей работы машины.

Взаимозаменяемость играет важную роль в ремонтном деле. Ремонт машин зачастую сводится лишь к разборочно-сборочным операциям и замене изношенных деталей. Поэтому запасные части (в том числе и восстановленные детали), устанавливаемые вместо изношенных, должны быть взаимозаменяемы.

Взаимозаменяемость может быть полной и неполной.

Полной называется такая взаимозаменяемость, при которой любая из изготовленных деталей удовлетворяет условиям правильной сборки и, установленная на место, обеспечивает нормальную работу машины. Можно привести бесконечное множество примеров полной взаимозаменяемости: шестерни коробок передач, валы, звездочки цепных передач, лемехи и отвалы плугов и другие детали той или иной машины.

Неполную взаимозаменяемость применяют, когда требуется получить наибольшую точность в каком-либо соединении двух деталей. Она заключается в том, что все изготовленные детали сортируют на несколько групп, отличающихся одна от другой значениями отклонений в размерах. Число групп обычно бывает одинаковым для обеих соединяемых деталей. В дальнейшем каждую пару деталей комплектуют таким образом, чтобы обе составляющие ее части принадлежали к одной группе. В практике ремонта с неполной взаимозаменяемостью приходится встречаться, например, при комплектовании поршней с гильзами цилиндров в процессе ремонта тракторных двигателей.

С взаимозаменяемостью тесно связаны понятия нормализации и унификации. До сих пор речь шла о взаимозаменяемости деталей применительно к одной машине. Но существуют такие детали и даже сложные изделия, которые отвечают требованиям взаимозаменяемости уже для всех машин. Это — болты, гайки, уплотнения, шарикоподшипники и т. п. Несмотря на то, что эти изделия имеются почти во всякой сложной машине, число их разновидностей сравнительно невелико. Оно ограничено такими формами и размерами, которых обычно бывает достаточно для удовлетворения потребностей всех отраслей машиностроения.

Легко понять, с какой целью это сделано. Во-первых, при конструировании машин не нужно придумывать и рассчитывать деталь заново, когда проще применить уже готовую. Во-вторых, производство ограниченного числа изделий можно организовать на специализированных заводах, оснащенных автоматическим оборудованием. В-третьих, создается удобство при ремонте и эксплуатации большого числа разных машин. Вот такое ограничение формы и размеров некоторых наиболее употребительных изделий и называется *нормализацией*.

Такое же применение типовых изделий для определенной группы машин носит название *унификации*. Для примера укажем на унифицированную раздельно-агрегатную навесную систему современных тракторов. Многие ее детали и узлы сделаны одинаковыми, несмотря на то, что они предназначены для различных тракторов. Высокой степенью унификации отличается семейство двигателей СМД, устанавливаемых на разных тракторах и комбайнах. Совершенно очевидно, что однотипные механизмы ремонтировать значительно проще, чем большое число механизмов, разнообразных по своим формам и размерам.

Таким образом, можно сформулировать общие требования к точности изготовления деталей. Под необходимой *точностью изготовления* понимается такая степень соответствия формы и размеров обработанной детали заданным форме и размерам, при которой не нарушаются правильная сборка машины и нормальная работа в ней данной детали. Иными словами, отклонения действительных размеров от номинальных должны находиться в определенных пределах, обеспечивающих взаимозаменяемость детали. Допустимые предельные отклонения каждого размера характеризуются значением допуска и указываются на чертеже рядом с номинальным размером.

§ 2. Основные понятия о допусках

Сопряжение. Сопряжением называется соединение двух деталей, из которых одна входит в другую. В сопряжении различают охватываемую поверхность (условное

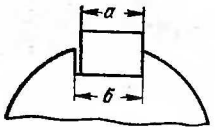


Рис. 16. Шпоночное соединение:

а — охватываемая поверхность («вал»); *б* — охватывающая поверхность («отверстие»).

название «вал») и охватывающую поверхность (условное название «отверстие»). Названия «вал» и «отверстие» относятся как к цилиндрическим соединениям, так и к плоским соединениям, образованным параллельными плоскостями. Так, например, в шпоночном соединении призматическая шпонка является «валом», а канавка вала — «отверстием» (рис. 16).

Номинальный, действительный и предельные размеры. Любой размер детали на чертеже (длина, ширина, диаметр и т. д.) называется номинальным. Размер обработанной детали, измеренный с допустимой погрешностью, называется действительным. Действительный размер детали должен находиться между двумя заранее известными предельными размерами — наибольшим и наименьшим. Общий размер отверстия и вала в каком-либо сопряжении называется номинальным размером сопряжения.

Отклонения. Предельные размеры задают и обозначают на чертежах в виде отклонений, которые показывают, насколько предельный размер отличается от номинального. Разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называется верхним предельным отклонением, а разность между наименьшим предельным и номинальным размерами — нижним предельным отклонением. Отклонения проставляют на чертежах справа от номинального размера. Отклонение считается положительным, если предельный размер больше номинального, и отрицательным, если он меньше. Верхнее отклонение должно быть расположено над нижним. Отклонение, равное нулю, не указывают. В этом случае наносят только одно отклонение: положительное (плюсовое) — на месте верхнего, а отрицательное (минусовое) — на месте нижнего предельного отклонения. Если отклонения одинаковы по своему численному значению, но одно из них положительно, а другое отрицательно, то значение отклонения указывают один раз после знаков $\pm$. Примеры обозначений отклонений на чертежах: $150^{+0.2}_{+0.2}$; $60^{-0.04}_{-0.12}$; $48^{+0.015}_{-0.010}$; $250^{+0.6}_{}$; $30_{-0.045}$; $50 \pm 0{,}2$.

На машиностроительных чертежах все линейные размеры и отклонения выражают в миллиметрах.

Допуск размера — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Допуск равен также разности между верхним и нижним отклонениями. Допуск — всегда положительная величина. Зона (промежуток) между предельными размерами составляет поле допуска. Верхней границей поля допуска является наибольший предельный размер, нижней границей — наименьший предельный размер. У правильно обработанной (годной) детали действительный размер находится в пределах поля допуска. На значение допуска влияют: а) номинальный размер детали; б) класс точности, по которому обрабатывается деталь; в) система допусков; г) вид посадки.

§ 3. Посадки. Зазоры и натяги

Под посадкой понимают характер сопряжения двух деталей, из которых одна входит в другую. Вид посадки характеризуется определенным значением зазора или натяга.

Зазор (рис. 17, *а*) — разность между размерами отверстия и вала, когда размер отверстия больше размера вала и соединяемые детали обладают свободой относительного перемещения.

Натяг (рис. 18, *а*) — разность между размерами вала и отверстия, когда размер вала (до сборки) больше размера отверстия. Детали собирают с натягом при помощи пресса или другого приспособления, которое позволяет создать усилие, необходимое для запрессовки внутренней детали (вала) в наружную (отверстие). Во многих случаях наружную деталь нагревают, она расширяется, и тогда в нее можно без особых усилий вставить внутреннюю деталь. После остывания в соединении деталей образуется натяг, препятствующий смещению одной детали относительно другой.

Посадки. Все посадки подразделяются на три группы:

1. *Посадки с зазором в соединении* (рис. 17, *б*). В этом случае поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала. Наибольший зазор представляет собой разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала, а наименьший зазор — разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Для примера определим наибольший и наименьший зазоры в сопряжении: впускной клапан — направляющая втулка головки цилиндров двигателя СМД. Диаметр стерж-

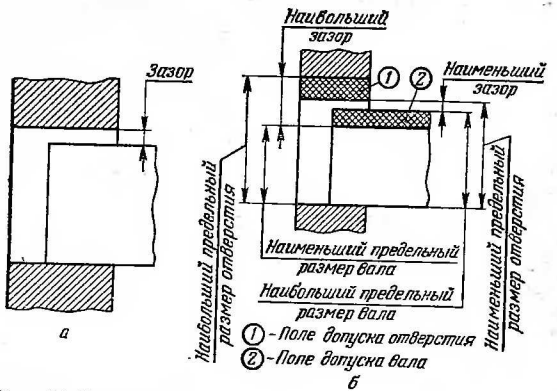


Рис. 17. Посадка с зазором:

а — зазор в сопряжении; *б* — определение наибольшего и наименьшего зазоров.

ня клапана $11^{-0,020}_{-0,055}$ мм. Диаметр отверстия направляющей втулки $11^{+0,085}$ мм. В рассматриваемом сопряжении направляющая втулка является отверстием, а стержень клапана — валом. Наибольший предельный размер отверстия 11,035 мм, наименьший предельный размер вала 10,945 мм. Наибольший зазор определяется как разность этих размеров: 11,035—10,945 = 0,09 мм, или 90 мкм. Наименьший предельный размер отверстия совпадает с номинальным размером и равен 11 мм. Наибольший предельный размер вала 10,97 мм. Наименьший зазор, представляющий собой разность этих размеров, будет равен 11—10,97 = 0,03 мм, или 30 мкм. Если при изготовлении клапана и направляющей втулки обеспечить заданную точность обработки, то после сборки зазор в сопряжении будет находиться в пределах 30—90 мкм.

2. *Посадки с натягом в соединении* (рис. 18, *б*). В этом случае поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия. Наибольший натяг представляет собой разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия, а наименьший натяг — разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия.

Для примера определим наибольший и наименьший натяги в сопряжении: втулка — верхняя головка шатуна

тракторного двигателя А-41. Диаметр наружной поверхности втулки $56^{+0,15}_{+0,09}$ мм, диаметр отверстия верхней головки шатуна $56^{+0,03}$ мм. В рассматриваемом сопряжении наибольший предельный размер вала (втулки) равен 56,15 мм, наименьший предельный размер отверстия (верхней головки шатуна), совпадающий с номинальным размером, 56 мм. Следовательно, наибольший натяг будет иметь значение 56,15—56 = 0,15 мм, или 150 мкм. Наименьший натяг, равный разности наименьшего предельного размера вала (56,09 мм) и наибольшего предельного размера отверстия (56,03 мм), составит 56,09 — 56,03 = = 0,06 мм, или 60 мкм. Если обрабатывать втулку и верхнюю головку шатуна с заданной точностью, то натяг в сопряжении будет находиться в пределах 60—150 мкм.

3. *Переходные посадки* (рис. 19). В этом случае поля допусков отверстия и вала перекрываются, поэтому в соединении может быть получен как зазор, так и натяг. При наименьшем предельном размере вала и наибольшем предельном размере отверстия в соединении получается наибольший зазор, а при наибольшем предельном размере вала и наименьшем предельном размере отверстия — наибольший натяг.

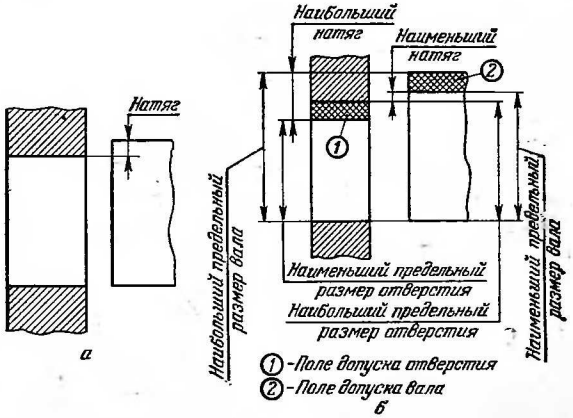


Рис. 18. Посадка с натягом:

а — натяг в сопряжении; *б* — определение наибольшего и наименьшего натягов.

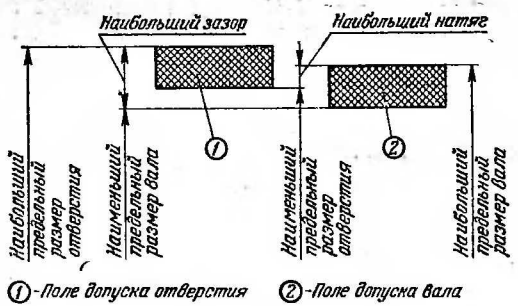


Рис. 19. Переходная посадка.

Для примера рассмотрим сопряжение: подшипник — ось дифференциала трактора «Беларусь». В этом сопряжении размер отверстия (внутренний диаметр подшипника) $55_{-0,015}$ мм, размер вала (диаметр оси дифференциала) $55 \pm 0{,}01$ мм. Наибольший зазор в сопряжении будет получен при наибольшем предельном размере отверстия (55 мм) и наименьшем предельном размере вала (54,99 мм): 55 — — 54,99 = 0,01 мм, или 10 мкм. Наибольший натяг будет получен при наименьшем предельном размере отверстия (54,985 мм) и наибольшем предельном размере вала (55,01 мм): 55,01 — 54,985 = 0,025 мм, или 25 мкм. Если обработать ось дифференциала с заданной точностью, то в сопряжении могут быть получены посадки с зазором (от 10 мкм до 0) или с натягом (от 0 до 25 мкм).

Допуск посадки равен сумме допусков отверстия и вала. В последнем примере допуск отверстия составляет 0,015 мм, допуск вала 0,02 мм. Допуск посадки будет 0,015 + 0,02 = = 0,035 мм, или 35 мкм. Эту же величину можно получить, складывая значения наибольшего зазора и наибольшего натяга: 10 + 25 = 35 мкм.

§ 4. Классы точности

В зависимости от назначения детали изготовляют с различной точностью, определяемой значениями допусков. Для наиболее ходовых размеров (1—500 мм) установлены 10 классов точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8, 9 *. Чем грубее класс точности и больше размер детали, тем шире поле допуска и меньше точность изготовления.

* Для размеров 1—500 мм 6-й класс точности не предусмотрен.

1-й класс точности характеризуется наименьшими допусками, значения которых для размеров от 1 до 500 мм могут колебаться от 4 до 63 мкм. Этот класс точности применяют главным образом в приборостроении. Для обработки деталей по 1-му классу точности необходимо иметь сложное оборудование. В число операций входят: неоднократное чистовое развертывание, шлифование, алмазное точение, притирка, доводка, полирование.

В некоторых случаях и 1-й класс не обеспечивает нужной точности. Тогда применяют взаимную подгонку и притирку каждой пары сопрягаемых деталей, и принцип взаимозаменяемости нарушается. Примером таких деталей служат плунжер и гильза топливного насоса, между которыми должен быть выдержан зазор 1,5—2,5 мкм.

2-й и 3-й классы точности, а также промежуточный между ними *класс точности 2а* находят самое широкое применение при изготовлении деталей автомобилей, тракторов и ответственных узлов сельскохозяйственных машин (например, посадочные места на валах под шарикоподшипники, посадочные места в блоках цилиндров двигателей под гильзы и втулки распределительных валов, отверстия в шатунах и крышках под шатунные болты и т. д.). 2-й класс точности получают шлифованием деталей, а 3-й класс и класс 2а — тонким точением. Допуски в этих классах точности для размеров 1—500 мм колеблются от 6 до 190 мкм.

По *4-му классу точности* и промежуточному *классу точности 3а* обрабатывают довольно много деталей тракторов и сельскохозяйственных машин. Эти классы характеризуются большими допусками (40—340 мм) и могут быть получены при сверлении отверстий по кондуктору, растачивании и чистовом обтачивании деталей на токарном станке. Пример такой детали — ось рычага муфты сцепления.

5-й класс точности предназначен для неответственных соединений, где детали могут быть грубо обработаны на токарном или сверлильном станке (например, подшипник вала мотовила зерноуборочного комбайна). Допуски в этом классе точности имеют значения 120—720 мкм.

К *7, 8 и 9-му классам точности* относятся детали, получаемые грубой обдиркой поверхности, литьем, ковкой, штамповкой и прокаткой. В этих классах точности допуск для размеров 1—500 мм колеблется от 0,25 до 3,8 мм.

§ 5. Системы допусков

Для получения различных посадок применяют две системы допусков: систему отверстия и систему вала.

В *систему отверстия* входят все посадки, в которых предельные отклонения отверстий (для одного и того же номинального размера и одного и того же класса точности) одинаковы, причем нижнее отклонение отверстий равно нулю. Разные посадки получают, изменяя поля допусков вала при неизменном поле допуска отверстия (рис. 20, *а*). Отверстие в этой системе называется основной деталью, или основанием. Поле допуска отверстия обозначается буквой A с добавлением числового индекса класса точности (для 2-го класса точности индекс опускается): A_1 A, A_{2a}, A_3, ..., A_9.

В *систему вала* входят все посадки, в которых предельные отклонения валов (для одного и того же номинального размера и одного и того же класса точности) одинаковы, причем верхнее отклонение валов равно нулю. Разные посадки получают, изменяя поля допусков отверстия при неизменном поле допуска вала (рис. 20, *б*). Вал в этой системе называется основной деталью, или основанием. Поле допуска вала обозначается буквой B с добавлением числового индекса класса точности: B_1, B, B_{2a}, B_3, ..., B_9.

Применение на практике той или другой системы определяется технологическими или экономическими соображениями. Так, для получения в системе вала различных посадок, отличающихся одна от другой значениями зазора или натяга, необходимо использовать большое число дорогостоящих режущих и измерительных инструментов (сверл, зенкеров, разверток, калибров). А в системе отверстия, где посадки получаются изменением предельных размеров вала, такого числа режущих инструментов не требуется — достаточно одного резца. Измерительные инструменты для определения размеров валов также значительно проще и дешевле, чем те, которыми определяют размеры отверстий. Поэтому система отверстия получила бóльшее распространение, чем система вала. Однако возможен случай, когда на одном валу устанавливают несколько деталей, имеющих одинаковый номинальный размер, но разные отклонения. Здесь удобнее вести обработку по системе вала, чтобы по всей длине вал имел один и тот же диаметр. Иногда систему отверстия вообще нельзя применить. Таким примером является посадка поршневого пальца в двигателе внутреннего сгорания. В сопряжении его со втулкой верхней головки шатуна должен быть зазор, а в сопряжении с поршнем — натяг. В этом случае детали обрабатывают по системе вала.

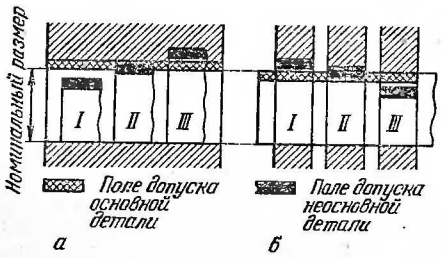


Рис. 20. Схема посадок в системе отверстия (*а*) и в системе вала (*б*):

I — посадка с зазором; *II* — переходная посадка; *III* — посадка с натягом.

§ 6. Классификация посадок

К посадкам с зазором относятся (в порядке возрастания зазоров): скользящая (*С*), движения (*Д*), ходовая (*Х*), легкоходовая (*Л*), широкоходовая (*Ш*) и тепловая ходовая (*ТХ*). Эти посадки называются *подвижными*.

К посадкам с натягом относятся (в порядке возрастания натягов): легкопрессовая (*Пл*), прессовая (*Пр*), горячая (*Гр*), прессовая 1-я (*Пр 1*), прессовая 2-я (*Пр 2*) и прессовая 3-я (*Пр 3*). Эти посадки называются *неподвижными*.

К *переходным* посадкам относятся: глухая (*Г*), тугая (*Т*), напряженная (*Н*) и плотная (*П*).

Подвижные посадки гарантируют зазор в сопряжениях, так как размер вала всегда меньше размера отверстия.

Скользящая посадка применяется для сопряжений деталей, которые должны перемещаться одна относительно другой от руки, но иметь точное направление (например, центрирующие поверхности фланцев, стаканов и крышек в гнездах; посадочные поверхности зубчатых колес, звездочек, шкивов, закрепляемых на валах шпонками).

Посадка движения, имеющая небольшой зазор, характерна для сопряжений, которые должны обеспечивать хорошее центрирование соединяемых деталей и отсут-

ствие ударов при изменении направления действующих нагрузок (например, передвижные зубчатые колеса; наружные кольца подшипников качения, у которых внутренние кольца напрессованы на вал).

Ходовая посадка — одна из самых распространенных в автотракторостроении — служит для соединения деталей, работающих со сравнительно небольшой частотой вращения (до 1000 об/мин) при плавно меняющихся нагрузках (например, коленчатые и кулачковые валы в подшипниках).

Легкоходовая посадка, имеющая значительные зазоры, применяется для подвижных соединений, в которых вал вращается с большой частотой (свыше 1000 об/мин) или имеет много опор (например, вращающиеся в подшипниках валы центробежных насосов, холостые шкивы на валах).

Широкоходовая и тепловая ходовая посадки с самыми большими зазорами допускают неточное центрирование, перекосы и прогибы соединяемых деталей, изменение их размеров под действием высокой температуры (например, в тепловых двигателях), работу сопряжений в условиях сильной загрязненности, характерной для эксплуатации тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин.

Неподвижные посадки гарантируют натяг в сопряжениях, так как размер вала всегда больше размера отверстия.

Легкопрессовая посадка имеет небольшой натяг и применяется в тех случаях, когда необходимо получить прочное соединение без значительного деформирования сопрягаемых деталей.

Прессовая посадка дает прочное соединение, но в процессе запрессовки детали несколько деформируются (например, посадка на валах зубчатых колес, звездочек, шкивов без дополнительного крепления).

Горячая посадка образуется при насаживании охватывающей детали после нагревания ее до температуры 400—500 °С. Такое соединение в дальнейшем не разбирается (например, установка колец при восстановлении изношенных катков, роликов, колес или кольцевание гнезд клапанов головки цилиндров двигателя).

1-я, 2-я и 3-я прессовые посадки имеют самые большие натяги и должны применяться осторожно, после тщательного расчета, чтобы не вызвать разрушения деталей.

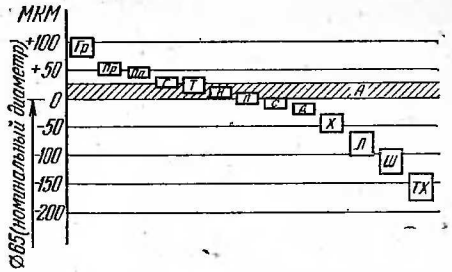


Рис. 21. Схема посадок в системе отверстия 2-го класса точности для номинального диаметра 65 мм.

Переходные посадки занимают промежуточное положение между подвижными и неподвижными: сопряженные детали могут иметь или зазор, или натяг.

Глухая посадка используется в сравнительно редко разбираемых соединениях, работающих при ударных нагрузках и вибрациях. Сопряженные детали скрепляют между собой шпонками, стопорными винтами и т. д. (например, посадка на валах зубчатых колес и звездочек, которые приходится время от времени заменять).

Тугая посадка имеет такое же назначение, что и глухая, но применяется в тех случаях, когда детали требуется разбирать чаще (например, соединения рукояток, зубчатых колес, храповых муфт с осями и валами).

Напряженная посадка предназначена для часто разбираемых соединений (например, посадка внутренних колец подшипников качения на валах или сальниковых втулок в гнездах).

Плотная посадка отличается от других переходных посадок наибольшей вероятностью получения в сопряжении деталей зазора. Эта посадка используется для соединения деталей, требующих точного центрирования (например, соединение сменных зубчатых колес и эксцентриков с валами). Посадка легко разбирается от руки или от ударов легкого деревянного молотка.

В каждом классе точности предусмотрена только часть перечисленных посадок (табл. 1).

Из таблицы видно, что самые распространенные посадки — скользящая и ходовая. Наибольшее число посадок предусмотрено во 2-м классе точности.

Таблица 1

Распределение посадок по классам точности

Наименования посадок (в порядке убывания натягов и возрастания зазоров)	Система отверстия								Система вала							
	классы точности посадок															
	1	2	2а	3	3а	4	5		1	2	2а	3	3а	4	5	
	обозначения полей допусков отверстий								обозначения полей допусков валов							
	A_1	A	A_{2a}	A_3	A_{3a}	A_4	A_5		B_1	B	B_{2a}	B_3	B_{3a}	B_4	B_5	
	обозначения полей допусков валов								обозначения полей допусков отверстий							
Прессовая 3-я	—	—	—	$Пр2_3$							—					
Прессовая 2-я	—	—	$Пр2_{2a}$	$Пр2_3$							$Пр2_{2a}$					
Прессовая 1-я	—	—	$Пр1_{2a}$	$Пр2_2$							—					
Горячая	—	$Гр$	—	—						$Гр$	—					
Прессовая	—	$Пр$	—	—						$Пр$	—					
Легкопрессовая	—	$Пл$	—	—						$Г$	—					
Глухая	$Г_1$	$Г$	$Г_{2a}$	—					$Г_1$	$Т$	$Т_{2a}$					
Тугая	$Т_1$	$Т$	$Т_{2a}$	—					$Т_1$	$Н$	$Н_{2a}$					
Напряженная	$Н_1$	$Н$	$Н_{2a}$	—					$Н_1$	$П$	$П_{2n}$					
Плотная	$П_1$	$П$	$П_{2a}$	—			C_5		$П_1$	$С$	$С_{2a}$				C_6	
Скользящая	$С_1$	$С$	$С_{2a}$	—	C_{3a}	C_4	—		$С_1$	$Д$	—	C_3	C_{3a}	C_4	—	
Движения	$Д_1$	$Д$	—	X_3	—	—	X_5		$Д_1$	$Х$	—	X_3	—	—	X_6	
Ходовая	$Х_1$	$Х$	$Х_{2a}$	—	—	X_4	—		$Х_1$	$Л$	—	—	—	$Л_4$	—	
Легкоходовая	—	$Л$	—	—	—	$Л_4$	—		—	$Ш$	—	$Ш_3$	—	$Ш_4$	—	
Широкоходовая	—	$Ш$	—	—	—	$Ш_4$	—		—	—	—	—	—	—	—	
Тепловая ходовая	—	$ТХ$	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	

Чтобы нагляднее представить характер отдельных видов посадок, на рисунке 21 в качестве примера изображена схема посадок 2-го класса точности для одного из номинальных размеров.

Схема составлена по стандартным таблицам допусков и посадок, где приведены предельные отклонения для всех номинальных размеров и классов точности. Буквой A на рисунке обозначено поле допуска отверстия, остальными буквами — поля допусков вала при различных посадках, соответствующих данному классу точности.

§ 7. Обозначение посадок на чертежах

При обозначении той или иной посадки на чертеже рядом с ее условным обозначением проставляют индекс класса точности (для 2-го класса индекс не указывают). Примеры: $Пр_1$ — 1-я прессовая посадка 1-го класса точности; $Пл$ — легкопрессовая посадка 2-го класса точности; $С_{3а}$ — скользящая посадка класса точности 3а; $Л_4$ — легкоходовая посадка 4-го класса точности.

Условное обозначение посадки с индексом класса точности указывают на чертеже после номинального размера неосновной детали (рис. 22, *а* и *д*). После номинального размера основной детали ставят букву A (если это отверстие) или B (если это вал) и добавляют индекс класса точности (рис. 22, *б* и *г*). Когда на чертеже изображены обе сопрягаемые детали, то предельные отклонения их размеров обозначают в виде дроби: в числителе — отклонения отверстия, в знаменателе — отклонения вала (рис. 22, *в* и *е*). Чаще вместо условных обозначений ставят их числовые значения. Вместо $\phi 30П$ пишут $\phi 30 \pm 0{,}007$, вместо $\phi 30A - \phi 30^{+0{,}023}$, вместо $\phi 30 \frac{A}{П} - \phi 30 \frac{+0{,}023}{\pm 0{,}007}$.

Рис. 22. Обозначение посадок на чертежах:

а, б и в — плотная посадка 2-го класса точности в системе отверстия; *г, д и е* — ходовая посадка 5-го класса точности в системе вала.

§ 8. Точность формы деталей

Погрешности формы деталей оказывают заметное влияние на качество сборки и работу отдельных узлов машин. Поэтому при восстановлении деталей и сборке машин в процессе ремонта необходимо не только обращать внимание на соответствие размеров деталей чертежу, но и следить за тем, чтобы была выдержана заданная точность их формы.

Допуски на неточность формы обычно меньше, чем на размеры. В каждом конкретном случае значения отдельных отклонений формы и взаимного расположения поверхностей задаются техническими условиями на ремонт и сборку того или иного узла машины.

К погрешностям формы наиболее распространенных цилиндрических деталей относятся (рис. 23): в поперечном сечении — овальность и огранка, объединяемые одним термином некруглость, в продольном сечении — конусность, бочкообразность, седлообразность и изогнутость, объединяемые одним термином нецилиндричность. Методы определения указанных погрешностей приведены на рисунке.

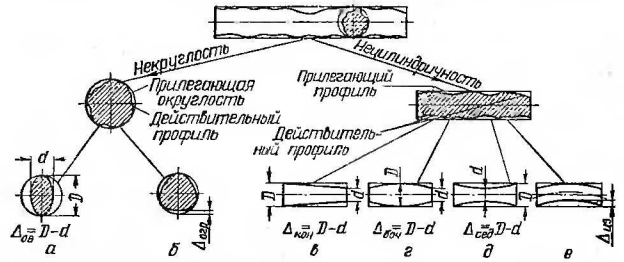


Рис. 23. Отклонение формы цилиндрических поверхностей:

а — овальность; *б* — огранка; *в* — конусообразность; *г* — бочкообразность; *д* — седлообразность; *е* — изогнутость.

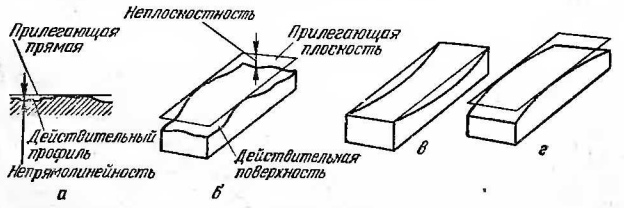


Рис. 24. Отклонения формы плоских деталей:

а — непрямолинейность; *б* — неплоскостность; *в* — вогнутость; *г* — выпуклость.

К погрешностям формы плоских деталей относятся (рис. 24): непрямолинейность — наибольшее расстояние от прилегающей прямой до точек действительного профиля, полученного в сечении поверхности нормальной плоскостью, и неплоскостность — наибольшее расстояние от прилегающей плоскости до точек действительной поверхности. Разновидностью этих отклонений являются вогнутость и выпуклость.

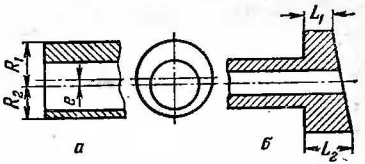


Рис. 25. Определение радиального (*а*) и торцевого (*б*) биения.

При нарушении точности взаимного расположения поверхностей цилиндрических деталей возникают радиальное и торцевое биения, часто крайне отрицательно влияющие на нормальную работу машин.

Радиальное биение в каком-либо сечении детали появляется в результате смещения центра этого сечения относительно оси вращения детали или вследствие некруглости детали в рассматриваемом сечении. Оно выражается разностью наибольшего и наименьшего расстояний точек действительной поверхности детали до оси ее вращения в нормальном сечении. Если ось отверстия цилиндрической детали смещена относительно оси детали на расстояние e (рис. 25, *а*), то радиальное биение $R_1 - R_2 = 2e$.

Торцевое биение, возникающее из-за отклонений формы торца по линии измерения, определяется разностью наибольшего и наименьшего расстояний точек действительной торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной к оси вращения: $L_2 - L_1$ (рис. 25, *б*).

§ 9. Шероховатость поверхности

После обработки на поверхности деталей остаются неровности — гребешки и углубления, создающие впечатление шероховатости. На грубо обработанной поверхности шероховатость хорошо заметна на глаз и на ощупь. На гладкой полированной поверхности микроскопические неровности можно обнаружить лишь специальными приборами.

Размером неровностей принято оценивать шероховатость (чистоту) поверхности. Стандартом установлено 14 классов чистоты. Получение поверхности того или иного класса чистоты зависит от способа обработки (табл. 2). Чем ниже номер класса, тем грубее обработана поверхность. Для обозначения всех классов чистоты поверхности принят один знак — треугольник ▽,

Таблица 2

Шероховатость поверхности

Условное обозначение класса чистоты на чертежах (по ГОСТ 2789—59)	Способ получения данной поверхности	Описание поверхности
▽ 1, ▽ 2, ▽ 3	Сверление без кондуктора, обдирка резцом, грубое растачивание, строгание, обработка напильником с насечкой № 0, абразивным кругом	Грубо обработанная поверхность с хорошо заметными на глаз и на ощупь неровностями
▽ 4	Сверление по кондуктору, черновое точение, среднее растачивание, грубое шлифование, обработка напильником с насечкой № 1	Удовлетворительно обработанная поверхность с хорошо заметными на глаз и на ощупь неровностями
▽ 5	Сверление по кондуктору, черновое точение, чистовое строгание, среднее растачивание и зенкерование, чистовое однократное развертывание, грубое шлифование, обработка напильником с насечкой № 2	Удовлетворительно обработанная поверхность с заметными на глаз неровностями. При проведении ногтем чувствуется шероховатость
▽ 6	Чистовое точение, тонкое растачивание, чистовое двукратное развертывание, среднее шлифование, опиливание напильником с насечкой № 3,4	Хорошо обработанная поверхность с мало заметными на глаз неровностями. Шероховатость ощущается слабо
▽ 7, ▽ 8, ▽ 9	Алмазное точение и растачивание, тонкое шлифование, притирка, полирование, шабрение	Очень хорошо обработанная поверхность с чуть заметными на глаз неровностями. Едва ощущается незначительная шероховатость
▽ 10, ▽ 11, ▽ 12, ▽ 13, ▽ 14	Специальная обработка	Контролируется измерительными приборами

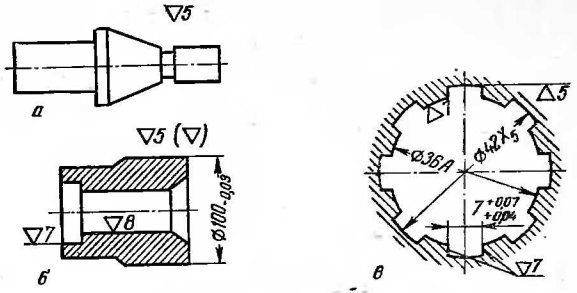


Рис. 26. Примеры нанесения на чертежах обозначений шероховатости поверхности.

рядом с которым указывается номер класса. Классы 6—14 дополнительно разделены на разряды, обозначаемые буквами а, б и в.

Шероховатость поверхности имеет очень большое значение для многих деталей машин, особенно для тех, которые работают в условиях трения. Чисто обработанные трущиеся поверхности изнашиваются меньше и служат дольше, чем шероховатые поверхности.

Шероховатость поверхности отражается и на таких свойствах металлов, как прочность и коррозионная стойкость. Установлено, что с уменьшением шероховатости поверхности повышается сопротивление металлических деталей действующим нагрузкам и коррозии.

Условные обозначения классов чистоты, приведенные в таблице 2, наносят на чертежи следующим образом. Если все поверхности детали должны быть обработаны по одному и тому же классу, то соответствующее условное обозначение пишут один раз в верхней части чертежа (рис. 26, *а*).

Если поверхности детали должны быть различной шероховатости, то на каждую поверхность наносят обозначение соответствующего класса чистоты, причем преобладающее обозначение может быть вынесено в верхнюю часть чертежа с прибавлением знака ▽ (рис. 26, *б*).

Обозначение класса чистоты одной и той же части поверхности или повторяющихся поверхностей (отверстий, зубьев и т. п.) указывают только один раз (рис. 26, *в*).

Знак ~ на поверхности детали показывает, что эту поверхность обрабатывать не нужно.

Глава III. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ТЕХНИКА ИЗМЕРЕНИЙ

При выполнении слесарных работ постоянно возникает необходимость измерять детали. Обычно измерения сводятся к определению линейных размеров (длины, диаметра) или углов, образованных двумя плоскостями. Однако, несмотря на такую кажущуюся простоту измерений, на практике используют самые разнообразные измерительные инструменты. Это объясняется сложностью форм деталей и трудностью, а иногда и невозможностью определить размер одним инструментом. Главная же причина многообразия измерительных приборов заключается в различных требованиях, предъявляемых к точности обработки деталей.

Не все детали нужно изготовлять с одинаковой точностью. Часто при слесарной обработке можно ограничиться точностью в 0,5 мм. В этом случае линейные размеры деталей определяют измерительной линейкой, а углы с точностью до 1° измеряют простейшим угломером — транспортиром. Если нельзя непосредственно определить размер детали одним инструментом, применяют кронциркули и нутромеры (см. рис. 28).

Когда при сборке одну деталь пригоняют к другой, требуется уже более высокая точность — 0,1—0,2 мм. В этих случаях применяют штангенциркули, штангенглубиномеры и другой более сложный инструмент. Особо точные изделия измеряют микрометрами, штихмасами, калибрами. Точный измерительный инструмент дорог и быстро выходит из строя, если им неправильно пользоваться. Поэтому его не следует применять там, где в этом нет необходимости.

§ 1. Показатели измерительных инструментов

К основным показателям измерительных инструментов и приборов, позволяющим сравнивать их между собой, относятся следующие.

Цена деления шкалы инструмента или прибора — значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы (расстояние между двумя соседними штрихами). К примеру, цена деления шкалы измерительной линейки составляет 1 мм, а малой шкалы индикатора — 0,01мм.

Пределы измерений инструмента (прибора) — наибольшее и наименьшее значения величины, которые могут быть

измерены данным инструментом (прибором). У приборов, имеющих одинаковую по размеру шкалу, пределы измерений могут быть различными. Так, у микрометров со шкалой в 25 мм пределы измерений могут быть 0—25 мм, 25—50 мм, 50—75 мм и т. д.

Точность отсчета инструмента (прибора) обычно равна половине цены деления. С помощью особых устройств точность отсчета можно повысить (например, у штангенциркуля применением нониуса).

Измерительное усилие — усилие в месте контакта инструмента (прибора) с измеряемой деталью. Резкие колебания измерительного усилия отражаются на точности измерений.

Погрешность показаний — это такой показатель, который имеет решающее значение для выбора средств измерений. Он выражается разностью между действительным значением измеряемой величины и теми ее значениями, которые дает инструмент (прибор). Причинами появления погрешности могут быть неточности при изготовлении инструмента, изменения измерительного усилия, разница в температурных деформациях инструмента и измеряемой детали и т. д. Значение допустимой максимальной погрешности тех или иных средств измерений устанавливается стандартом.

§ 2. Инструменты и приборы для линейных измерений

Для линейных измерений применяют следующие измерительные средства:

инструменты со шкалами для непосредственного отсчета измеряемого размера, к которым относятся простейшие штриховые меры длины (металлические линейки, складные метры, рулетки), штангенинструменты (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангензубомеры и др.), микрометры, штихмасы и микрометрические глубиномеры, индикаторы;

инструменты для измерения методом сравнения — калибры, щупы и шаблоны, используемые для проверки диаметров валов и отверстий, контроля точности обработки, зазоров в шлицевых, резьбовых, зубчатых соединениях и т. д.;

плоскопараллельные концевые меры, применяемые для проверки измерительных инструментов и для точных измерений при разметке заготовок;

измерительные приборы и аппараты, главным образом механические (миниметры, микрокаторы, рычажные скобы и др.) и оптические (оптиметры, инструментальные микроскопы).

Простейшие штриховые инструменты. Для грубых измерений служат *измерительные линейки* с пределами измерений от 150 до 1000 мм и ценой деления 1 или 0,5 мм (точность отсчета на глаз — $^1/_4$ деления шкалы); металлические *складные метры,* состоящие из десяти шарнирно скрепленных линеек по 100 мм каждая (точность отсчета 1 мм); *рулетки* в виде стальной ленты длиной от 1 до 50 м, которую можно свертывать и заключать в футляр (точность отсчета до 0,5 мм). Рулетками можно измерять не только расстояния по прямой, но и длину кривых линий, в частности окружностей.

У обычной металлической линейки шкала с миллиметровыми делениями начинается от левой торцевой грани, которую прикладывают к краю измеряемого изделия (рис. 27, *а*). Если эта грань имеет повреждения, то отсчет начинают с десятого деления (рис. 27, *б*,) а из полученного результата вычитают 10 мм. Рекомендуется прикладывать линейку к детали ребром, под прямым углом к измеряемой плоскости. При измерении диаметров плоскость линейки со шкалой должна проходить через центр детали. Измеряя внутренние размеры, нужно ставить линейку так, чтобы она лежала на плоскости детали, иначе размеры будут определены неправильно (рис. 27, *в*).

Если наружные или внутренние размеры деталей нельзя измерить непосредственно линейкой, применяют кронциркули и нутромеры (рис. 28). Ножки их нужно ставить без перекоса. Даже небольшой перекос приводит к заметным ошибкам. При отсчете размера, взятого кронциркулем, одну из его ножек приставляют к торцу линейки, как показано на рисунке 28, *а*. При отсчете размера, взятого нутромером, линейку и ножку инструмента упирают в плоскую поверхность (рис. 28, *б*).

Штангенциркуль. Штангенциркулем измеряют внутренние и наружные размеры деталей, а также глубину глухих отверстий (рис. 29). Штангенциркули изготовляют с пределами измерений 0—125, 0—200, 0—320, 0—500, 250—710 и т. д. до 800—2000 мм и с точностью отсчета 0,1 и 0,05 мм.

Основная часть штангенциркуля — линейка-штанга *6*, на которой нанесена миллиметровая шкала. Штанга имеет

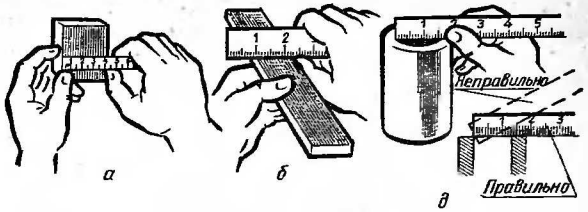


Рис. 27. Приемы измерений.

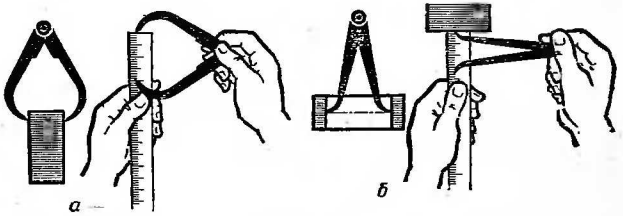


Рис. 28. Измерения кронциркулем (*а*) и нутромером (*б*).

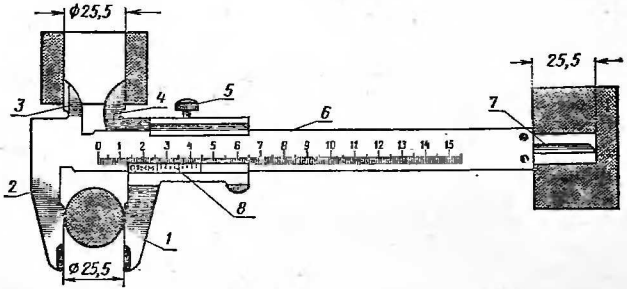


Рис. 29. Штангенциркуль:

1 и *4* — подвижные губки; *2* и *3* — неподвижные губки; *5* — стопорный винт; *6* — линейка-штанга; *7* — глубиномер; *8* — рамка с нониусом.

на конце неподвижные губки *2* и *3*. По штанге перемещается рамка *8* с подвижными губками *1* и *4*. Чтобы не сбить отсчет после измерения, рамку закрепляют на штанге стопорным винтом *5*. Вместе с рамкой перемещается и глубиномер *7*, так как они жестко связаны между собой.

В нижней части рамки нанесена вспомогательная шкала, называемая н о н и у с о м. На рисунке 30 показан нониус с точностью отсчета 0,1 мм. Шкала нониуса имеет длину 19 мм и разделена на 10 равных частей. Каждое деление нониуса (1,9 мм) меньше двух делений штанги на 0,1 мм, что соответствует точности отсчета. Когда неподвижные и подвижные губки совмещены, нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом штанги, а десятый штрих нониуса — с девятнадцатым штрихом штанги (рис. 30, *а*).

Раздвинем губки так, чтобы первый штрих нониуса совпал со вторым штрихом штанги. Тогда между губками появится зазор 2—1,9 = 0,1 мм. Продолжая раздвигать губки, мы увидим, что при совпадении второго штриха нониуса с четвертым штрихом штанги зазор между губками будет равен 4 — (1,9 + 1,9) = 0,2 мм, при совпадении третьего штриха нониуса с шестым штрихом штанги — 0,3 мм, четвертого с восьмым — 0,4 мм и т. д.

Если раздвигать губки до тех пор, пока нулевой штрих нониуса не совпадет с первым штрихом штанги (а десятый штрих нониуса — с двадцатым штрихом штанги), получим зазор 1 мм. Далее между губками последовательно будут появляться зазоры 1,1 мм (когда первый штрих нониуса совпадет с третьим штрихом штанги), 1,2 мм (когда второй штрих нониуса совпадет с пятым штрихом штанги), 1,3 мм (когда третий штрих нониуса совпадет с седьмым штрихом штанги) и т. д. Всегда, когда один из штрихов нониуса точно совпадает с каким-либо штрихом штанги, расстояние между губками содержит целое число десятых долей миллиметра. На этом принципе и основано измерение штангенциркулем.

Определим толщину полосы, при измерении которой нониус занял положение, показанное на рисунке 30, *б*. Сначала вычислим по штанге целое число миллиметров. До нулевого штриха нониуса их будет 12. Число десятых долей миллиметра составит 6, поскольку со штрихом штанги совпадает шестой штрих нониуса. Значит, толщина полосы будет 12 + 0,6 = 12,6 мм.

Рассмотрим еще один пример. Допустим, что ни один штрих нониуса не совпал со штрихом штанги (рис. 30, *в*).

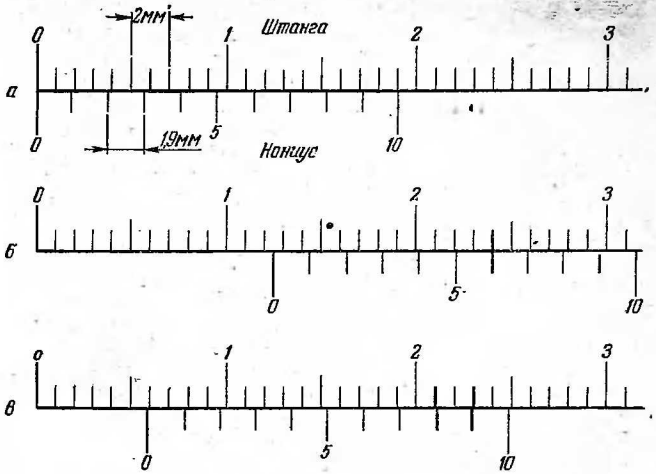


Рис. 30. Примеры отсчетов на штангенциркуле.

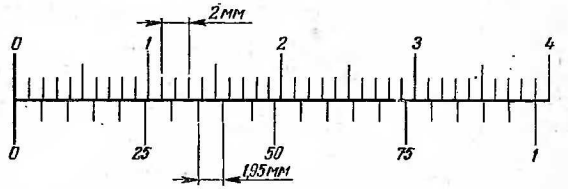


Рис. 31. Нониус штангенциркуля с точностью отсчета 0,05 мм.

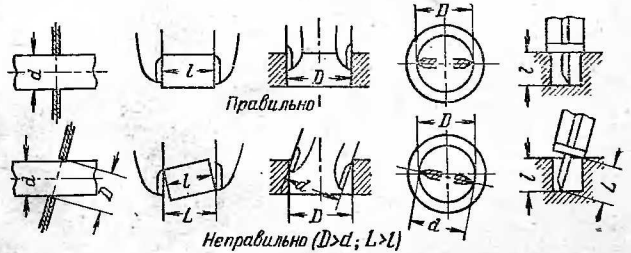


Рис. 32. Установка штангенциркуля при измерениях.

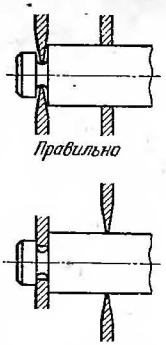


Рис. 33. Приемы измерений.

На рисунке видно, что восьмой штрих перешел за черту на штанге, а девятый штрих не дошел до следующей черты. Это значит, что число десятых долей миллиметра составляет 0,8—0,9. Следовательно, размер будет $> 5{,}8$ и $< 5{,}9$ мм. Приблизительно считаем его равным 5,85 мм. В последнем примере отсчет сделан приблизительно, на глаз.

Для точных отсчетов до 0,05 мм служит штангенциркуль, нониус которого изображен на рисунке 31. Шкала нониуса длиной 39 мм разделена на 20 равных частей. Каждое деление нониуса ($39 : 20 = 1{,}95$ мм) меньше двух делений штанги на 0,05 мм, что соответствует точности отсчета. Отсчеты на этом штангенциркуле делают также по совпадающим штрихам штанги и нониуса.

Перед измерениями штангенциркулем нужно убедиться в его исправности. Инструмент пригоден для работы, если на нем не обнаружено забоин и других механических повреждений, губки его не имеют перекоса, нулевые штрихи нониуса и штанги совпадают, а между рамкой и штангой не ощущается ни зазора, ни заедания.

Штангенциркуль показывает точные размеры в том случае, когда он установлен правильно, без перекоса (рис. 32), его губки плотно соприкасаются с измеряемой деталью, но в то же время деталь имеет возможность скользить между губками.

Острые концы губок служат для измерения диаметров в узких канавках, имеющих полукруглые выточки. Цилиндрические детали следует измерять плоскими частями губок (рис. 33). Острыми губками пользуются также при измерении диаметров отверстий.

Диаметр цилиндрической детали измеряют в нескольких сечениях по длине и в двух взаимно перпендикулярных направлениях, чтобы выяснить, не имеет ли деталь конусности или овальности.

Штангенглубиномер. Штангенглубиномеры служат для измерения глубины глухих отверстий, канавок, высоты выступов, пазов. Их изготовляют с пределами измерений 0—200, 0—320 и 0—500 мм и точностью отсчета 0,1 и 0,05 мм.

Штангенглубиномер (рис. 34) состоит из штанги *1*, основания *5*, рамки *3* с нониусом и стопорным винтом *4* и специального микрометрического устройства *2* для медленной подачи штанги при окончательной установке инструмента. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служат основание *5* и торец штанги *1*. Порядок отсчета размеров и точность измерения у штангенглубиномера те же, что и у штангенциркуля.

До начала измерений совмещают торец штанги с плоскостью основания и проверяют, совпадают ли нулевые штрихи штанги и нониуса.

Штангензубомер. Штангензубомерами измеряют толщину зубьев зубчатых колес. Инструмент (рис. 35), имеющий точность отсчета 0,02 мм, состоит из двух штанг *3* и *9*, по которым перемещаются две рамки *1* и *7* с нониусами *5* и *11*. Рамка *1* соединена с высотной линейкой *6*, а рамка *7* — с подвижной губкой *12*. Вертикальная штанга *3* служит для установки штангензубомера на заданной высоте, а горизонтальная штанга *9* — для измерения толщины зуба на этой высоте. При этом высотную линейку *6* устанавливают по нониусу *5* как штангенглубиномер (по заданному размеру), используя микрометрическое устройство *4* и фиксируя установку инструмента винтом *2*. Затем сдвигают губки *12* и *13* горизонтальной штанги *9* до соприкосновения с поверхностями зуба и фиксируют толщину зуба винтом *8*, после чего отсчитывают по нониусу *11* значение толщины на заданной высоте зуба.

Показания на штангензубомере отсчитывают так же, как и на штангенциркуле.

Штангенрейсмус (см. рис. 55) — инструмент, применяемый для точной разметки (см. главу IV).

Кроме описанных универсальных инструментов, на ремонтных предприятиях применяют разнообразные специальные штангенинструменты. К их числу относятся, например, **штангенрифомер** (рис. 36) для измерения высоты рифов бичей барабана в молотильном аппарате зерноуборочных комбайнов, **штангенрадиусомер** для определения радиуса скругления рабочей грани планок подбарабанья у тех же машин и др.

Микрометр. Микрометры служат для измерения наружных размеров деталей с точностью до 0,01 мм. Микрометрами можно измерять разные расстояния, но интервал измерений редко превышает 25—50 мм. Поэтому, чтобы определить размеры в интервале от 0 до 75 мм, приходится поль-

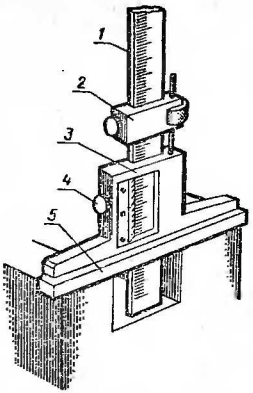


Рис. 34. Измерение глубины глухого отверстия штангенглубиномером:

1 — штанга; *2* — микрометрическое устройство; *3* — рамка; *4* — стопорный винт; *6* — основание.

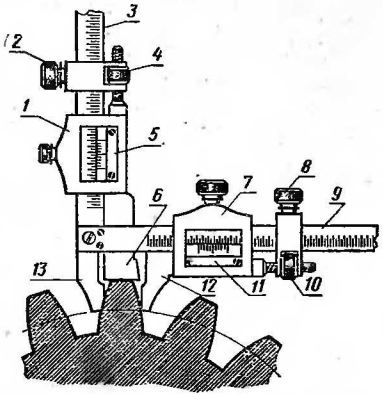
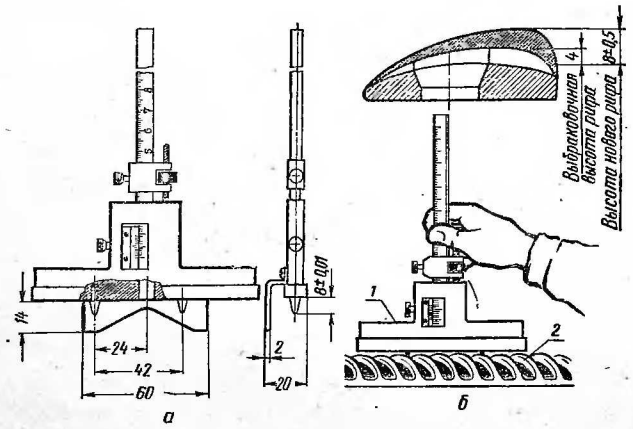


Рис. 35. Измерение толщины зуба штангензубомером:

1 и *7* — рамки; *2* и *8* — стопорные винты; *3* и *9* — штанги; *4* и *10* — микрометрическое устройство; *5* и *11* — нониусы; *6* — высотная линейка; *12* — подвижная губка; *13* — неподвижная губка.



а б

Рис. 36. Штангенрифомер:

а — устройство; *б* — замер высоты рифа; *1* — штангенрифомер; *2* — бич молотильного барабана.

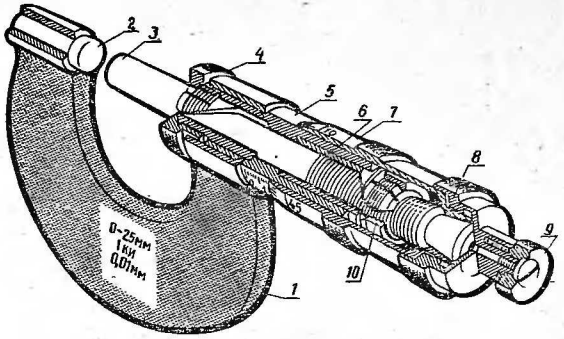


Рис. 37. Микрометр:

1 — скоба; *2* — неподвижная пятка; *3* — микрометрический винт со шпинделем; *4* — стопорное кольцо; *5* — стебель; *6* — гильза-гайка; *7* — барабан; *8* — специальная гайка; *9* — трещотка; *10* — регулировочная гайка.

зоваться тремя микрометрами: с пределами измерений по шкале 0—25 мм, 25—50 мм и 50—75 мм.

Разберем устройство микрометра (рис. 37). Скоба *1* имеет на одном конце неподвижную пятку *2* с точно обработанной плоской измерительной поверхностью, а на другом конце — стебель *5* с гильзой-гайкой *6*. Внутри этой гайки нарезана особо точная (микрометрическая) резьба. В гайке вращается микрометрический винт *3*, левая гладкая часть которого называется шпинделем. Торец шпинделя, обращенный к пятке, служит второй измерительной поверхностью.

Стебель снаружи охватывается барабаном *7*, который соединен с правым, конусным концом микрометрического винта. Если вращать барабан по часовой стрелке, то вместе с ним в ту же сторону будет вращаться и микрометрический винт. При этом расстояние между шпинделем и измерительной пяткой будет уменьшаться. Если же вращать барабан против часовой стрелки, то это расстояние будет увеличиваться.

Шаг резьбы винта *3* и гайки *6* равен 0,5 мм, поэтому при повороте барабана на один оборот шпиндель вместе с барабаном приближается к пятке или удаляется от нее тоже на 0,5 мм.

Посмотрим, как производится отсчет показаний инструмента. На микрометре нанесены две шкалы (рис. 38): одна —

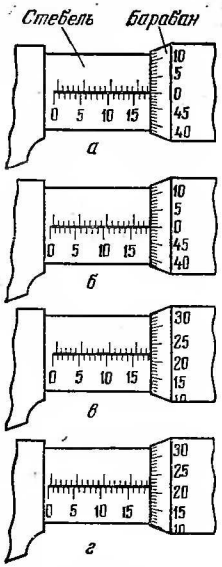


Рис. 38. Примеры показаний микрометра:

а — размер 18 мм; *б* — размер 18,5 мм; *в* — размер 18,22 мм; *г* — размер 18,72 мм.

линейная (на стебле), другая — круговая (на барабане). Шкала на стебле образована продольной чертой и обычными миллиметровыми делениями, расположенными как сверху, так и снизу черты, причем верхние штрихи находятся как раз посредине нижних делений. Следовательно, продольная черта на стебле разделена верхними и нижними штрихами на части по 0,5 мм каждая. По этой шкале отсчитывают показания с точностью до 0,5 мм.

Дальнейший отсчет ведут по круговой шкале на барабане, которая имеет 50 делений. Мы знаем, что за один оборот барабан продвигается по стеблю на 0,5 мм. Значит, продольное перемещение барабана, повернутого на одно деление круговой шкалы, равно 0,5 : 50 = 0,01 мм. Это цена одного деления барабана.

Чтобы определить размер детали, находят по линейной шкале, на сколько делений отстоит кромка барабана от начального штриха шкалы. Это будет число целых миллиметров или полумиллиметров. Затем смотрят, на сколько делений нуль круговой шкалы не совпадает с продольной чертой на стебле (считая в сторону увеличения порядковых номеров штрихов, т. е. от 0 к 50). Это будет число сотых долей миллиметра. Оба результата складывают.

На рисунке 38 приведены четыре характерных показания микрометра: с целым числом миллиметров (*а*); с дробной частью, равной 0,5 мм (*б*); с дробной частью меньше 0,5 мм (*в*) и с дробной частью больше 0,5 мм (*г*).

Выясним назначение некоторых частей микрометра. Барабан *7* (см. рис. 37) соединен с гайкой *8*, имеющей предохранительное устройство — трещотку *9*. Трещотка ограничивает силу зажима детали между измерительными поверхностями и тем самым предохраняет микрометрическую

резьбу от преждевременного износа. Как только сила зажима детали достигает предельного значения, трещотка начинает вращаться вхолостую и не передает больше усилие на барабан.

Регулировочная гайка *10*, помещенная в барабане, стягивает разрезанную часть гильзы-гайки *6* и устраняет мертвый ход микрометрического винта. Чтобы не сбить показание микрометра после измерения, шпиндель можно закрепить стопорным кольцом *4*.

К микрометрам, у которых интервал измерений начинается не с 0, а с 25, 50, 75 мм и т. д., прилагают установочную меру. Перед началом измерений эту меру, длина которой точно выверена и численно равна начальному показанию микрометра, зажимают между неподвижной пяткой *2* и микрометрическим винтом *3*, контролируя совпадение нулевого штриха круговой шкалы с продольной чертой на стебле.

Существуют специальные конструкции микрометров для измерений толщины листов и лент, стенок труб, диаметра резьбы, элементов зубчатых колес и др. Основное отличие этих микрометров от рассмотренного — в устройстве измерительных поверхностей, которые выполняют в виде сфер, конусов, призм и т. д. Часто используют сменные измерительные поверхности (вставки).

Микрометрический нутромер (штихмас) с ценой деления 0,01 мм — самый распространенный инструмент для измерений внутренних размеров от 50 мм и выше. Он состоит из следующих основных частей (рис. 39, *А*): измерительных наконечников *1* и *8*, гайки *2*, стебля *3*, стопора *4*, микрометрического винта *5*, барабана *6* и установочной гайки *7*. Вместо гайки *2* может быть установлен удлинитель (рис. 39, *Б*), увеличивающий пределы измерений. Показания на штихмасе отсчитывают так же, как и на микрометре. Установка штихмаса в измеряемом отверстии показана на рисунке 39, *В*.

Во время измерения один из наконечников упирает в стенку отверстия, а другой осторожно покачивают в продольном и поперечном направлениях, регулируя микрометрический винт до тех пор, пока не будут выявлены наименьший размер по длине (*а*) и наибольший размер по диаметру (*б*). Тогда найденное показание фиксируют стопором. Диаметр отверстия измеряют в трех сечениях (*I—I*, *2—2*, *3—3*) и в двух взаимно перпендикулярных направлениях (*I—I* и *II—II*).

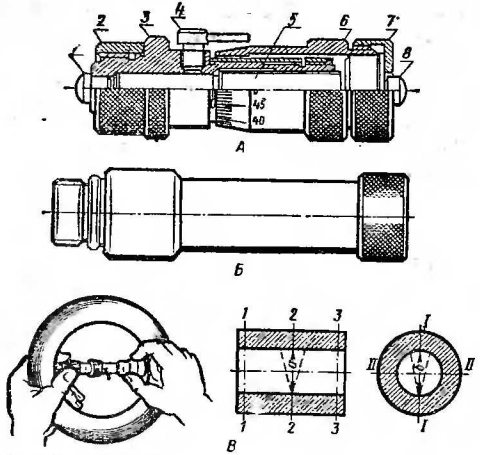


Рис. 39. Микрометрический нутромер:

А — устройство; *Б* — удлинитель; *В* — прием измерения и места замера диаметра отверстия; *1* и *8* — измерительные наконечники; *2* — гайка; *3* — стебель; *4* — стопор; *5* — микрометрический винт; *6* — барабан; *7* — установочная гайка.

Пользоваться штихмасом труднее, чем микрометром, и требуется определенный навык, чтобы быстро и правильно устанавливать инструмент в среднее положение. Необходимо помнить, что изделие с заусенцами, видимыми шероховатостями, царапинами и другими следами грубой обработки нельзя измерять микрометрами и штихмасами, так как результаты измерения получатся искаженными, а точные части инструмента быстро выйдут из строя.

Микрометрический глубиномер с ценой деления 0,01 мм служит для измерений глубины пазов, отверстий и высоты уступов до 100 мм. Микрометрический глубиномер имеет измерительный стержень, соединенный с микрометрическим винтом, и основание, как у штангенглубиномера (см. рис. 34).

Индикаторы служат для выявления отклонений деталей от заданных размеров и формы и для сравнительных измерений. В отличие от штангенинструментов, микрометрических и других инструментов для абсолютных измерений, когда весь определяемый размер отсчитывают непосредственно по шкале, индикаторы являются инструментами

(или приборами), предназначенными для относительных измерений. В процессе таких измерений по шкале определяют только отклонение размера от номинального значения. В качестве эталона принимают установочную меру или образец, по которым прибор устанавливают на нуль.

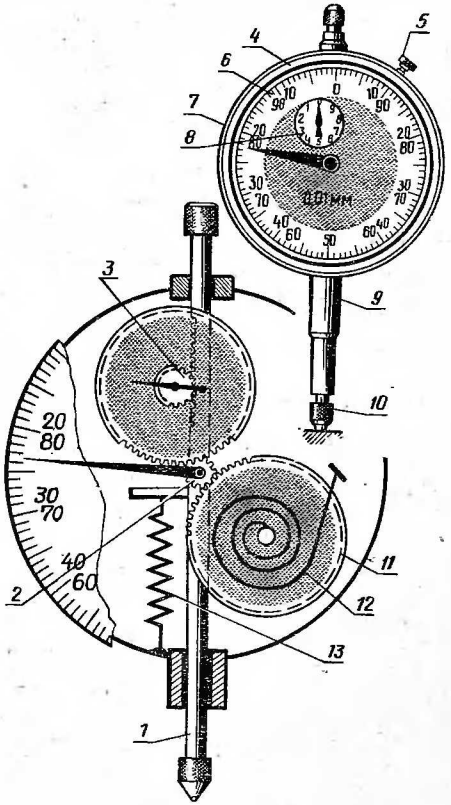


Рис. 40. Устройство индикатора:

1 — измерительный стержень; *2* — триб; *3* — двойное зубчатое колесо; *4* — корпус; *5* — стопор; *6* — большая шкала; *7* — ободок; *8* — малая шкала; *9* — гильза; *10* — наконечник; *11* — дополнительное зубчатое колесо; *12* и *13* — пружины.

Наиболее распространены *индикаторы часового типа*. Устройство такого индикатора показано на рисунке 40. Механизм инструмента заключен в корпусе *4*. Через корпус проходит измерительный стержень *1* с наконечником *10*. В средней части на стержне нарезаны зубья, которые при перемещении стержня вращают двойное зубчатое колесо *3*. Это колесо, в свою очередь, приводит во вращение триб *2*, сцепленный с дополнительным колесом *11*. На трибе укреплена большая стрелка. Колесо *11* с пружиной *12* служит для того, чтобы устранять все зазоры в соединениях механизма и тем самым предупреждать погрешности измерений. В исходное положение стержень возвращается под действием пружины *13*.

Передаточные отношения зубчатых колес подобраны так, чтобы при передвижении стержня *1* на 1 мм большая стрелка совершила один полный оборот. Поскольку шкала *6* имеет 100 делений, цена одного деления будет составлять $^1/_{100} = 0{,}01$ мм. Число целых миллиметров передвижения стержня фиксируется стрелкой малой шкалы *8* индикатора, цена деления которой равна 1 мм.

При установке индикатора на нуль шкалу поворачивают за ободок *7*. Для фиксации показаний инструмента служит стопор *5*.

Индикаторы подобного типа изготовляют с пределами измерений 0—10, 0—5, 0—3 и 0—2 мм.

Индикатор имеет только одну измерительную поверхность, поэтому он должен быть жестко закреплен относительно измеряемой поверхности. Для этой цели инструмент закрепляют на специальной стойке или в приспособлении (рис. 41).

К числу индикаторных приспособлений относятся также индикаторные скобы (рис. 42, *а*) для измерений размеров в пределах 0—50, 50—100 и 100—200 мм, индикаторные нутромеры (рис. 42, *б*) для измерений внутренних размеров до 1000 мм (в среднее положение их устанавливают так же, как и штихмасы), индикаторные глубиномеры и др.

Калибры. Калибрами можно проверять только один размер. По форме они делятся на калибры-пробки и калибры-скобы (рис. 43). Калибрами-пробками проверяют размеры отверстий, а калибрами-скобами — диаметры валов.

Различают нормальные и предельные калибры. Измерительная часть *нормального калибра* изготовляется по среднему допустимому размеру измеряемой детали. Годность

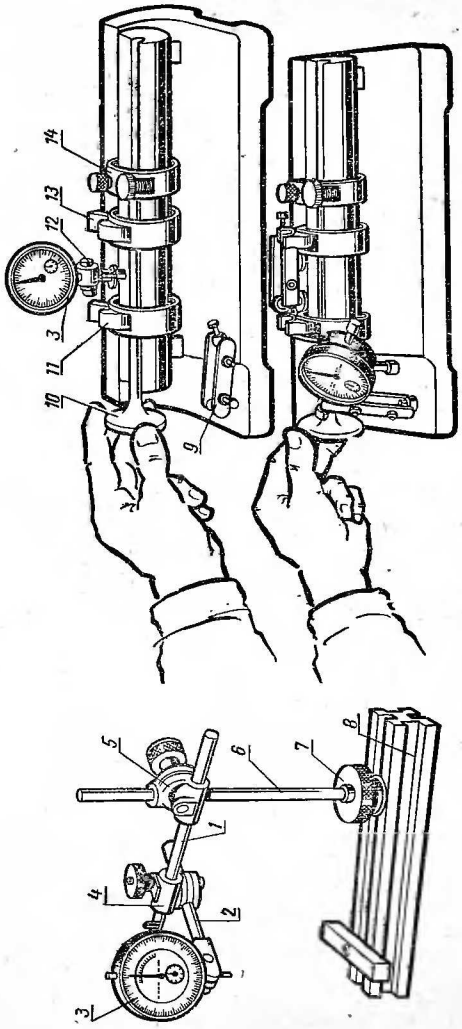


Рис. 41. Универсальная индикаторная стойка (*слева*) и индикаторное приспособление (*справа*) для проверки клапанов на прямолинейность стержня (*вверху*) и биение фаски тарелки (*внизу*):
1, 2 и 6 — стержни; *3* — индикатор; *4 и 5* — муфты; *7* — гайка; *8* — призма; *9 и 12* — стойка для индикатора; *10* — клапан; *11 и 13* — прижимы; *14* — упор.

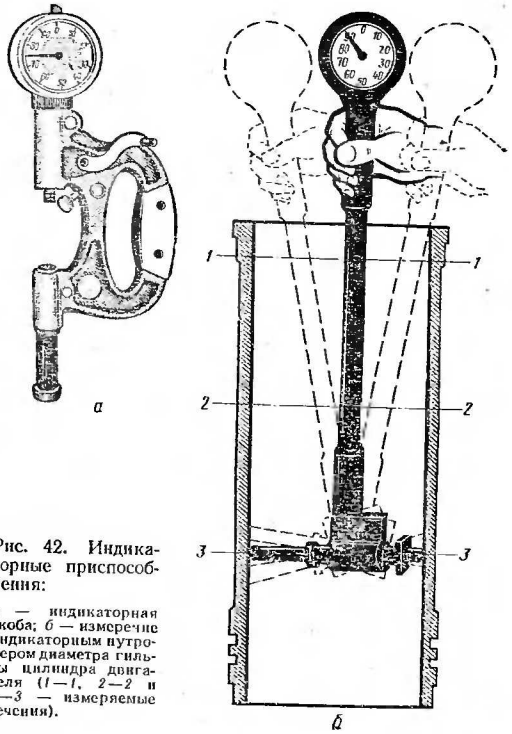


Рис. 42. Индикаторные приспособления:

а — индикаторная скоба; *б* — измерение индикаторным нутромером диаметра гильзы цилиндра двигателя (*1—1*, *2—2* и *3—3* — измеряемые сечения).

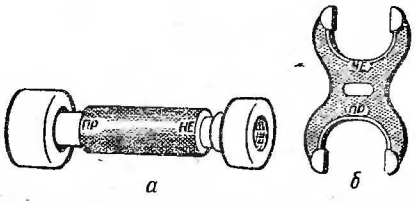


Рис. 43. Предельные калибры:

а — пробка; *б* — скоба.

детали определяют по плотности вхождения калибра, причем точность измерения зависит от квалификации контролера.

Проще и точнее определяют годность деталей *предельными калибрами*. У предельного калибра-пробки сторона с буквами «ПР» (проходная) имеет диаметр, равный наименьшему предельному размеру проверяемого отверстия, а сторона с буквами «НЕ» (непроходная) — наибольшему предельному размеру. Поэтому через правильно обработанное отверстие одна сторона калибра проходит, а другая не проходит. В этом и состоит процесс измерения.

Проверку валов предельными калибрами-скобами производят таким же образом.

В ремонтном производстве пользуются калибрами не только для контроля гладких цилиндрических отверстий и валов, но и для проверки резьбы, а также конических поверхностей.

У *резьбовых калибров*, применяемых для контроля внутренних резьб, проходная сторона имеет полную и длинную резьбу, а непроходная — две-три нитки. В остальном же эти инструменты устроены как обычные калибры-пробки.

Для контроля наружных резьб используют предельные калибры-скобы, у которых на концах установлены по две пары роликов: через одну пару роликов проверяемая резьба проходит, а через другую пару не проходит.

У *конических калибров* на измерительной части (конусе) нанесены две риски, одна из которых соответствует наибольшему предельному размеру отверстия, другая — наименьшему. Правильность угла конуса проверяют покачиванием калибра.

Щупы. Щупами обычно измеряют зазоры между поверхностями сопряженных деталей после обработки. Набор щупов (рис. 44, *а*) состоит из нескольких стальных пластинок. На каждой пластинке указана ее толщина. Применение щупов для измерений показано на рисунке 44, *б* и *в*.

Шаблоны. При ремонте сельскохозяйственной техники самое широкое распространение получили шаблоны, которые используются для контроля линейных размеров деталей. Иногда их, как и щупы, собирают в наборы. Таковы, например, комплекты шаблонов для измерения радиусов галтелей (рис. 45, *а*), резьб (рис. 45, *б*), размеров канавок поршней (рис. 45, *в*), зубьев шестерён (рис. 45, *г*).

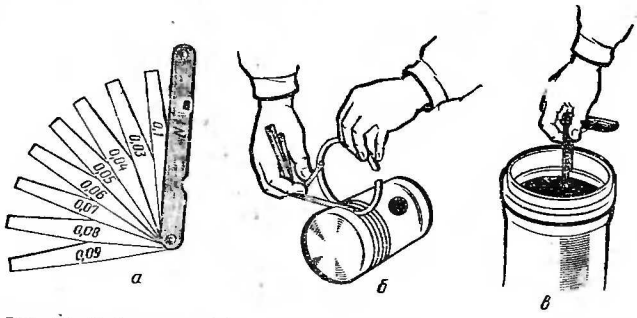


Рис. 44. Набор щупов (*а*) и проверка щупами зазоров между канавкой поршня и поршневым кольцом (*б*) и в стыке поршневого кольца, помещенного в гильзу цилиндра (*в*).

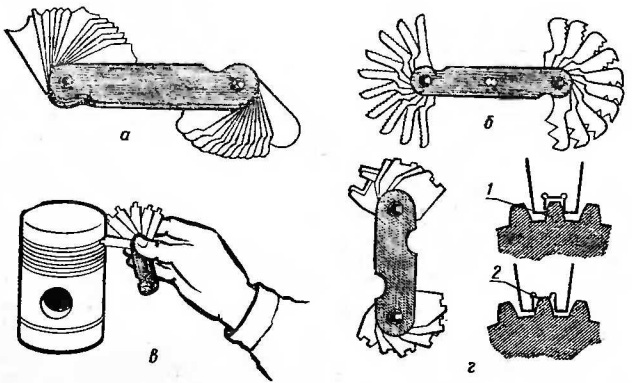


Рис. 45. Наборы шаблонов:

а — радиусных; *б* — резьбовых; *в* — для проверки размеров канавок поршней; *г* — для проверки зубьев шестерен (*1* — годная шестерня; *2* — изношенная шестерня).

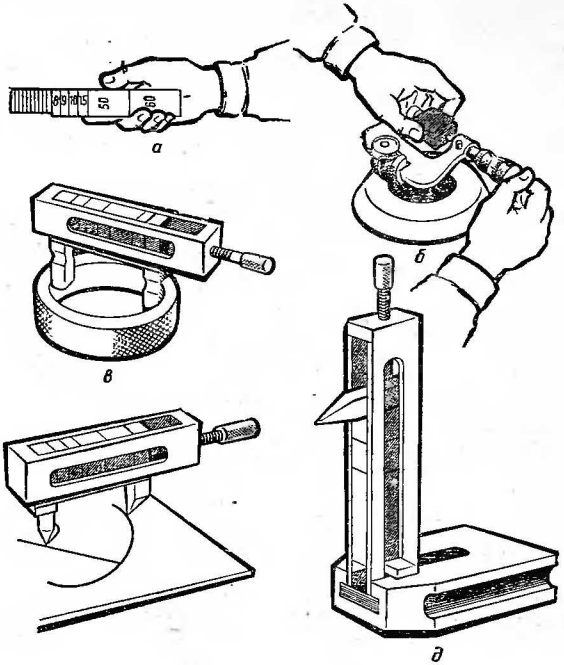


Рис. 46. Плоскопараллельные концевые меры длины (мерные плитки):

а — блок плиток; *б* — использование плиток для контроли точности показаний микрометра; *в* — применение боковиков для измерения диаметров отверстий; *г* — разметка деталей с использованием центра и чертилки; *д* — чертилка и плитки, установленные на основание.

Шаблоны изготовляют из листовой или полосовой стали толщиной 0,5—6 мм. Проверку можно вести двумя способами: на просвет или «на краску». При первом способе шаблон накладывают на деталь и по просвету судят о точности ее изготовления. При втором способе проверяемую поверхность детали покрывают краской, накладывают шаблон и по пятнам краски, оставшимся на шаблоне, определяют годность детали.

Плоскопараллельные концевые меры длины (мерные плитки) служат для проверки и настройки измерительных

приборов, инструментов, регулируемых калибров. Плитки выполнены в виде прямоугольных брусков с тщательно обработанными двумя рабочими плоскостями. Длина плиток колеблется от 0,5 до 1000 мм. Точность измерений достигает 1 мкм (0,001 мм). Плитки выпускаются наборами: № 1 (87 мер), № 2 (42 меры), № 3 (116 мер) и т. д. до № 15 (4 меры).

Для ремонтных предприятий рекомендуются наборы № 2 и № 8, в который входят 10 плиток.

При выполнении измерений плитки соединяют в блоки. С этой целью их промывают в чистом бензине, протирают и притирают одну к другой, начиная с самой большой и кончая самой малой. Желательно, чтобы блок не состоял более чем из пяти плиток (с увеличением числа плиток возрастает погрешность измерений).

Плитки часто применяют совместно с каким-либо приспособлением — струбцинами, боковинами, основаниями, разметочными чертилками и т. д. (рис. 46).

Обращаться с плитками следует предельно осторожно, чтобы не повредить рабочие плоскости. Брать плитки из набора рекомендуется мягкими тканевыми салфетками.

§ 3. Инструменты для угловых измерений

Для измерений наружных и внутренних углов, конусов и уклонов применяют угольники, шаблоны, угломеры, уровни и угломерные плитки.

Угольники, применяемые для измерения и проверки наружных и внутренних прямых углов, бывают п л о с к и е (рис. 47, *а*, *б* и *г*) и ц и л и н д р и ч е с к и е (рис. 47, *в*). Их выполняют четырех классов точности: 0 (наиболее точные), 1, 2 и 3. Точные угольники с фасками (рис. 47, *г*) называют л е к а л ь н ы м и. Угольники с ш и р о к и м о с н о в а н и е м (с широкой короткой стороной) и цилиндрические удобны для установки на поверочной плите при проверке изделия «на просвет».

Угловые шаблоны служат для контроля углов, не равных 90°. Один из таких шаблонов показан на рисунке 70, *в*. Об отклонении угла судят по световой щели («на просвет») или по толщине щупа, введенного между изделием и шаблоном.

Угломеры — универсальные средства измерений наружных и внутренних углов. Существуют различные конструкции угломеров. Показанный на рисунке 48, *а* угломер

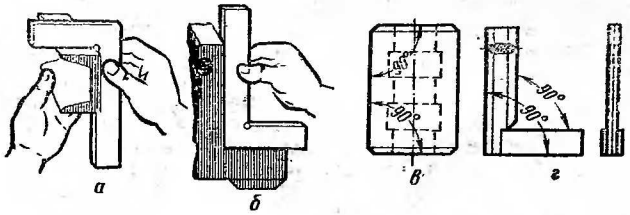


Рис. 47. Угольники:

а — плоский (измерение наружного угла); *б* — плоский (измерение внутреннего угла); *в* — цилиндрический; *г* — плоский лекальный с широким основанием.

типа УН, выпускаемый заводом «Калибр», предназначен для измерений наружных углов от 0 до 180° и внутренних углов от 40 до 180°.

На полукруглом основании *6* угломера закреплена линейка *8*. По основанию передвигается сектор *7* с нониусом *3*. В установленном при измерении положении сектор фиксируют стопорным винтом *5*. Державкой *2* прикрепляют к сектору угольник *1*, а к угольнику державкой *10* присоединяют линейку *9*. Винт *4* служит для микрометрической подачи нониуса.

Градусы измеряемого угла отсчитываются по шкале основания *6*, а минуты — по нониусу *3* (как и у штангенинструментов — по совпадающим штрихам основания и нониуса). У нониуса (рис. 48, *б*) угол между крайними штрихами, равный 29°, разделен на 30 частей. Каждое деление нониуса меньше одного деления основания на $1^\circ - \frac{29^\circ}{30} = \frac{30^\circ - 29^\circ}{30} = \frac{1^\circ}{30} = 2'$, что соответствует точности отсчета.

Если на угломере установлены и угольник, и линейка (рис. 48, *в*), — можно измерять углы (наружные) от 0 до 50°; если только линейка (вместо угольника, как показано на рисунке 48, *г*), — можно измерять углы (наружные) от 50 до 140°; если только угольник (рис. 48, *д*), — можно измерять углы от 140 до 230° (т. е. наружные углы от 140 до 180° и внутренние углы от 180 до 130°); если нет ни угольника, ни линейки (рис. 48, *е*), — можно измерять углы от 230 до 320° (т. е. внутренние углы от 130 до 40°).

Уровни служат для измерения небольших угловых отклонений поверхности от горизонтального положения. Основная часть уровня — стеклянная трубка (ампула),

заполненная жидкостью (эфиром) настолько, чтобы в ней оставался небольшой пузырек воздуха, всегда занимающий верхнее положение. Ампула имеет деления, по которым определяют значение уклона. Цена деления ампулы обычно составляет доли миллиметра на 1 м.

Уровни бывают брусковые (рис. 49, *а*) и рамные (рис. 49, *б*). Рамным уровнем можно не только проверять горизонтальность поверхностей, но и контролировать положение вертикально установленных деталей, приставляя его к детали боковой плоскостью.

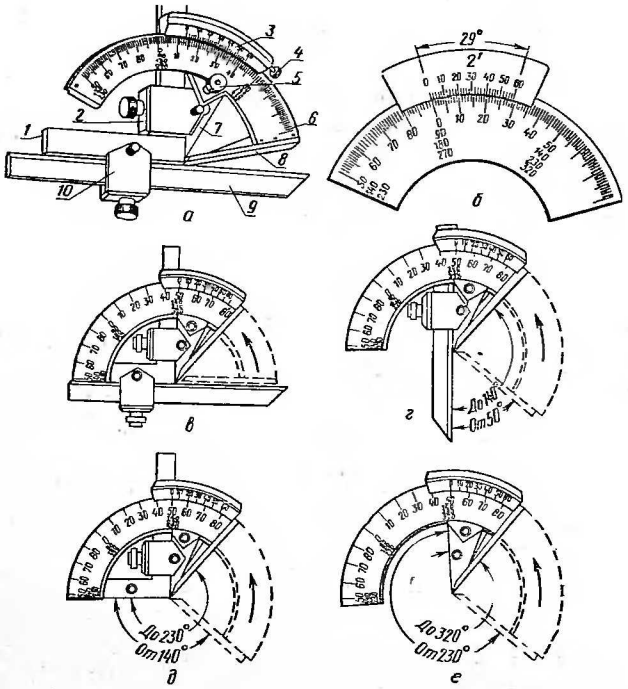


Рис. 48. Угломер типа УН:

а — общий вид; *б* — устройство нониуса; *в* — измерение углов от 0 до 50°; *г* — измерение углов от 50 до 140°; *д* — измерение углов от 140 до 230°; *е* — измерение углов от 230 до 320°; *1* — угольник; *2* и *10* — державки; *3* — нониус; *4* — винт микрометрического устройства; *5* — стопорный винт; *6* — основание; *7* — сектор; *8* — линейка основания; *9* — съемная линейка.

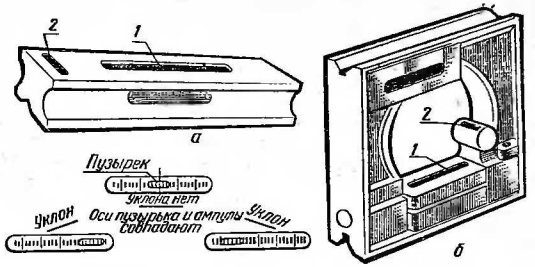


Рис. 49. Слесарные уровни:

а — брусковый; *б* — рамный; *1* — продольная ампула; *2* — поперечная ампула.

Угловые мерные плитки, представляющие собой призмы с боковыми сторонами, направленными под различными углами, используют для точных измерений углов изделий и угловых шаблонов. Плитки изготовляют в виде наборов, как и плоско-параллельные концевые меры длины, и применяют по отдельности и блоками, которые закрепляют в специальных держателях (рамках).

§ 4. Средства проверки прямолинейности и плоскостности

Прямолинейность и плоскостность проверяют с помощью поверочных линеек и плит.

Поверочные линейки бывают лекальные (наиболее точные) и с широкой рабочей поверхностью. Их изготовляют из стали или из чугуна.

Лекальными линейками (рис. 50, *а*) проверяют прямолинейность изделий двумя способами: по световой щели («на просвет») и по следу. В первом случае линейку накладывают острой кромкой на проверяемое изделие и по просвету между линейкой и изделием определяют отклонение от прямолинейности. Опытным глазом можно уловить просвет до 5—3 мкм, если линейка находится на уровне глаз, а за ней помещен хороший источник света. Во втором случае линейку передвигают в продольном направлении по проверяемой поверхности, сильно прижимая к ней острой кромкой. Если поверхность прямолинейна, след от линейки будет сплошным, в противном случае — прерывистым.

Линейками с широкой рабочей поверхностью различного сечения (рис. 50, *б*) контролируют прямолинейность и плоскостность изделий. Проверку можно вести также двумя способами: по линейным отклонениям и способом пятен (по краске). В первом случае линейку укладывают на две одинаковые мерные плитки, а размер просвета между линейкой и изделием замеряют щупом (рис. 50, *в*).

Во втором случае на рабочую поверхность линейки наносят тонкий слой краски, а затем линейку плавно перемещают по контролируемой поверхности, на которой остаются пятна краски. Плоскостность характеризуется равномерностью расположения пятен и их числом в квадрате со стороной 25 мм (см. рис. 158).

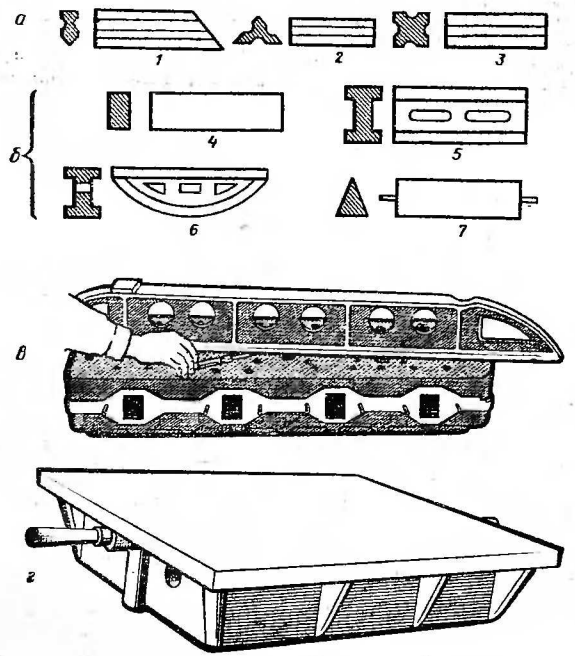


Рис. 50. Средства проверки прямолинейности и плоскостности:

а — лекальные линейки (*1* — с двусторонним скосом; *2* — трехгранная; *3* — четырехгранная); *б* — линейки с широким основанием (*4* — прямоугольного сечения; *5* — двутаврового сечения; *6* — мостик; *7* — угловая); *в* — проверка плоскостности головки цилиндров поверочной линейкой и щупом; *г* — поверочная плита.

Поверочные плиты (рис. 50, *г*), изготовляемые из серого мелкозернистого чугуна, служат для проверки плоскостности поверхностей изделий способом пятен. В этом случае изделие перемещают по плите, покрытой слоем краски. Плиты используют также как базу при проверке размеров изделий индикаторами, штангенрейсмусами, угольниками, штангенглубиномерами.

Поверочные плиты выпускаются трех классов точности: 0, 1 и 2. Плиты 3-го класса точности применяют только для разметки. Плиты во время работы необходимо оберегать от ударов, царапин и загрязнений, а после работы, тщательно вытерев и смазав, накрывать деревянным щитом.

Глава IV. РАЗМЕТКА ЗАГОТОВОК

§ 1. Виды разметки

С помощью разметки на заготовке наносят контуры будущей детали или границы обработки, намечают оси и центры отверстий. Различают плоскостную и пространственную разметку.

Плоскостная разметка заключается в нанесении разметочных линий (рисок) на одной плоскости заготовки. Так размечают заготовки из полосового и листового материала, а также заготовки сложной формы, у которых разметке подлежит только одна плоскость.

Пространственная разметка состоит в нанесении рисок на нескольких плоскостях или поверхностях заготовки, пересекающихся между собой под различными углами. В этом случае размеры на одной плоскости должны быть увязаны с размерами на других плоскостях.

В специализированных ремонтных мастерских объединений «Сельхозтехника» и на ремонтных заводах, где восстановление и изготовление однотипных деталей носят массовый характер, разметочные операции составляют сравнительно небольшую часть в общем объеме производства.

В мастерских же колхозов и совхозов, где обычно требуется изготовить одну единственную деталь или несколько одинаковых деталей, к разметке приходится прибегать гораздо чаще.

§ 2. Разметочные приспособления и инструменты

Разметочные плиты и приспособления. На ремонтных предприятиях применяют чугунные *разметочные плиты* разных размеров: от 100 × 200 до 1000 × 1500 мм. Если необходимо воспользоваться плитой еще большего размера, соединяют несколько плит между собой. Верхнюю и боковые стороны плиты после обработки на строгальном станке шабрят. Боковые стороны плиты должны быть строго перпендикулярны верхней рабочей поверхности. Плоскостность рабочей поверхности контролируют поверочной линейкой: щуп толщиной 0,03—0,06 мм (в зависимости от размеров плиты) не должен проходить между линейкой и рабочей поверхностью плиты.

Плиты устанавливают на столах, чугунных тумбах, специальных фундаментах или домкратах на высоте 700—900 мм от пола.

К *приспособлениям для установки и выверки* заготовок и деталей на разметочных плитах относятся металлические подкладки, клинья, специальные ящики, призмы, кубики и домкратики.

Разметочные плиты необходимо всегда сохранять в чистоте, оберегать от попадания влаги. Иногда их натирают графитовым порошком для лучшего передвижения приспособлений и инструментов. После работы плиту рекомендуется обмести щеткой, протереть тряпкой, покрыть защитной смазкой и поместить под деревянный щит. Время от времени плиту промывают керосином или скипидаром.

Разметочные инструменты. Разметка имеет много общих черт с черчением, поэтому разметочные инструменты очень часто похожи на чертежные (рис. 51). Для переноса размеров с чертежа на заготовки при плоскостной разметке употребляют обычные измерительные линейки, рулетки, транспортиры, угломеры. Размеры переносят на заготовку циркулями с остро заточенными ножками. Риски проводят чертилками.

Простейшая *чертилка* представляет собой стальной стержень длиной 100—200 мм с одним или двумя заостренными концами. Изготовляют чертилки из стали У10—У12. Удобнее пользоваться чертилкой, у которой в средней части сделана насечка. Еще лучше применять для разметки чертилку со сменными иглами (рис. 52). Вместо стандартных игл можно устанавливать иголки, предназначенные для проигрывания грампластинок. Чтобы острие чертилки не затуплялось, его закаливают или наплавляют твердым сплавом. На тонких алюминиевых заготовках проводить риски стальной чертилкой нельзя — это нарушает их прочность. В этом случае риски намечают твердым простым карандашом.

У *штангенциркулей,* употребляемых для разметки, подвижные губки делают с широким упором, чтобы ими можно было упираться в край заготовки (рис. 53).

Большие окружности проводят на заготовках *разметочными штангенциркулями.* Такой штангенциркуль (рис. 54) состоит из круглой полой штанги *4* и двух ножек — подвижной *8* и неподвижной *2*. В рамке *5* подвижной ножки имеется нониус с точностью отсчета 0,1 мм. В ножки вставлены сменные иглы *1*, закрепленные винтами *3* и *7*. Вин-

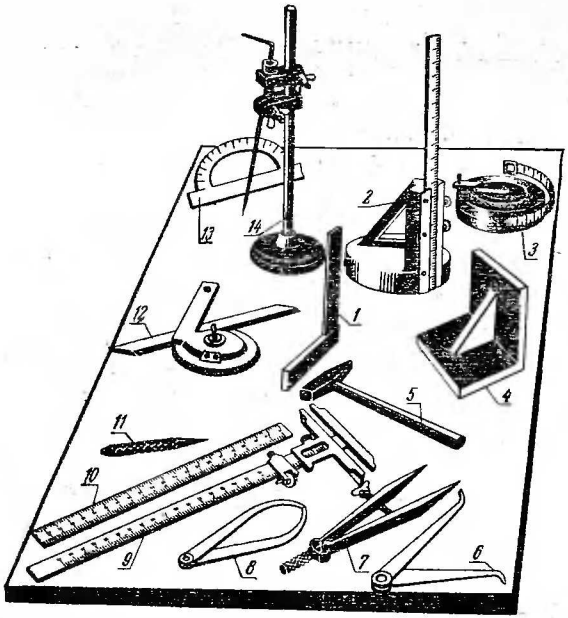


Рис. 51. Разметочная плита и разметочные инструменты:

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

том *3* также крепят иглу неподвижной ножки по высоте. Рамку с нониусом фиксируют на штанге стопорным винтом *6*.

При пространственной разметке, кроме описанных инструментов, используют рейсмусы, высотомеры, кронциркули, нутромеры, поверочные и установочные угольники (см. рис. 51).

Рейсмус — это чертилка, укрепленная хомутиком на стойке с подставкой. Чертилку рейсмуса можно перемещать вместе с хомутиком по стойке и повертывать на нужный угол. Рейсмусом наносят на заготовке горизонтальные риски, устанавливая рабочий конец чертилки на



Рис. 52. Чертилка:

1 — сменная игла; *2* — гайка; *3* — отверстие для запасных игл; *4* — пробка; *5* — насечка.

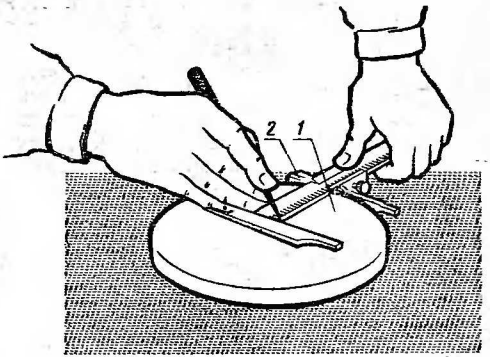


Рис. 53. Разметка заготовки штангенциркулем с широким упором:

1 — заготовка; *2* — упор штангенциркуля.

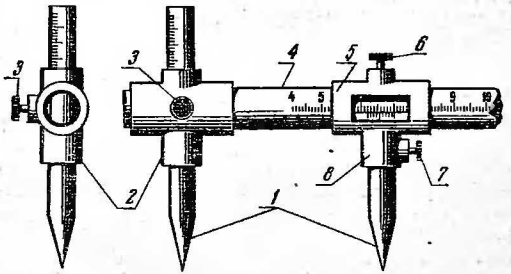


Рис. 54. Штангенциркуль для разметки больших окружностей:

1 — сменные иглы; *2* — неподвижная ножка; *3*, *6* и *7* — стопорные винты; *4* — штанга; *5* — рамка с нониусом; *8* — подвижная ножка.

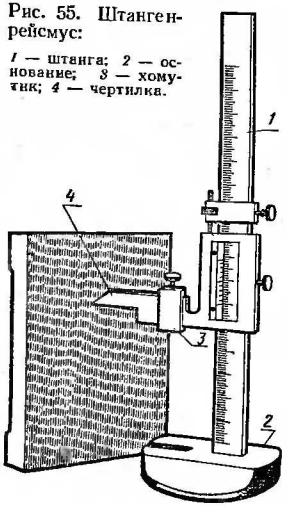


Рис. 55. Штангенрейсмус:

1 — штанга; *2* — основание; *3* — хомутик; *4* — чертилка.

заданной высоте по высотомеру, а также проверяют положение заготовки на разметочной плите.

Штангенрейсмус (рис. 55) применяют, когда необходимо размечать заготовки особенно тщательно. У этого инструмента по штанге *1*, закрепленной в массивном основании *2*, перемещаются рамка с нониусом и устройство для микроподачи. К рамке хомутиком *3* прикрепляют сменную деталь: чертилку *4* (при разметке) или специальную ножку (при измерении высоты).

Кернеры. Чтобы разметочные риски отчетливо обозначали границы обработки, их накернивают: делают керном углубления (керны) на определенном расстоянии одно от другого.

Обыкновенный кернер, изображенный на рисунке 56, *а*, выполнен в виде круглого стержня с накаткой посредине. Материал кернера — сталь У7А — У8А. Острый конец инструмента закаливают на длину 15—30 мм до твердости 52—57 *HRC*, а боек — на длину 15—25 мм до твердости 32—40 *HRC*. Острие затачивают под углом 60° на точильно-шлифовальном станке, закрепив кернер в патроне или другом приспособлении.

Автоматический (пружинный) кернер показан на рисунке 56, *б*. В корпус кернера, состоящий из наконечника *8*, обоймы *4* и гайки *2*, вставлен стержень *9* со сменной иглой *10*. В корпусе установлены также две пружины *1* и *7* и ударник *3* со смещающимся сухарем *6* и плоской пружиной *5*.

Если поставить иглу *10* на размечаемую заготовку и нажать на гайку *2*, то верхний конец стержня *9* упрется в сухарь *6* и передвинет его вместе с ударником *3* вверх, сжав пружину *1*. Поднимаясь, сухарь *6* упрется в заплечико обоймы *4* и сдвинется в сторону, освободив стержень *9*. Ударник *3* под действием сжатой пружины *1* нанесет удар

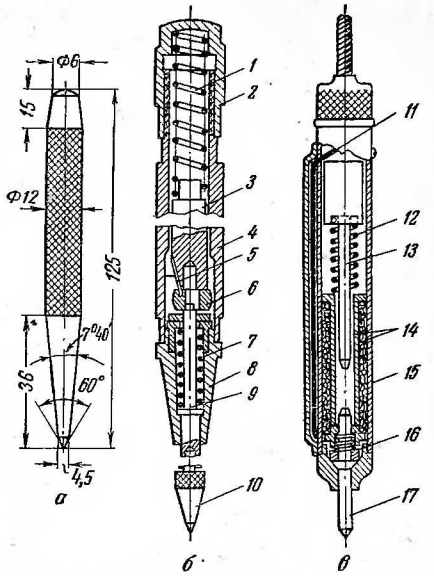


Рис. 56. Кернеры:

а — обыкновенный; *б* — автоматический (пружинный); *в* — электрический; *1* и *7* — пружины; *2* — гайка; *3* — ударник; *4* — обойма корпуса; *5* — плоская пружина; *6* — сухарь; *8* — наконечник; *9* — стержень; *10* — игла; *11* — провод; *12* и *16* — пружины; *13* — ударник; *14* — катушка; *15* — корпус; *17* — стержень.

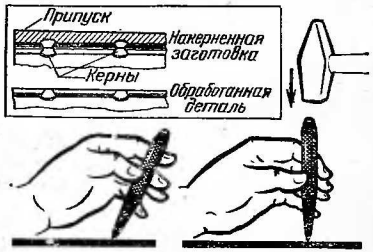


Рис. 57. Как надо держать кернер.

по верхнему концу стержня *9*, и игла *10* оставит керн на размечаемой заготовке. Вслед за тем пружина *7* вернет стержень *9* в исходное положение.

Электрический кернер (рис. 56, *в*) имеет катушку *14*, заключенную в корпус *15*. Электрический ток к катушке поступает по проводу *11* в момент нажатия на кернер. Катушка втягивает ударник *13*, заставляя его перемещаться вниз и ударять по стержню *17* с острым концом. При отрыве кернера от заготовки пружина *16* размыкает электрическую цепь, и ударник *13* под действием пружины *12* поднимается в исходное положение.

Граница, до которой снимают припуск * обрабатываемой заготовки, проходит через центры кернов. Поэтому керны надо ставить точно на разметочных линиях так, чтобы риски делили их пополам (рис. 57).

Держат кернер тремя пальцами левой руки, а правой легко ударяют молотком по бойку. Перед ударом верхний конец инструмента несколько наклоняют вперед (от себя), чтобы лучше видеть острие кериера. При ударе кернер ставят строго вертикально. Удары не должны быть сильными, поэтому при накернивании пользуются легкими молотками, имеющими массу 50—100 г.

На длинных прямых разметочных линиях керны располагают на расстоянии 20—100 мм один от другого, на коротких прямых линиях, на участках кривых и в углах — на расстоянии 5—10 мм. На точно обработанных поверхностях риски не накернивают.

§ 3. Способы разметки

Существуют два способа разметки: 1) по чертежу; 2) по шаблону или образцу. Первый способ заключается в перенесении размеров с чертежа на заготовку. При этом надо помнить, что инструменты, с помощью которых переносятся размеры (к таким инструментам относятся, в частности, циркули), следует устанавливать по линейке или другому измерительному инструменту. Нельзя механически переносить размеры циркулем прямо с чертежа, так как это неминуемо приведет к грубым ошибкам. Разметка по чертежу, в сущности, не отличается от обыкновенного геометрического черчения.

* Припуск — толщина поверхностного слоя материала заготовки, который подлежит удалению в отход при последующей обработке.

Разметка по шаблону и особенно по образцу широко распространена в ремонтном производстве, так как чертежей такого большого количества разнообразных деталей, которое приходится изготовлять слесарю при ремонте машин, в мастерской, как правило, нет. Кроме того, этот способ весьма удобен и экономит много времени. Шаблоны для разметки часто встречающихся деталей изготовляют из листового материала толщиной 1,5—3 мм. В большинстве же случаев, когда требуется изготовить одну-единственную или несколько деталей, вместо шаблона применяют образец готовой детали. Если деталь находилась в работе, то при разметке надо учесть степень ее изношенности.

§ 4. Подготовка заготовок к разметке

Перед разметкой заготовки осматривают, проверяя, нет ли на них трещин, неровностей и других дефектов. Проверяют также размеры заготовок и припуск на дальнейшую обработку. Заготовки поступают на разметку, как правило, очищенными и обезжиренными. Ржавчину удаляют металлической щеткой, напильником или наждачным полотном, а масляные пятна смывают 10%-ным раствором каустической соды, после чего заготовку или изделие промывают водой. Бензин для обезжиривания желательно не применять.

Чтобы разметочные риски были хорошо видны, поверхность заготовки окрашивают. Для окраски грубо обработанных поверхностей обычно пользуются прокипяченным раствором мела в воде. Раствор составляют так, чтобы на 1 л воды приходилось 120—130 г размолотого мела. Мел будет хорошо удерживаться на поверхности заготовки, если на каждый литр раствора добавить 5—10 г разведенного столярного клея. Раствор мела с клеем перед употреблением необходимо прокипятить.

Раствор наносят на размечаемую поверхность кистью или тряпкой. Иногда, чтобы не тратить времени на приготовление раствора, поверхность просто натирают куском мела, но в этом случае мел быстро осыпается и риски становятся плохо заметными.

Стальные и чугунные чисто обработанные заготовки перед разметкой покрывают медным купоросом. Для этого раствор медного купороса (2—3 чайные ложки на стакан воды) наносят кистью на размечаемые поверхности, которые предварительно должны быть тщательно обезжирены. Можно

также, смачивая заготовку водой, натереть ее куском медного купороса. И в этом случае необходимо обезжирить поверхность, иначе медный купорос к ней не пристанет.

Наиболее подходящими составами для окраски небольших заготовок, требующих особенно точной разметки, являются раствор шеллака в спирте, называемый спиртовым лаком, и быстросохнущий черный лак.

Заготовки следует окрашивать полностью перед разметкой, а не по частям во время самой разметки.

§ 5. Приемы плоскостной разметки

Прямые линии наносят чертилкой, которую наклоняют по отношению к линейке так, как показано на рисунке 58. Чертилка должна прижиматься к линейке, а линейка плотно соприкасаться с заготовкой. Риску можно проводить по одному и тому же месту только один раз. Если риска плохо заметна, поверхность закрашивают, а затем проводят риску снова.

Перпендикулярные и параллельные линии наносят с помощью угольника, углы и уклоны размечают, пользуясь транспортирами и угломерами.

На рисунке 59 в качестве примера показана последовательность разметки замочной шайбы. После нанесения осевых линий (*1*) проводят все окружности (*2*), намечают углы (*3*), а затем размечают остальные элементы (*4* и *5*). Перенеся изображение с чертежа на заготовку, накернивают контуры детали (*6*).

Часто при разметке приходится выполнять сложные геометрические построения, пользуясь линейкой и циркулем. Отдельные элементы таких построений приводятся ниже.

Разметка параллельных линий. Рассмотрим два часто встречающихся случая разметки параллельных линий. В первом случае на заготовке начерчена прямая линия *1—1* (рис. 60, *а*) и требуется провести параллельно ей линию *2—2*, отстоящую от нее на расстоянии R.

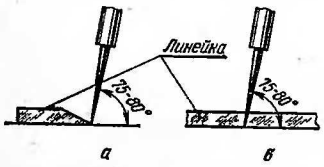


Рис. 58. Углы наклона чертилки:

а — в сторону от линейки; *б* — по направлению перемещения чертилки.

Выбрав любые две точки на линии *1—1*, делают засечки циркулем, раствор которого равен заданному расстоянию R. Затем, наложив линейку так, чтобы

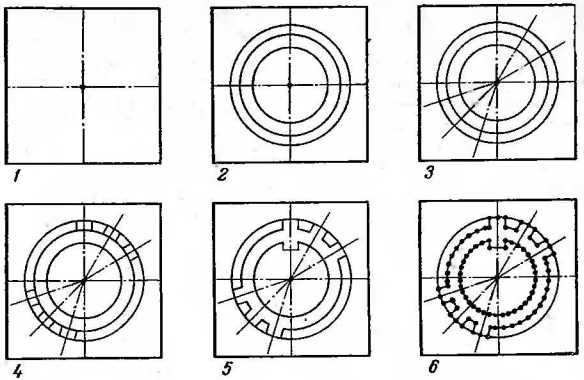


Рис. 59. Последовательность операций при разметке замочной шайбы.

ее рабочая кромка касалась обеих засечек, проводят линию *2—2*. Чем дальше выбранные на линии *1—1* точки отстоят одна от другой, тем точность разметки выше.

Во втором случае на заготовке нанесена прямая линия *1—1* (рис. 60, *б*) и дана точка A, через которую требуется провести линию, параллельную *1—1*.

Выбирают на прямой линии *1—1* произвольно две точки $Б$ и B. Ставят ножки циркуля в точки A и $Б$ и, не сбивая полученного раствора циркуля, проводят из точки B засечку радиусом $R_1 = AБ$. Затем, поставив ножки циркуля в точки $Б$ и B и получив таким образом другой раствор циркуля, проводят из точки A засечку радиусом $R_2 = БВ$. Засечки пересекутся в точке $Г$. Соединив точки A и $Г$, получают искомую прямую линию *2—2*.

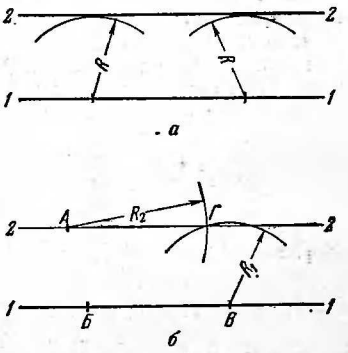


Рис. 60. Разметка параллельных линий.

Разметка перпендикулярных линий. Пред-

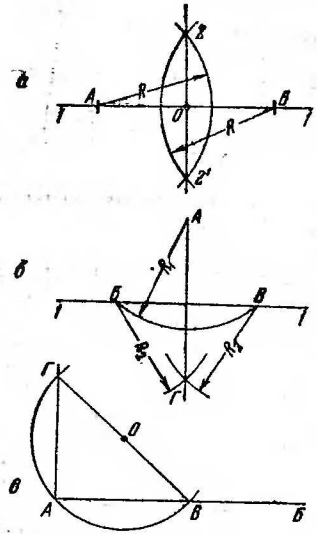


Рис. 61. Разметка перпендикулярных линий.

положим, что поставлена задача: к прямой линии *1—1* (рис. 61, *а*) провести перпендикуляр, пересекающий ее в точке *О*. В этом случае откладывают от точки *О* в обе стороны одинаковые отрезки *ОА* и *ОВ* и из точек *А* и *Б* проводят произвольным радиусом *R* засечки, пересекающиеся в точках *2* и *2'*. Соединив эти точки, получим искомый перпендикуляр *2—2'*.

Если к прямой линии *1—1* (рис. 61, *б*) требуется провести перпендикуляр, который проходил бы через имеющуюся точку *А*, нужно провести из этой точки дугу окружности такого радиуса R_1, чтобы она пересекла линию *1—1* в точках *Б* и *В*, достаточно удаленных одна от другой. Затем из точек *Б* и *В* провести произвольным радиусом R_2 засечки, пересекающиеся в точке *Г*. Если теперь соединить точки *А* и *Г* прямой линией, то эта линия и будет искомым перпендикуляром.

При разметке часто возникает необходимость построения перпендикуляра в конце отрезка прямой линии. Такую задачу решают следующим образом. Из произвольной точки *О* (рис. 61, *в*) проводят окружность таким радиусом, чтобы она проходила через конец (точку *А*) имеющегося отрезка *АБ*. Эта окружность пересечет отрезок *АБ* в точке *В*. Соединяют точки *В* и *О* прямой линией, продлевают ее до пересечения с окружностью в точке *Г*. Если соединить точки *А* и *Г*, то полученный отрезок будет искомым перпендикуляром.

Деление отрезка на части. Если требуется разделить отрезок прямой линии на равное число частей (например, на пять), следует поступить таким образом. Из одного конца имеющегося отрезка *ОА* (рис. 62) провести под произвольным углом прямую линию *ОБ*. На этой линии отложить

от точки *О* пять (поскольку отрезок делится на пять частей) равных отрезков произвольной длины (*01*, *12*, *23*, *34* и *45*). Конец последнего отрезка соединить с точкой *А* прямой линией *5А* и далее провести через точки *1*, *2*, *3* и *4* прямые линии, параллельные *5А*. Эти линии разделят отрезок *ОА* на пять частей.

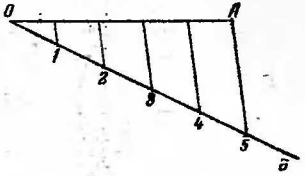


Рис. 62. Деление отрезка на пять частей.

Разметка углов. При разметке часто встречаются случаи, когда надо на прямой линии построить угол, равный имеющемуся углу; разделить угол на две части (найти его биссектрису); построить на прямой линии углы 30, 45 и 60°.

Чтобы построить на прямой линии *ДГ* (рис. 63, *а*) угол, равный имеющемуся углу *АБВ*, надо из вершины этого угла (точка *Б*) провести произвольным радиусом *R* дугу, и такую же дугу провести из вершины искомого угла (точка *Д*). Далее из точки *Г* нужно провести дугу радиусом *АВ*, и точку *Е* пересечения дуг соединить с точкой *Д*. Угол *ГДЕ* будет равен углу *АБВ*.

Для построения биссектрисы угла — линии, которая делит его на две равные части, — надо из вершины угла — точки *О* (рис. 63, *б*) провести дугу произвольного радиуса до пересечения со сторонами угла. Из точек пересечения *А* и *Б* провести две засечки одинаковым раствором циркуля, а точку пересечения засечек (точка *В*) соединить с вершиной угла. Прямая линия *ОВ* — есть биссектриса угла *АОБ*.

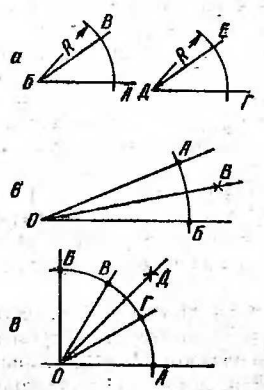


Рис. 63. Разметка углов.

Чтобы построить на прямой линии *ОА* (рис. 63, *в*) угол 45°, надо в точке *О* восстановить перпендикуляр *ОБ* и провести биссектрису *ОД*. $\angle AOД = \angle ДОБ = 45°$. Для построения углов, равных 30 или 60°, из точки *О* проводят дугу произвольным радиусом *ОА*. Таким же радиусом делают на дуге засечки из точек *А* и *Б*, получают точки пересечения *В* и *Г*

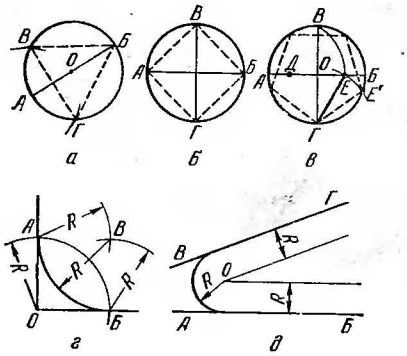


Рис. 64. Разметка окружностей и дуг.

и соединяют их с точкой *О*. Образовавшиеся углы равны $\angle AOГ = \angle ГOB = \angle BOБ = 30°$; $\angle AOB = \angle ГOБ = 60°$.

Разметка окружностей и их частей (дуг). Чтобы разделить окружность на три части (рис. 64, *а*), проводят произвольный диаметр *АБ* и из точки *А* делают засечки циркулем, раствор которого равен радиусу заданной окружности, до пересечения с окружностью в точках *В* и *Г*. Точки *В*, *Б* и *Г* делят окружность на три равные части.

На четыре части окружность делят двумя взаимно перпендикулярными диаметрами *АБ* и *ВГ* (рис. 64, *б*).

Способ деления окружности на пять частей показан на рисунке 64, *в*. Сначала намечают два взаимно перпендикулярных диаметра *АБ* и *ВГ*, затем делят отрезок *АО* пополам. Из полученной точки *Д* проводят радиусом *ВД* дугу, пересекающую диаметр *АБ* в точке *Е*. Соединяют точки *Г* и *Е*. Если теперь сделать раствор циркуля равным отрезку *ГЕ*, то этот отрезок можно отложить на окружности последовательно пять раз, разделив ее таким образом на пять равных частей.

В последнем случае отрезок *ГЕ* равен 1,18 *R*, где *R* — радиус окружности. Чтобы упростить разметку, можно воспользоваться таблицей 3. В ней приведены числа, которые, будучи умноженными на радиус окружности, дадут размер отрезка (хорды), соответствующего кратчайшему расстоянию между двумя соседними точками окружности

Таблица 3

Деление окружности на части

Число делений окружности	Число, умножаемое на радиус	Число делений окружности	Число, умножаемое на радиус
3	1,73	10	0,62
4	1,41	11	0,56
5	1,18	12	0,52
6	1,00	13	0,48
7	0,87	14	0,45
8	0,77	15	0,42
9	0,68	16	0,39

при делении ее на равные части. Эту таблицу можно продолжить до любого числа делений.

При разметке часто бывает нужно соединить дугой определенного радиуса две прямые линии. Если эти линии *ОА* и *ОБ* (рис. 64, *г*) пересекаются под углом 90°, то дугу заданного радиуса *R*, касательную к сторонам угла, проводят следующим образом. Из вершины угла (точка *О*) радиусом *R* проводят дугу, пересекающую стороны угла в точках *А* и *Б*. Из этих точек тем же радиусом *R* делают две засечки, пересекающиеся в точке *В*. Не меняя раствора циркуля, из точки *В* проводят заданную дугу.

Если же необходимо провести дугу радиусом *R*, касательную к прямым линиям *АБ* и *ВГ* (рис. 64, *д*), которые пересекаются под произвольным углом, то в этом случае проводят две прямые линии, параллельные имеющимся, на расстоянии *R* от них, причем точка пересечения *О* и будет центром искомой дуги.

Разметка центров. При делении окружности на части мы предполагали, что ее центр известен. Однако во многих случаях центр окружности приходится отыскивать, когда сама окружность уже размечена.

Чтобы найти положение центра окружности, проводят произвольно два отрезка (хорды) *АБ* и *ВГ* (рис. 65, *а*). В середине отрезка *АБ* восстанавливают перпендикуляр *аб*, а в середине отрезка *ВГ* — перпендикуляр *вг*. Точка *О*, лежащая на пересечении этих перпендикуляров, будет являться искомым центром окружности.

На круглых заготовках, на торцах осей и валов центр окружности можно определять несколькими способами. На рисунке 65, *б* показано определение центра с помощью рейсмуса. Поворачивая заготовку несколько раз и проводя чертилкой рейсмуса по торцу заготовки, центр окружности

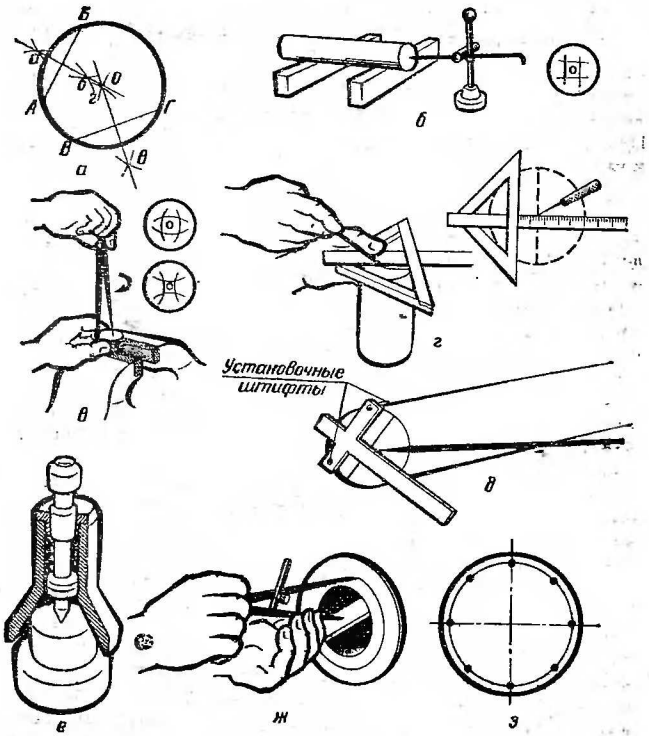


Рис. 65. Разметка центров и отверстий.

находят с достаточной точностью внутри пересекающихся рисок. Таким же путем отыскивают центр окружности, используя специальный циркуль (рис. 65, *в*).

С большой точностью определяют центр окружности центроискателями различных конструкций. Угловой центроискатель состоит из угольника и линейки. Они скреплены между собой так, что когда стороны угольника прижаты к цилиндрической поверхности заготовки, кромка линейки проходит через центр окружности (рис. 65, *г*). Чтобы найти положение центра, достаточно провести два диаметра.

Крестообразный центроискатель изображен на рисунке 65, *д*. Пользуются им так же, как и угловым. Наиболее удобен для определения центра окружности на торце цилиндрической детали кернер-центроискатель (рис. 65, *е*). Центр накернивают, ударяя по стержню кернера молотком. После этого стержень под действием пружины поднимается в исходное положение.

Разметка отверстий. В процессе ремонта часто приходится увеличивать диаметр больших отверстий в крупных деталях и сверлить новые отверстия под крепежные детали во фланцах, корпусах и т. д. Для разметки таких деталей перед обработкой в отверстие вбивают деревянную планку (рис. 65, *ж*), на которой отыскивают центр отверстия, после чего размечают границы обработки, осевые окружности, на которых располагаются центры отверстий под болты, шпильки и т. п. Эти окружности делят на части и из точек деления размечают отверстия под крепежные детали. Чтобы улучшить устойчивость ножки циркуля, в середину планки вбивают небольшую жестяную накладку.

При разметке из центра отверстия проводят две окружности (рис. 65, *з*): внутренняя обозначает контур отверстия, а наружная, отстоящая от внутренней на 3—4 мм, является контрольной и служит для проверки точности обработки.

Разметка разверток некоторых геометрических фигур. При изготовлении из листового материала кожухов, воронок и других подобных изделий слесарю приходится размечать развертки простейших геометрических фигур — цилиндра и конуса. Заправочная воронка, например, состоит из трех частей: цилиндра и двух усеченных конусов. Предохранительные кожуха, закрывающие приводные валы многих сельскохозяйственных машин (свеклоуборочных комбайнов, льнотеребилок и др.), представляют собой либо цилиндр с двумя усеченными конусами по концам, либо два соединенных между собой усеченных конуса. Трубопроводы зерносушилок, льномолотилок и ряда других машин составлены на прямых участках из цилиндров, на перегибах — из усеченных цилиндров.

Развертка цилиндра (рис. 66, *а*) представляет собой прямоугольник, высота которого равна высоте цилиндра (H), а длина — длине окружности основания цилиндра ($L = \pi D$, где $\pi = 3{,}14$).

Чтобы построить развертку усеченного цилиндра (рис. 66, *б*), вычерчивают цилиндр в натуральную величину в двух проекциях и проводят отрезок *0—12*, длина которого

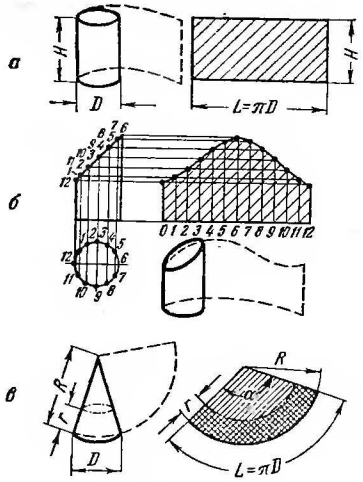


Рис. 66. Развертки цилиндра и конуса.

равна длине окружности основания цилиндра ($L = \pi D$). Окружность основания цилиндра (на нижней проекции) делят на равное число частей (в нашем примере — 12). Отрезок *0—12* также делят на 12 равных частей и из точек деления восстаиавливают перпендикуляр до пересечения с горизоитальными линиями, идущими от одиоименных точек иаклоиного сечения (на верхней проекции). Полученные при этом точки пересечения перпендикуляров с соответствующими горизонтальными линиями соединяют плавиой кривой линией.

Развертку конуса (рис. 66, *в*) получают, проводя дугу раднусом, равным длине образующей коиуса (R). Длина дуги (L), равиая длине окружности осиования конуса (πD), должна быть ограничена углом α, значение которого можно вычислить по формуле:

$$\alpha = \frac{180^\circ D}{R}.$$

Таким же путем строят развертку усеченного коиуса с образующей, равиой r.

Во всех случаях построеиия разверток необходимо дополиительно на их краях оставлять часть материала (припуск), который в дальнейшем будет использован для соединения на фальц (с загибом) или для отбортовки при закатке проволоки.

§ 6. Приемы пространственной разметки

Когда требуется разметить изделие, имеющее несколько пересекающихся плоскостей или поверхностей, приемы плоскостной разметки применить нельзя. Это значит, что нельзя

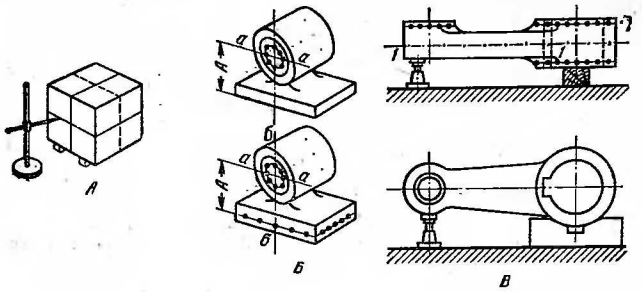


Рис. 67. Примеры разметки изделий:
А — куба; *Б* — подшипника; *В* — кривошипа.

размечать каждую плоскость самостоятельно, так как может быть нарушено взаимное расположение отдельных элементов изделия. Разметку всех плоскостей и поверхностей изделия нужно вести от одной базы.

Выбор базы. В качестве базы рекомендуется принимать: 1) обработанную плоскость или поверхность; 2) плоскость или поверхность, которая совсем не будет обрабатываться (если все изделие не обработано); 3) бобышки, приливы, отверстия. При выборе базы необработанным наружным поверхностям отдается предпочтение перед внутренними. Выбрав базу, отмеряют от нее оси симметрии, центры отверстий и другие основные риски, от которых ведут дальнейшую разметку.

Рассмотрим несколько примеров. У куба (рис. 67, *А*) за базу можно принять любую его поверхность. Поставив куб на подкладки так, чтобы эта поверхность была параллельна плоскости разметочной плиты, отсчитывают от нее расстояния до осевых лииий и контуров детали и проводят риски.

При разметке подшипника (рис. 67, *Б*), имеющего обработанную плоскость основания, за базу принимают эту плоскость. От нее откладывают размер A до центра отверстия и проводят центровую риску a — a, от которой ведут разметку контура отверстия. Если плоскость основания подшипника не обработана, то за базу целесообразно принять наружную цилиндрическую поверхность подшипника. Определяют приблизительно цеитр отверстия, проводят центровые риски a — a и $б$ — $б$, откладывают от горизонтальной риски вниз размер A и намечают границы обра-

ботки основания. Если же разметку вести, как в первом случае, от основания, то трудно добиться равномерной толщины стенок подшипника.

При разметке кривошипа (рис. 67, *В*), у которого требуется обработать большую головку с обоих торцов и малую головку с одного торца, за базу принимают плоскость *1 — 1*. Установив кривошип так, чтобы эта плоскость была параллельна разметочной плите, проводят ось симметрии и от нее ведут разметку границ обработки торцов. После этого кривошип переставляют на плите для разметки отверстий. При установке кривошипа нужно проследить за тем, чтобы базовая плоскость *1—1* заняла вертикальное положение. За исходную поверхность на этом этапе разметки принимают наружную поверхность большой головки.

Установка изделий. Изделия с обработанными плоскостями устанавливают непосредственно на разметочную плиту, слегка натертую графитом. Изделие с необработанными плоскостями укладывают на металлические подкладки, призмы, кубики. Для регулировки изделий по высоте применяют клинья и домкратики, для обеспечения перпендикулярности вертикальных плоскостей изделия к поверхности разметочной плиты — установочные угольники и ящики, имеющие выверенные плоскости. Изделия закрепляют на угольниках и ящиках струбцинами.

Нанесение рисок. В процессе разметки соблюдают следующий порядок нанесения рисок: сначала проводят все горизонтальные риски, потом — все вертикальные, после этого — наклонные и, наконец, — окружности и дуги.

Горизонтальные риски проводят рейсмусом, устанавливая его чертилку по высотомеру (см. рис. 51). В особых случаях для большей точности разметки пользуются штангенрейсмусом, чертилка которого жестко соединена с нониусной рамкой, перемещающейся по стойке с делениями.

Вертикальные риски проводят по угольнику, а если это сделать трудно, то изделие поворачивают на 90°, выверяют его положение относительно плиты по уже имеющимся горизонтальным рискам, после чего рейсмусом наносят вертикальные риски.

Когда на изделии нужно провести несколько параллельных разметочных линий, удобно применять многогольчатые рейсмусы, у которых несколько чертилок закрепляются в необходимом положении на одной стойке. Поскольку все чертилки вычерчивают риски одновременно, с одного прохода, производительность труда повышается, а вместе с ней возрастает и точность разметки.

§ 7. Техника безопасности

При разметке массивные заготовки и детали нужно переносить и устанавливать на плиту в рукавицах. Это же относится к заготовкам с острыми выступами и краями. Заготовки нельзя ставить на краю плиты. Размеры плиты (ширину и длину) подбирают так, чтобы они были на 500 мм больше размеров размечаемой заготовки. Во время работы на свободные острые концы чертилок надевают предохранительные колпачки или пробки.

Глава V. РУБКА

В общем объеме слесарных работ по ремонту машин рубка металла занимает довольно значительное место. Эту операцию слесарю приходится выполнять тогда, когда требуется разделить материал на отдельные заготовки, снять с изделия большой слой металла (например, срубить сварной шов, изготовить фаски под сварку), сделать шпоночный паз и т. д. Рубка — тяжелая и малопроизводительная операция. В массовом и крупносерийном производстве она давно заменена станочными операциями. Но при изготовлении или восстановлении единичных деталей в ремонтной мастерской, при некоторых слесарно-сборочных работах без рубки пока обойтись нельзя.

§ 1. Инструменты для рубки

Зубила. Слесарное зубило — ручной режущий инструмент, изготовляемый из инструментальной стали У7, У7А, У8, У8А, 4ХС, ТФХ, 8ХФ, — представляет собой стержень (рис. 68, *а*) с клиновидной рабочей частью, заточенной на конце под углом α. Верхняя (ударная) часть зубила скошена на конус и закаивается сферической поверхностью. Это наиболее рациональная форма поверхности для

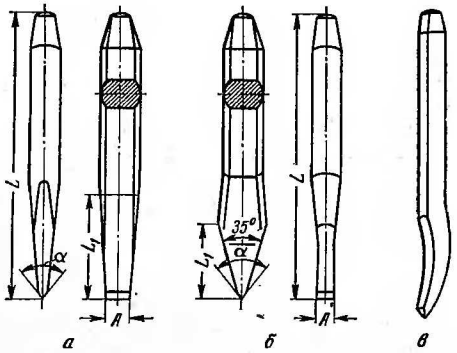


Рис. 68. Инструменты для рубки:
а — зубило; *б* — крейцмейсель; *в* — канавочник.

передачи силы удара молотка вдоль оси инструмента. Длина зубила L = = 100—200 мм. Рабочая часть инструмента L_1 составляет ($^1/_4$—$^1/_3$) L. Ширина режущей кромки A = = 5 — 25 мм. Верхнюю часть зубила на длине 15—25 мм закаливают и отпускают до твердости 32—40 *HRC*, нижнюю (рабочую) часть на длине примерно 30 мм — до твердости 52—57 *HRC*. Грани средней части зубила скругляют и зачищают, чтобы его удобнее было держать в руке.

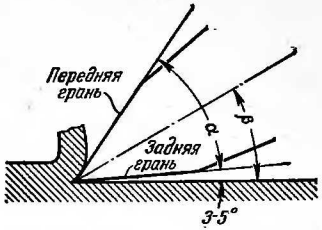


Рис. 69. Углы режущего инструмента.

Крейцмейсели. Крейцмейсель (рис. 68, *б*), применяемый для вырубки шпоночных пазов, канавок, срубания металла в углах и небольших отверстиях, отличается от зубила только формой и размерами. Длина крейцмейселя L = = 150 — 200 мм, рабочая часть L_1 = ($^1/_6$—$^1/_4$) L. Режущая кромка значительно у́же, чем у зубила (A = 2 — 12 мм).

Канавочники. Канавочник (рис. 68, *в*) — это разновидность крейцмейселя, предназначенного для вырубки полукруглых, двугранных и других профильных канавок. Рабочая часть инструмента соответствует профилю канавки. Длина канавочника 80—350 мм.

Заточка инструментов. Рабочая часть зубила (крейцмейселя) имеет форму клина (рис. 69). Передняя и задняя грани клина образуют *угол заточки* α. Значение этого угла должно быть следующим: при обработке чугуна, твердой стали и бронзы — 70°, мягкой стали и стали средней твердости — 60°, цинка, латуни и других медных сплавов — 45°, алюминиевых и титановых сплавов — 35°.

Важную роль играет также *угол наклона* зубила (крейцмейселя) к обрабатываемой плоскости (β). Нормальным углом наклона считается такой, при котором между задней гранью инструмента и обрабатываемой плоскостью образуется угол 3—5°. Если этот угол слишком увеличить, то зубило (крейцмейсель) будет глубоко врубаться в металл и может его испортить, а если уменьшить — инструмент станет скользить по обрабатываемой плоскости, вырываться и отскакивать.

Затачивают зубила и крейцмейсели на точильно-шлифовальном станке (рис. 70, *а*) или на наждачном точиле. При заточке инструмент рекомендуется слегка опирать на подручник станка или точила. Зазор между краем подручника и абразивным кругом должен быть не более 2—4 мм (рис. 70, *б*). В процессе заточки зубило передвигают по ширине круга то влево, то вправо с легким нажимом, поворачивая его время от времени на 180° вокруг продольной оси. Периодически инструмент охлаждают в воде.

У заточенного зубила режущая кромка должна быть прямолинейной или с выпуклостью размером 0,5—1 мм, а грани должны иметь одинаковый угол наклона к оси зубила. Заусеницы снимают с режущей кромки, осторожно касаясь зубилом абразивного круга. Угол заточки зубила (крейцмейселя) контролируют шаблоном (рис. 70, *в*).

Нельзя работать инструментом с чрезмерно затупленным или изношенным лезвием. Это снижает производительность труда, качество обработки и увеличивает затраты времени на заточку. Инструмент с изношенным лезвием отжигают, затем режущую часть подвергают кузнечной оттяжке, затачивают и закаливают с последующим отпуском. Чтобы увеличить срок между переточками инструмента, при рубке цветных металлов режущую часть натирают маслом или смачивают мыльной водой, а при рубке алюминиевых сплавов — скипидаром.

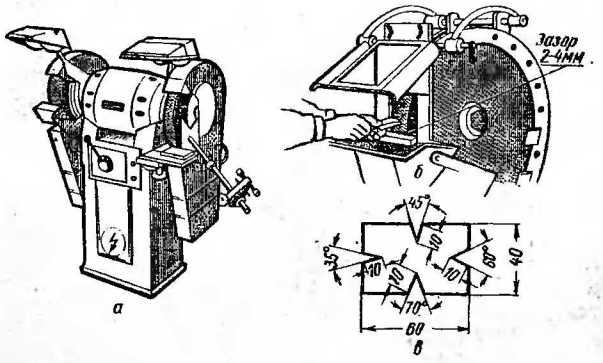


Рис. 70. Точильно-шлифовальный станок 3Б634 (*а*), заточка зубила на станке (*б*) и шаблон для проверки угла заточки (*в*).

§ 2. Техника рубки

Рубку металла рекомендуется проводить, закрепляя изделие в *стуловых тисках*. Они гораздо массивнее и прочнее параллельных, не расшатываются от сильных ударов. На *плитах* и *наковальнях* перерубают прутковый и полосовой материал, а также вырубают заготовки из стальных листов.

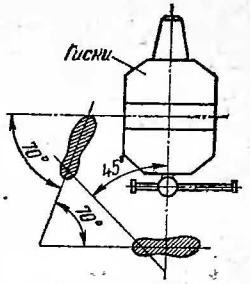


Рис. 71. Положение ног работающего при рубке в тисках.

Обрубаемое изделие надежно зажимают в тисках, чтобы оно не сдвинулось даже от самых сильных ударов инструментов. Во время рубки стоят, не сгибаясь, повернувшись вполоборота к тискам, выставив левую ногу на полшага вперед и повернув правую ногу так, чтобы ее ступня была параллельна губкам тисков (рис. 71).

Приемы хватки зубила и молотка показаны на рисунке 72. Зубило охватывают пальцами левой руки, ближе к головке, строго выдерживая его угол наклона. Сильно сжимать зубило в руке не следует.

Чем больший слой металла требуется снять за один проход, тем сильнее должен быть удар молотком по зубилу. Самый сильный удар получают при плечевом замахе, когда молоток перемещает вся рука. Слабее удар при локтевом замахе, в котором участвует рука, сгибаемая в локте.

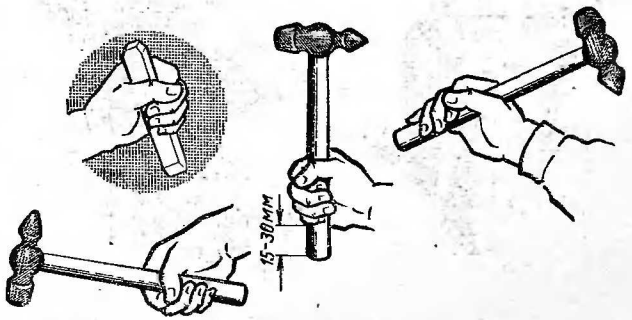


Рис. 72. Приемы хватки зубила и молотка.

Локтевой замах дает точный удар и при длительной работе не вызывает усталости. Используют еще и кистевой замах, при котором действует только кисть руки.

Нанося удары молотком, смотрят не на верхнюю часть, а на режущую кромку зубила или крейцмейселя. После трех-четырех ударов отводят инструмент назад, осматривая результаты работы. Удары наносят в направлении неподвижной губки тисков.

Молотки, применяемые для рубки, подбирают в зависимости от толщины срубаемого металла и физической силы работающего. 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. Молоток должен быть с круглым бойком, без трещин и шероховатостей на ручке.

§ 3. Приемы рубки

Рубка в тисках. В тисках рубят листовой и полосовой материал, а также широкие поверхности.

Чтобы вырубить из *листового материала* какую-либо пластину, контур которой ограничен прямыми линиями (рис. 73, *а*), размеченную заготовку (рис. 73, *б*) закрепляют в тисках так, чтобы одна из контурных рисок, например *АБ*, совпала с уровнем губок тисков. Работу ведут с наклоном зубила под углом 45° к плоскости заготовки (см. рис. 75).

Обрубив заготовку с одной стороны, переворачивают ее и закрепляют в тисках так, чтобы с уровнем губок совпадала контурная риска *ВГ* (рис. 73, *б*), и продолжают рубку. Таким же образом обрубают заготовку по рискам *АГ* и *БВ*. Продолговатое отверстие в чистике вырубают на плите или наковальне, предварительно удалив часть металла сверлением. Для получения окончательной формы чистик опиливают.

Полосовой материал рубят в тисках либо по уровню губок (рис. 74, *а*), либо по разметочным рискам (рис. 74, *б*). В последнем случае установленная в тисках заготовка должна выступать над уровнем губок на 4—8 мм.

Рубить по уровню губок несравненно легче, чем по разметочным рискам. Режущая кромка зубила должна скользить по обеим губкам. Зубило должно занимать по отношению к заготовке положение, показанное на рисунке 75.

При рубке по разметочным рискам на ребрах заготовки, перпендикулярных к губкам тисков, снимают фаски. За

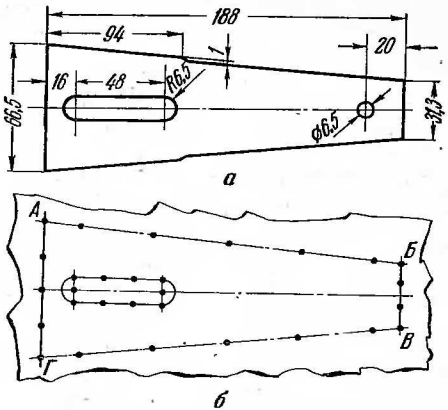


Рис. 73. Изготовление чистика сеялки:

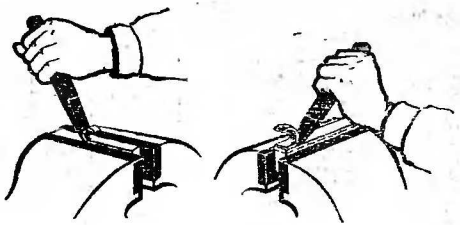
а — чертеж чистика; *б* — заготовка, размеченная для рубки.

один проход можно снять слой металла толщиной 1,5—2 мм. При окончательном чистовом проходе слой снимаемого зубилом металла должен быть равен 0,5—1 мм. Под опиливание оставляют припуск 0,5 мм.

Рубку *широких поверхностей* производят так, как показано на рисунке 76: сначала на ребрах заготовки снимают фаски, затем прорубают крейцмейселем узкие канавки, а выступы срубают зубилом. Так же обрубают и полосовой материал, если требуется снять большой слой металла с заготовки.

Рубка на плите и наковальне. Заготовки из *листового материала,* имеющие сложную форму, вырубают на плите или наковальне, ориентируясь на разметочные риски, однако рубку ведут не по рискам, а отступя от них на 2—3 мм. Сначала металл только слегка надрубают, а затем уже разрубают в несколько проходов, повернув лист для последнего прохода обратной стороной.

Для рубки на плите рекомендуется применять зубило, режущая кромка которого имеет небольшую выпуклость. В этом случае канавка на линии разрубки получается более ровной (рис. 77). В процессе рубки после каждого удара зубило следует перемещать вдоль разметочной риски не на всю ширину режущей кромки, а только на $^1/_2$—$^3/_4$ ее ширины.



а *б*

Рис. 74. Рубка полосового материала:

а — по уровню губок тисков; *б* — по разметочным рискам.

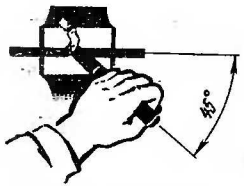
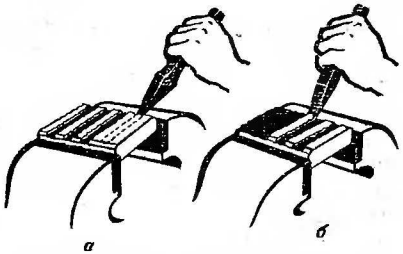


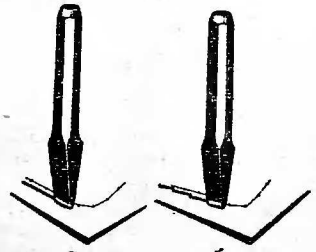
Рис. 75. Установка зубила при рубке в тисках.



а *б*

Рис. 76. Рубка широких поверхностей:

а — прорубание канавок крейцмейселем; *б* — срубание выступов зубилом.



а *б*

Рис. 77. Рубка листового материала зубилом со скругленным (*а*) и прямым (*б*) лезвием.



Рис. 78. Прорубание шпоночной канавки.

Заготовки со сложными криволинейными контурами предпочтительнее вырубать специальными зубилами, имеющими закругленную режущую кромку.

Прутковый и полосовой материал перерубают на плите или наковальне сильными ударами молотка по зубилу, поворачивая круглые прутки после каждого удара. Полосовой материал переворачивают другой стороной после того, как будет сделан надруб на половину толщины полосы.

Восстановление изношенных шпоночных канавок. Шпоночные канавки на валах сельскохозяйственных машин в процессе работы сминаются, отчего их ширина увеличивается. Зазор между канавкой и шпонкой допускается до 0,2 мм. Ширину изношенной шпоночной канавки можно увеличить на 10—15%, изготовив и установив шпонку большего размера. Разрешается ставить ступенчатые шпонки, имеющие два размера по ширине: бо́льший — для установки в увеличенной канавке вала, меньший — для соединения с сопряженной деталью (шестерней, звездочкой), на которой сделана канавка нормального размера.

Шпоночную канавку, изношенную до предела, заваривают, а потом делают новую канавку, сместив ее на 90 или 180° от старого положения. Канавку прорубают крейцмейселем, закрепив вал в тисках, как показано на рисунке 78. Чтобы облегчить эту работу, часть металла обычно высверливают на станке, а остальной вырубают крейцмейселем, после чего зачищают стенки канавки напильником.

Если восстановлению подлежит большое количество изношенных валов, вырубать шпоночные канавки крейцмейселем нецелесообразно из-за низкой производительности труда. В этом случае канавки изготовляют на фрезерных или строгальных станках.

Перекос оси изготовленной шпоночной канавки на валах сельскохозяйственных машин допускается не более 0,5 мм, непараллельность стенок — 0,15 мм. Отклонения от прямолинейности обнаруживают с помощью рейсмуса.

Между установленной шпонкой и дном канавки должен быть зазор не менее 0,1 мм. Шпонка должна входить в канавку плотно, но не очень туго, иначе деталь будет закреплена на валу с перекосом. При слишком тугой посадке может треснуть ступица.

§ 4. Механизация рубки

Для механизации рубки применяют ручные машины — пневматические или электрические рубильные молотки. На рисунке 79 показан пневматический рубильный молоток. Рабочим инструментом его является зубило, крейцмейсель или чеканка, вставляемые в буксу *6*.

При рубке молоток держат правой рукой за рукоятку *11*, а левой — за конец ствола *8*. Сжатый воздух под давлением 500—600 кПа (5—6 кгс/см²) подается по шлангу к штуцеру *1*. При нажатии на курок *3* открывается клапан *2*, и воздух проходит к золотниковой коробке *4*, а далее поступает в камеру *5* рабочего хода (в это время ударник *10* бьет по хвостовику рабочего инструмента *7*) и в камеру *9* обратного хода (ударник возвращается назад). Принцип действия золотника изложен на страницах 184—186.

Применение ручных машин повышает производительность труда примерно в 4—5 раз по сравнению с ручной рубкой.

§ 5. Техника безопасности

К ручной рубке слесарь может приступать, надев защитные очки и убедившись в полной исправности инструмента. Режущая кромка зубила или крейцмейселя должна быть

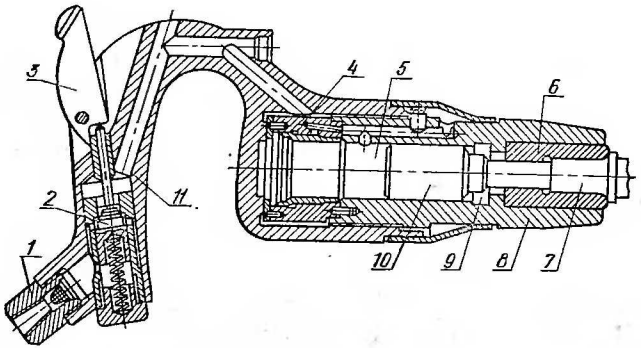


Рис. 79. Пневматический рубильный молоток типа РМ:

1 — штуцер; *2* — клапан; *3* — курок; *4* — золотниковая коробка; *5* — камера рабочего хода; *6* — букса; *7* — рабочий инструмент; *8* — ствол; *9* — камера обратного хода; *10* — ударник; *11* — рукоятка.

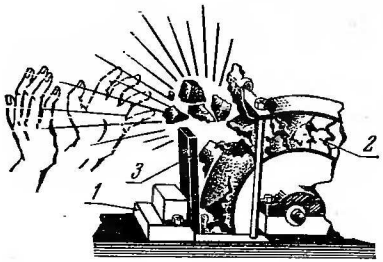


Рис. 80. Слишком большой зазор между подручником заточного станка и абразивным кругом может вызвать аварию:

1 — подручник; *2* — абразивный круг; *3* — инструмент.

хорошо заточена, а верхняя часть не иметь заусенцев, трещин и забоин. То же самое относится и к бойку молотка. При рубке в тисках отлетающие куски металла могут поранить окружающих, поэтому рекомендуется ставить с боковых и задней сторон верстака защитные сетки, щитки и ширмы, что особенно важно, когда обрабатывают твердый и хрупкий материал.

При использовании пневматической ручной машины необходимо помнить, что нельзя держать ее за шланг или рабочий инструмент. Включать ее разрешается лишь после того, как инструмент будет упираться в обрабатываемую поверхность, иначе он может выскочить из машины и привести к несчастному случаю.

При ручной заточке режущий инструмент помещают на подручник, который должен быть максимально приближен к вращающемуся абразивному кругу. Круг движется навстречу инструменту, что позволяет избежать заусенцев. Между подручником и кругом нельзя оставлять зазора более 2—4 мм (см. рис. 70, *б*). При слишком большом зазоре инструмент может вырваться из рук, заклиниться и разорвать круг (рис. 80).

Глава VI. РЕЗКА

Резка отличается от рубки тем, что усилие резания на рабочей части инструмента создается не ударом, а нажатием. Металл разрезают вручную или на специальных станках. При ручной резке пользуются ручными, стуловыми, рычажными ножницами, ножовками, кусачками. Для резки труб применяют труборезы. С целью повышения производительности и облегчения труда ручную резку все шире механизируют с помощью ручных машин — электроножниц, электроножовок, пневмопил и т. п.

§ 1. Резка ножницами

Обыкновенные *ручные ножницы* бывают правыми и левыми. У правых ножниц (рис. 81, *а*) скос на нижнем лезвии при резке находится справа, а резка производится по часовой стрелке. У левых ножниц (рис. 81, *б*) скос на нижнем лезвии при резке находится слева, а резку выполняют против часовой стрелки.

Ножницы изготовляют из углеродистой инструментальной стали У7 или У8. Лезвия их закаливают и отпускают до твердости 52—58 *HRC*, шлифуют и остро затачивают. Стандартная длина ножниц составляет 200, 250, 320, 360 и 400 мм, длина лезвий — соответственно 55, 70, 90, 100 и 110 мм.

Ручными ножницами разрезают стальные листы толщиной до 1 мм и листовой цветной металл толщиной до 1,5 мм. При резке ручными ножницами металла большой толщины можно для уменьшения прикладываемого к ручкам усилия закреплять одну из них в тисках. Если требуется разрезать материал по прямой линии или вырезать округленную фигуру (без резких закруглений), удобнее работать правыми ножницами. В этом случае лучше видна разметочная линия.

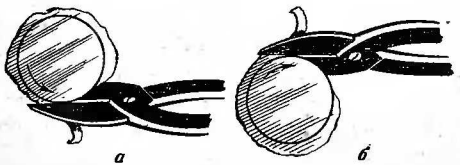


Рис. 81. Резка правыми (*а*) и левыми (*б*) ножницами.

У *стуловых ножниц* одна ручка загнута и заострена. Ее укрепляют в массивной деревянной подставке или в тисках. От длины другой ручки зависит усилие резки. Стуловыми ножницами разрезают листовой металл толщиной до 2 мм.

Ручные *рычажные ножницы* (рис. 82) позволяют создать большое усилие резания. Этими ножницами можно резать стальные листы толщиной до 4 мм, а листовой цветной металл — толщиной до 6 мм. Разрезаемый лист *4* помещают между нижним ножом *1* и верхним ножом *3*, который приводят в действие рычагом *2*. Ножницы обеспечивают гораздо бо́льшую точность обработки, чем обыкновенные ручные и даже стуловые.

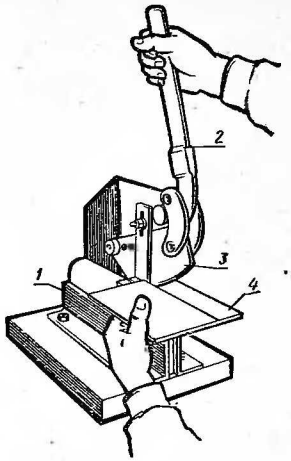


Рис. 82. Ручные рычажные ножницы:

1 — нижний нож; 2 — рычаг; 3 — верхний нож; 4 — разрезаемый лист.

Ножницы должны быть остро заточены. Это не только облегчает резку, но и дает возможность получать ровный срез, уменьшая тем самым опасность пореза рук работающего.

Угол заострения лезвий ножниц при резке твердых металлов должен быть в пределах 80—85°, при резке металлов средней твердости — 70—75°, при резке мягких металлов — 65°.

Не рекомендуется раскрывать ножницы слишком широко: они будут выталкивать лист, а не резать. Во время работы между заготовкой и плоскостью резки должен быть прямой угол. Если у ручных ножниц ослаблен шарнир, то для хорошей резки нужно плотно прижимать лезвия друг к другу.

§ 2. Резка ножовкой

Ручными ножовками разрезают материал различного профиля, листы, прутки и полосы, толщина которых обычно превышает 2,5 мм. Их применяют также для прорезания пазов, вырезки заготовок по размеченному контуру и т. д.

Ножовка состоит из станка и ножовочного полотна. Ножовочный станок (рис. 83) устроен следующим образом. В рамке *3* имеются две головки *1* и *5* с прорезями, в которые вставляют и закрепляют штифтами концы полотна *6*. Полотно натягивают винтом-барашком *2*, скрепленным с головкой *1*. Головка *5* заканчивается острием, на которое насажена деревянная ручка *4*. На рисунке 83 показана ножовка с раздвижной рамкой, позволяющей закреплять в станке полотна разной длины.

Ножовочные полотна (рис. 84) изготовляют из быстрорежущей стали Р9, Р18 или из легированной стали Х6ВФ. Режущую часть полотна закаливают до твердости 61—64 *HRC*. Размеры стандартных ручных ножовочных полотен приведены в таблице 4.

Таблица 4

Размеры ножовочных полотен, мм (рис. 84)

Длина *A*	Высота *Б*	Толщина *В*	Шаг зубьев *S*
250	13	0,65	0,8—1
300	13	0,65	0,8—1
300	16	0,65	1—1,6

Полотна с шагом $S = 0{,}8$—1 мм предназначены для резки листового материала и тонкостенных труб, с шагом 1,25 мм— для резки профильного проката. Полотнами с шагом 1,6 мм пользуются в остальных случаях.

Полотна, обозначенные на рисунке 84 цифрой *1*, применяют для резки стали и чугуна. У этих полотен угол

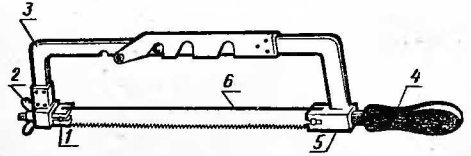


Рис. 83. Ручная ножовка:

1 и *6* — головки с прорезями; *2* — винт-барашек; *3* — рамка; *4* — ручка; *5* — ножовочное полотно.

заострения $\beta = 60°$. Полотна, обозначенные цифрой *2*, служат для резки алюминиевых и медных сплавов. У этих полотен имеется небольшой передний угол $\gamma = 12°$, а угол заострения (с учетом переднего угла) $\beta = 67°$.

Соседние зубья ножовочных полотен разводят в разные стороны на 0,1—0,3 мм, чтобы полотно не застревало в пропиле. При выборе полотна, в зависимости от толщины заготовки, нужно учитывать, что в работе должно находиться не менее двух-трех зубьев.

Полотно должно быть натянуто туго и не гнуться во время работы, но его нельзя перетягивать. Натяжение полотна регулируют винтом-барашком. После сборки ножовки концы штифтов, вставленных в отверстия на концах полотна, должны быть загнуты.

Перед тем как разрезать *широкую заготовку,* рекомендуется провести несколько раз по месту разреза трехгранным напильником. Начинают резку так, как показано на рисунке 85, *а*. Ножовку держат одной правой рукой, а ногтем большого пальца левой руки не дают полотну смещаться в сторону. Во избежание поломки зубьев ножовочного полотна нельзя начинать резку с ближнего угла заготовки (рис. 85, *б*).

После того как полотно достаточно врежется в металл, ножовку постепенно переводят в горизонтальное положение. Во время резки нужно использовать всю длину ножовочного полотна, а не только его середину. Это даст возможность дольше работать одним полотном и предупредить излишний нагрев. Чтобы уменьшить нагрев, возникающий в результате трения полотна о металл, можно также смазывать полотно графитной мазью (2 части сала и 1 часть графита) или, в крайнем случае, вареным маслом.

Если в процессе работы полотно приходится заменять, резку нужно продолжать с другой стороны заготовки, так как в старом пропиле полотно будет защемляться. Так же следует поступать при «уводе» полотна в сторону. Нельзя работать ножовочным полотном со сломанным зубом; рекомендуется заточить несколько соседних зубьев (рис. 86), после чего продолжать резку.

Полосовой материал разрезают, как правило, по узкой стороне. Длинные заготовки из полосового материала закрепляют в тисках и распиливают ножовкой, полотно которой поворачивают на 90° (рис. 87). Концы полотна вставляют в боковые прорези головок ножовочного станка и закрепляют штифтами.

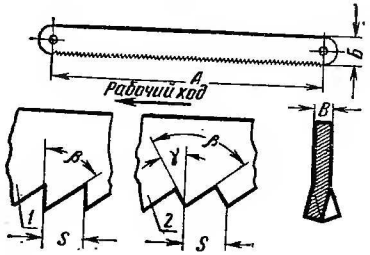


Рис. 84. Ножовочное полотно.

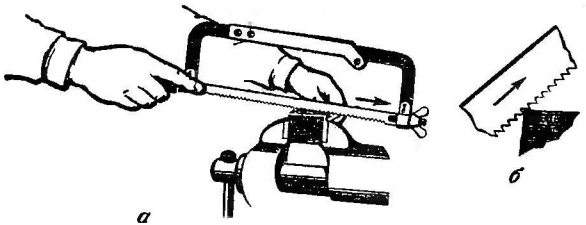


Рис. 85. Начало резки ножовкой:
а — правильно; *б* — неправильно.

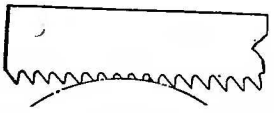


Рис. 86. Ножовочное полотно с заточенными зубьями.

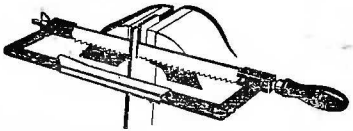


Рис. 87. Резка длинных заготовок.

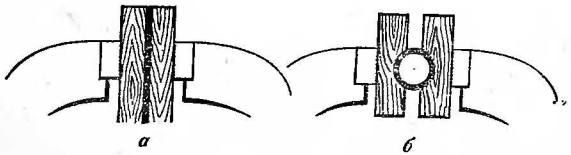


Рис. 88. Закрепление в тисках листового материала (*а*) и тонкостенной трубы (*б*).

Тонкий *листовой материал* зажимают для резки в тисках между деревянными прокладками (рис. 88, *а*). Деревянные прокладки применяют также для закрепления тонкостенных труб (рис. 88, *б*).

Прутковый материал рекомендуется разрезать в несколько приемов с разных сторон. В заключение пруток разламывают, ударяя молотком по месту надреза через металлическую прокладку.

Припуск под опиливание при резке ножовкой оставляют 1 мм.

§ 3. Резка проволоки

Для разрезания на части проволоки толщиной до 3 мм применяют кусачки (см. рис. 15, *в*). Кусачками разрезают также тонкий и неширокий полосовой материал. Закаленную проволоку кусачками откусывать не рекомендуется. Проволоку диаметром свыше 3 мм, как правило, разрубают на части зубилом или разрезают ножовкой.

Для облегчения этой работы можно воспользоваться ножницами, конструкция которых приведена на рисунке 89. Такие ножницы можно сделать в любой ремонтной мастерской. Ручки и губки их изготовляют из стали марки Ст. 5 толщиной 8—10 мм. Губки заостряют и закаливают. После этого ножницами можно разрезать проволоку диаметром до 8 мм.

§ 4. Резка труб

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

Специальный труборез, изображенный на рисунке 90, *а*, состоит из корпуса *1*, в котором укреплены оси двух режущих роликов *2*, и винта *4*, ввернутого в резьбу приливов корпуса. На одном конце винта укреплена ось третьего режущего ролика *3*, а на другом насажена рукоятка *5*.

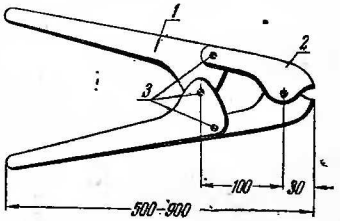


Рис. 89. Ножницы для резки проволоки:
1 — ручка; *2* — губка; *3* — шарниры.

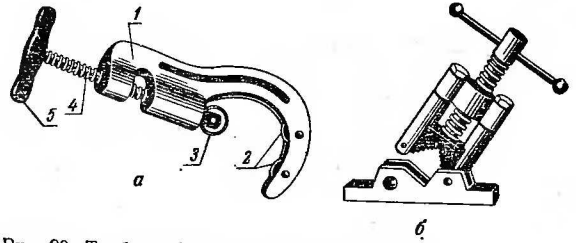


Рис. 90. Труборез (*а*) и прижим для труб (*б*):
1 — корпус; *2* и *3* — режущие ролики; *4* — винт; *5* — рукоятка.

Разрезаемую трубу устанавливают в тисках (см. рис. 88, *б*) или в прижиме (рис. 90, *б*), после чего, вращая рукоятку винта, сближают режущие ролики *2* и *3* так, чтобы они плотно зажали трубу. Труборез поворачивают вокруг трубы, время от времени перемещая винт рукояткой, пока труба не будет перерезана.

Труборезы других конструкций действуют по такому же принципу.

§ 5. Механизация резки

На крупных ремонтных предприятиях резку механизируют с помощью различных станков (рычажных, гильотинных, дисковых), электровибрационных ножниц и приводных ножовок различных конструкций, для которых выпускаются специальные ножовочные полотна. Особый интерес представляют электрические и пневматические ручные машины для резки металла — электроножницы, электроножовка, пневматическая пила и др. Используя их в ремонтных мастерских, можно добиться повышения производительности труда в 8—10 раз по сравнению с ручной резкой.

Электроножницы (рис. 91, *а*) приводятся в действие от электродвигателя *4*. Электродвигатель через редуктор, понижающий частоту вращения вала, вращает вал *5*, на конце которого имеется эксцентрик с роликом *6*. Ролик входит в паз ползуна *7*. За каждый оборот ролик перемещает ползун вверх и вниз. Возвратно-поступательное движение ползуна передается подвижному ножу *9*. На приливе корпуса расположен неподвижный нож *10*. Металл, попадая между этими ножами, перерезается. Ролик *8* служит упо-

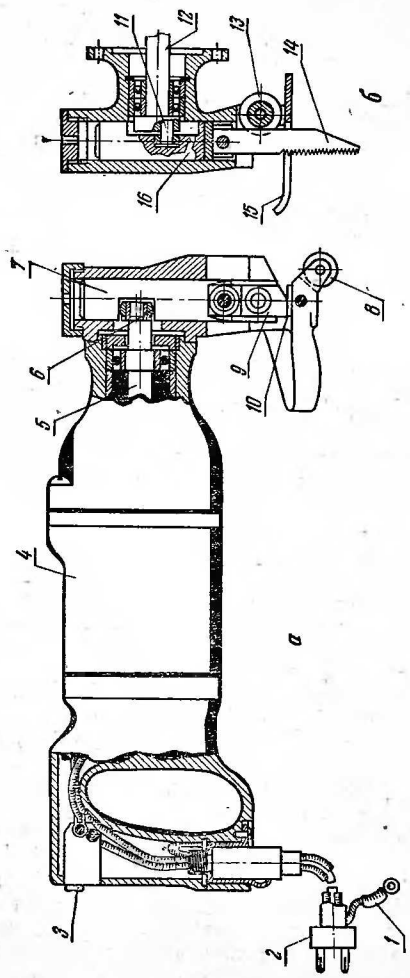


Рис. 91. Электрические ручные машины для резки металла:
а — электроножницы: *1* — заземляющий провод; *2* — вилка; *3* — кнопка включения; *4* — электродвигатель; *5* — вал с эксцентриком; *6* — ролик; *7* — ползун; *8* опорный ролик; *9* — подвижный нож; *10* — неподвижный нож; *11* — эксцентрик; *12* — вал; *13* — желобчатый ролик; *14* — ножовочное полотно; *15* — упор; *16* — ползун.

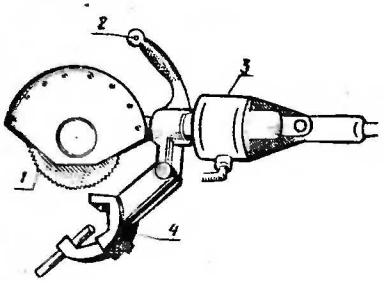


Рис. 92. Пневматическая пила:
1 — фреза; *2* — рукоятка; *3* — редуктор; *4* — зажим

ром и облегчает перемещение инструмента. Электроножницами можно разрезать листовую сталь толщиной до 2,7 мм.

Электроножовка устроена и действует следующим образом. На рисунке 91, *б* показана ее головка, соединяемая с электродвигателем, от которого получает вращение вал *12*. Эксцентрик *11* сообщает возвратно-поступательное движение ползуну *16* и соединенному с ним ножовочному полотну *14*.

Во время движения задняя часть ножовочного полотна перемещается в желобчатом ролике *13*, что придает полотну большую устойчивость. Упором *15* инструмент опирается на разрезаемый материал. Электроножовкой можно разрезать полосовую сталь толщиной до 10 мм.

Пневматическая пила (рис. 92), применяемая для резки труб, имеет рабочий орган в виде фрезы *1*, которая приводится в движение через редуктор *3*. Трубу устанавливают в зажиме *4*, шарнирно соединенном с рукояткой *2*. Пилой можно разрезать трубы диаметром до 64 мм, получая в пропиле чисто обработанные поверхности.

§ 6. Техника безопасности

Подготавливая инструменты для резки металла, надо обратить внимание на исправность ножовочного станка, который должен хорошо натягивать и прочно удерживать ножовочное полотно. Нельзя применять для крепления полотна гвозди вместо штифтов. Не резрешается работать ножовкой без ручки или с треснувшей ручкой.

Заготовка должна быть неподвижно закреплена в тисках. Заканчивая резку, необходимо поддерживать отрезаемую часть заготовки, чтобы она не упала на ноги. Ни в коем случае нельзя сдувать стружку, так как она может попасть в глаза.

Во время эксплуатации электроножниц их корпус должен быть заземлен. Для этого служит провод *1* (см. рис. 91), который соединяется с заземлением перед включением вилки *2* в штепсельную розетку. Несмотря на это, работать с электроножницами, как и с другими электрическими ручными машинами, нужно в резиновых перчатках, учитывая возможность повреждения заземляющего провода.

Глава VII. ПРАВКА И ГИБКА

Широко распространенные при ремонте сельскохозяйственной техники операции правки и гибки выполняются часто одними и теми же инструментами, с помощью одних и тех же приспособлений, оборудования и контрольно-измерительных инструментов и приборов.

Править и гнуть приходится полосовой и листовой материал, прутки, трубы и проволоку. Кроме того, при ремонте почти любой машины встречается необходимость исправления деформированных деталей, причем искажения их формы могут быть самыми разнообразными.

К наиболее характерным случаям искажения формы деталей относятся следующие: изгиб и скрученность осей, валов, рычагов (шатунов), брусьев рам; вмятины, выпучины, погнутость и перекосы тонкостенных деталей; коробление плоскостей корпусных деталей (в последнем случае дефекты устраняются строганием, шлифованием и шабрением).

Предварительное грубое выравнивание вмятин на поверхности детали называют *выколоткой*, а окончательное восстановление формы поверхности — *рихтовкой*.

§ 1. Правка (рихтовка)

Правка полосового материала. У полосового материала могут встретиться изгиб по плоскости, изгиб по узкой грани и винтообразный изгиб (рис. 93).

Полосы, изогнутые по плоскости, правят на плите молотком из мягкого материала или, в крайнем случае, обычным слесарным молотком с круглым бойком. Удары молотком начинают наносить не по середине, а по краям выпуклости, постепенно приближаясь к ее центру. Когда на полосе имеется несколько выпуклостей, правят сначала крайние, а потом средние. К концу правки силу ударов молотка уменьшают и правку заканчивают, переворачивая полосу то одной, то другой стороной.

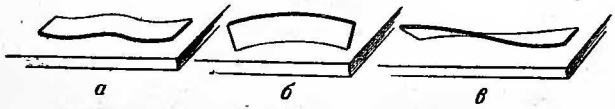


Рис. 93. Изгиб полосового материала:
а — по плоскости; *б* — по узкой грани; *в* — винтообразный.

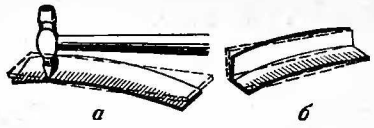


Рис. 94. Рихтовка полосы (*а*) и уголка (*б*).

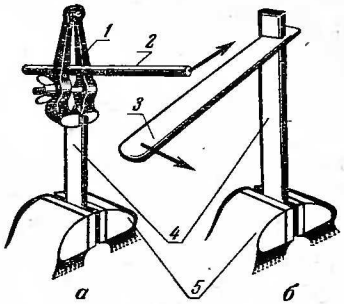


Рис. 95. Правка полосового материала:
1 — ручные тисочки; *2* — стержень; *3* — рычаг с прорезью; *4* — изогнутая полоса; *5* — тиски.

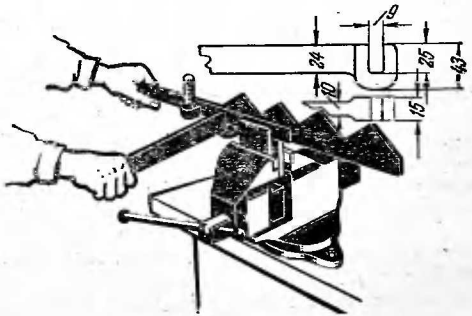


Рис. 96. Правка ножевой полосы режущего аппарата специальным ключом.

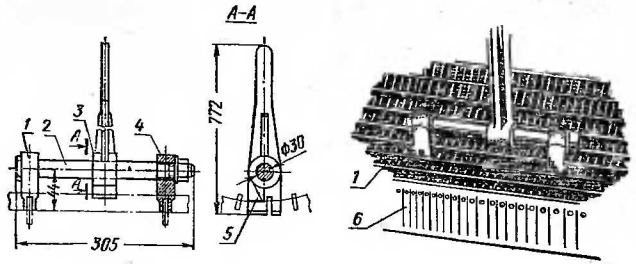


Рис. 97. Приспособление для правки поперечного изгиба планок подбарабанья:

1 — левая стойка; *2* — ось; *3* — рычаг; *4* — правая стойка; *5* — упор; *6* — подбарабанье.

Полосовой материал, изогнутый по узкой грани, рихтуют на плите или на рихтовальной бабке, имеющей цилиндрическую, а чаще сферическую поверхность. Рихтовка заключается в растяжении металла и уменьшении его толщины по краям вогнутости путем ударов закаленным острым носком молотка поперек полосы (рис. 94, *а*). Таким путем иногда восстанавливают форму детали с точностью до 0,05 мм. С помощью рихтовки вогнутой полки можно выправить также изогнутый уголок (рис. 94, *б*).

Винтообразный изгиб полосового материала устраняют последовательно двумя приемами: сначала разворачивают полосу так, чтобы свести изгиб к одной плоскости, а затем правят полосу молотком. Для разворота полосы пользуются либо ручными тисочками и стержнем, играющим роль рычага (рис. 95, *а*), либо стальным рычагом с прорезью, равной толщине полосы (рис. 95, *б*). Последним способом, в частности, выправляют скрученные ножевые полосы режущих аппаратов сельскохозяйственных машин, применяя в качестве рычага специальный ключ (рис. 96).

Для устранения поперечного изгиба полосового материала (изгиба по плоскости), если материал нельзя поместить на плиту, удобно пользоваться таким приспособлением, каким правят планки подбарабанья зерноуборочного комбайна (рис. 97).

Правка листового материала. Листы и тонкие полосы, изогнутые по плоскости, выравнивают ударами молотка. Тонкий полосовой материал правят медными, латунными,

свинцовыми или деревянными молотками. Тонколистовой материал правят, пользуясь металлическими и деревянными гладилками (рис. 98, *а*).

Обработанные поверхности деталей правят стальным молотком через прокладку из мягкого металла. Небольшие стальные заготовки помещают между двумя плитками и правят под прессом.

Сложнее выправить лист, на котором имеются выпучины. В этом случае нельзя наносить удары по выпучине. Нужно поступать наоборот: ударять молотком по краям выпучины, растягивая и выравнивая металл. Если металл растягивается плохо, удары наносят не бойком, а носком молотка.

На рисунке 98, *б* показан лист с выпучиной в середине. В начале правки наносят редкие и сильные удары с разных сторон выпучины, а по мере приближения к ней силу ударов уменьшают, зато удары наносят чаще. Когда выпучина расположена в углу листа, удары молотком производят, как показано на рисунке 98, *в*.

Если на листе имеется несколько выпучин, то ударять молотком следует между ними, пока все они не соберутся в одно место и не образуют общую выпучину, которую устраняют описанным выше способом. После этого лист поворачивают обратной стороной и окончательно выправляют.

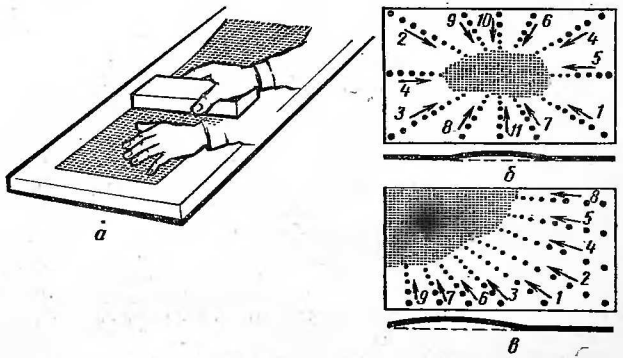


Рис. 98. Правка листового материала (цифры, стрелки и точки указывают последовательность, направление и силу ударов):

а — с помощью гладилки; *б* и *в* — молотком.

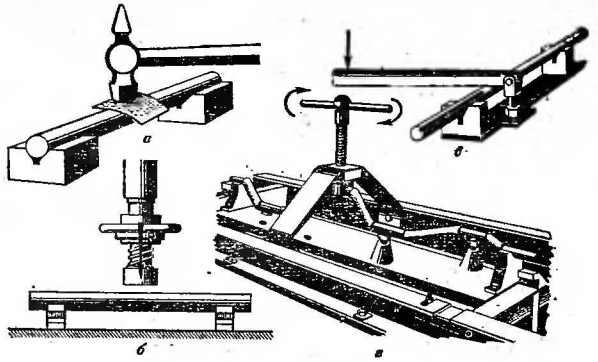


Рис. 99. Правка валов:

а — молотком на призмах; *б* — под прессом; *в* — на рычажном приспособлении для правки длинных прямых валов; *г* — на винтовом приспособлении для правки коленчатых валов соломотрясов зерноуборочных комбайнов.

Хорошие результаты дает газопламенная правка, которая заключается в нагреве изогнутых мест пламенем газовой горелки до температуры 600—700 °С в то время, как соседние с ними участки металла подвергают охлаждению. Металл в нагретых местах стремится расшириться, а охладившись, сильно сжимается и выпрямляется.

Если тонкая стальная полоса изогнута в своей плоскости, то ее выпрямляют, нанося удары сначала редко и сильно по всей длине полосы с краю вогнутости, потом чаще, но менее сильно, параллельно первой серии ударов, и так далее до края выпуклости. Удары наносят до тех пор, пока металл в нижней части не растянется до образования прямолинейных кромок.

Правка осей, валов, рычагов и круткового материала. У осей, валов, рычагов и круткового материала приходится устранять изгиб и скрученность. Простейший способ проверки прямолинейности вала или оси — перекатывание их по контрольной плите. Для точного измерения прогиба вал проверяют индикатором на биение.

Допустимый прогиб зависит от конструкции и назначения вала. Обычно для валов сельскохозяйственных машин на 1 м длины допускается прогиб 1 мм при диаметре вала до

30 мм, 0,75 мм — при диаметре 30—50 мм и 0,5 мм — при диаметре более 50 мм.

Скрученность вала труднее заметить, чем изгиб. Ее можно просто обнаружить лишь в том случае, если на валу имеются шлицы или шпоночная канавка. Уложив вал на призмы, проверяют рейсмусом прямолинейность шлицевого паза или шпоночной канавки и по ней судят об искажении формы вала.

Изогнутые стержни, оси и длинные валы, а также прутковый материал различного сечения правят на призмах (рис. 99, *а*), под прессом (рис. 99, *б*) и в специальных приспособлениях (рис. 99, *в* и *г*). Если погнутый вал выправляют на призмах молотком, рекомендуется наносить удары через металлическую прокладку (рис. 99, *а*), чтобы не повредить обработанную поверхность вала.

Иногда валы правят наклепом. Для этого под вал, повернутый вогнутой стороной вверх, в месте наибольшего прогиба подкладывают деревянную или медную подставку (рис. 100). Прочно удерживая вал с помощью надетого на него хомута, наносят удары молотком из мягкого металла в зоне наибольшего прогиба. Последовательность и направление ударов показаны на рисунке. Силу ударов по мере выпрямления вала уменьшают.

Термически необработанные валы можно править путем местного нагрева. Если нагревать изогнутый участок вала пламенем газовой горелки, то металл в месте нагрева начнет расширяться. Поскольку холодная часть вала сопротивляется этому расширению, возникают внутренние напряжения, которые могут превысить предел упругости материала и вызвать пластическую деформацию вала в желаемом направлении, если только место и температура нагрева выбраны правильно. В зависимости от характера изгиба и

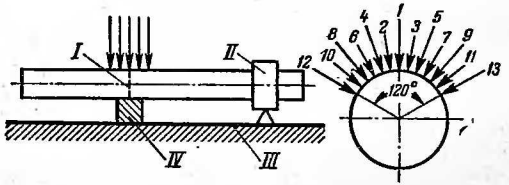


Рис. 100. Схема правки вала наклепом:

I — место наибольшего прогиба вала; *II* — хомут; *III* — металлическая плита; *IV* — подставка.

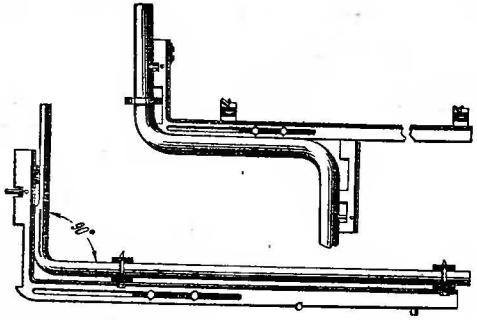


Рис. 101. Проверка коленчатых осей плуга и культиватора универсальным шаблоном.

размеров вала нагрев производится до температуры 350—900 °С.

Путем такого местного нагрева можно восстанавливать даже ослабнувшие посадки. Нагревая докрасна и охлаждая затем на воздухе кольцевой участок детали возле посадочного отверстия, можно после напрессовки этой детали на вал получить довольно значительное увеличение натяга в сопряжении.

Изгиб коленчатых валов и осей большого сечения устраняют после нагрева погнутых мест. Результаты правки контролируют шаблоном, изготовленным по форме нового вала или новой оси. Показанный на рисунке 101 универсальный шаблон служит для проверки коленчатых осей плугов и культиваторов. Допустимый просвет между шаблоном и осью плуга составляет 4 мм, между шаблоном и осью культиватора — 3 мм. С помощью этого шаблона можно проверять скрученность вала, взаимное расположение пересекающихся участков оси и положение шпоночных пазов.

Скрученные валы нагревают посредине до 850—900 °С, закрепляют в тисках один конец вала, а другой поворачивают специальным (цепным или газовым) ключом до полного восстановления первоначальной формы вала.

В процессе ремонта тракторов серьезное внимание уделяют прямолинейности шатунов. Изогнутые и скрученные шатуны правят с помощью приспособлений, показанных на рисунке 102.

В процессе правки рекомендуется несколько перегибать шатун, а затем изгибать его в обратную сторону до заданной формы. Этим достигается бо́льшая надежность сохранения правильной формы шатуна во время работы двигателя. Чтобы сохранить полученную шатуном форму, его нагревают до 150—200 °С в течение 2—3 ч. Таким же способом можно править и другие подобные детали.

Правка труб принципиально не отличается от правки круглых стержней, осей или валов и выполняется теми же способами, только с большей осторожностью. Прямые тонкостенные трубки из цветных металлов, применяемые в топливной и масляной системах автотракторных двигателей, можно выправлять оправкой, состоящей из металлического стержня и резиновых шариков, закрепленных на стержне с обеих сторон гайками. Диаметр шариков можно увеличивать или уменьшать, подвертывая или ослабляя гайки. Оправку вбивают в выпрямляемую трубку легкими ударами молотка.

Вмятины на трубках большего диаметра, таких, например, как у охладителей молока, устраняют деревянной оправкой, диаметр которой равен внутреннему диаметру трубок (рис. 103).

Правка брусьев. При ремонте сельскохозяйственных машин часто возникает необходимость правки погнутых и

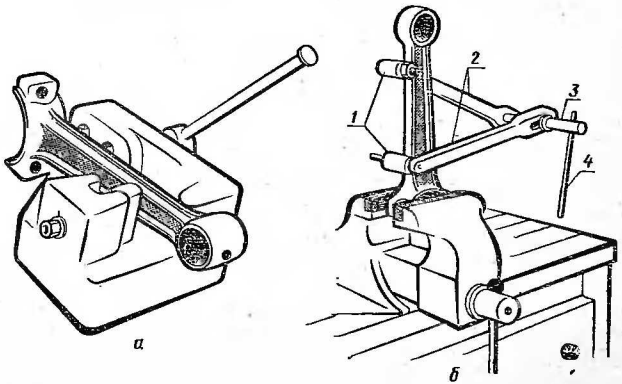


Рис. 102. Правка изогнутого (*а*) и скрученного (*б*) шатунов:
1 — скобы; *2* — рычаги; *3* — стяжной винт; *4* — вороток.

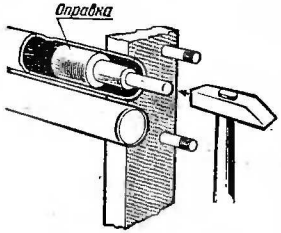


Рис. 103. Устранение вмятин на трубках охладителя.

скрученных брусьев рам. В ремонтных мастерских применяется много самых различных приспособлений для правки брусьев. Одно из них, позволяющее выправить изогнутый брус без разборки рамы, показано на рисунке 104, *а*. Таким же образом можно выправить брус на раме домкратом (рис. 104, *б*). Брусья, отделенные от рамы, правят на плите ударами кувалды, под прессом или в специальных (чаще всего винтовых) приспособлениях.

На рисунке 104, *в* показано одно из приспособлений для правки брусьев и балок с приводом от гидравлического насоса. Приспособление состоит из траверсы *12*, двух втулочно-роликовых цепей *13*, играющих роль тяг, и силового гидроцилиндра *15* со штоком *14*. При правке нажимают на ручной рычаг *18* или ножную педаль *17*. Масло от насоса *16* поступает по шлангу *19* к гидроцилиндру *15*, шток которого упирается в выпуклую часть погнутой детали и выправляет ее. Брусья и балки с помощью этого приспособления часто правят, не разбирая рамы.

Скрученность брусьев устраняют рычагом с загнутым концом и скобой (рис. 104, *г*).

Изогнутые и скрученные брусья неразъемных рам выправляют после местного нагрева пламенем паяльной лампы нли газовой горелки.

Прямолинейность брусьев рам и балок проверяют с помощью шнура, линейки, отвеса, рулетки. Перекос рамы обнаруживают, измеряя ее по диагоналям. Расположенне отдельных брусьев в стыках контролируют угольником.

Правка тонкостенных деталей. Тонкостенные детали с вмятинами, выпучинами и погнутостями подвергают выколотке и рихтовке. Над вмятиной устанавливают поддержку *1* (рис. 105, *а*) и, крепко прижимая ее рукой, специальным молотком *2* выправляют поверхность детали, а затем выравнивают киянкой оставшиеся после выколотки бугорки. При устраненин глубоких вмятин удары наносят от середины к краям, а при устранении пологих вмятин, наоборот, — от краев к середине. Если на вмятине есть острая складка, удары надо начинать наносить с нее.

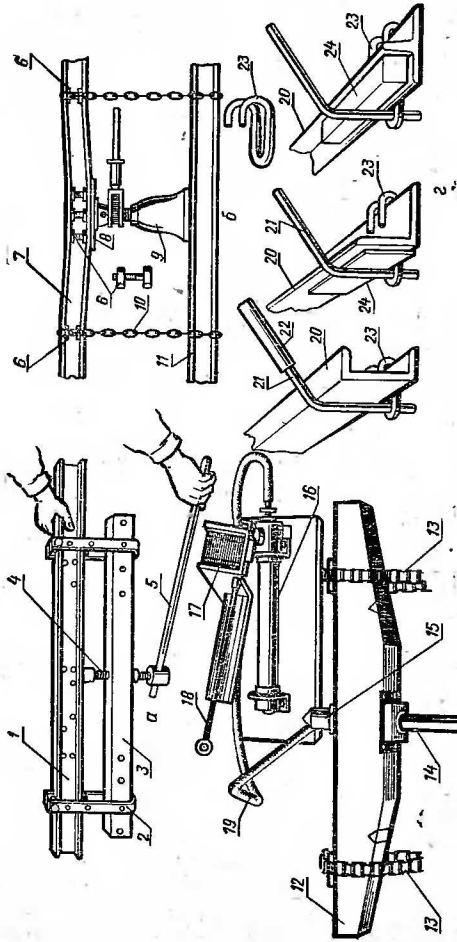


Рис. 104. Правка брусьев:

а — правка изогнутого бруса винтовым приспособлением; *б* — то же, домкратом; *в* — приспособление для правки брусьев и балок; *г* — правка скрученных брусьев; *1* и *7* — изогнутые брусья; *2* — скоба; *11* — вспомогательный брус; *4* — винт; *5* — рычаг; *6* — распорный болт; *8* — подкладка; *9* — домкрат; *10* — цепь; *11* — ролик; *12* — траверса; *13* — втулочно-роликовая цепь; *14* — шток; *15* — силовой гидроцилиндр; *16* — гидравлический насос; *17* — педаль; *18* — рычаг; *19* — шланг; *20* — скрученный брус; *21* — рычаг; *22* — труба; *23* — скоба; *24* — накладка.

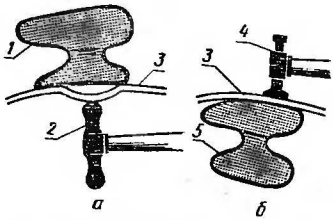


Рис. 105. Устранение вмятины на тонкостенной детали:

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

В том случае, если деталь можно отъединнть от машины, ее правят так же, как и листовой материал (см. выше).

Рихтовку выполняют с помощью спецнального рихтовального молотка *4* (рис. 105, *б*) и поддержки *5*, подобранной по форме восстанавливаемой детали. Удары рнхтовальным молотком следует наносить всей поверхностью бойка и не по одному месту, чтобы не слишком растянуть металл. Рихтовку продолжают до тех пор, пока на поверхности детали рука не перестанет ощущать шероховатости. После этого поверхность слегка зачищают личным напильником, чтобы выявить

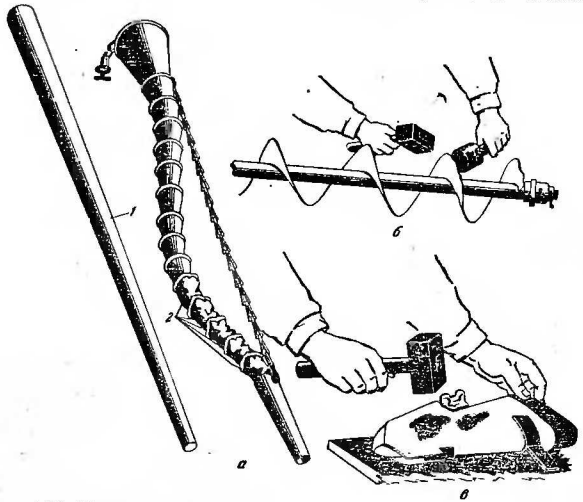


Рис. 106. Правка деталей машин:

а — металлическая оправка (*1*) для выпрямления погнутых звеньев (*2*) спирально-ленточного семяпровода сеялки; *б* — выпрямление витков шнека зерноуборочного комбайна; *в* — правка полозовидного сошника сеялки на деревянной оправке.

углубления, которые растягивают последующей рихтовкой до получения сплошной ровной поверхности. Выравнивать поверхность одним опиливанием нельзя. Отрихтованную поверхность зачищают абразивной шкуркой.

Чтобы механизировать выколотку и рихтовку, применяют наборы приспособлений и инструментов с гидравлическим приводом, предназначенные для ремонта кабин, кузовов и облицовки тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. В комплекты входят правочные лопатки и крючки, наковальни, выдавливатели, оправки, рихтовальные молотки, резиновые киянки и т. д. (несколько десятков наименований в каждом комплекте).

Погнутые конструктивные элементы машин, изготовленные из листового материала, правят деревянным молотком, подкладывая с обратной стороны деревянную подставку либо вставляя в погнутую деталь деревянную или металлическую оправку. Для примера на рисунке 106 показаны приемы выпрямления погнутых деталей сельскохозяйственных машин.

Правка проволоки. Изогнутую и скрученную проволоку выпрямляют в специальном приспособлении, где она протягнвается через группу роликов или кулачков. Применяют и простейший способ правки проволоки: закрепив ее концы, проводят по ней дощечкой с отверстием.

§ 2. Гибка

С помощью гибки изготовляют детали из прямых полос, прутков, листов, проволоки и труб. К таким деталям относятся уголки, скобы, петли, ушки, воронки, кожухи, части трубопроводов и т. д. Длину заготовки определяют обычно по чертежу готовой детали, на котором проставлены все ее размеры.

Определение длины заготовки. У детали, согнутой из прямой полосы или прутка, наружные слои металла (на выпуклой стороне) растянуты, а внутренние слои (на вогнутой стороне) сжаты, и только слой металла, расположенный в средней части заготовки, сохраняет такое же состояние, в каком он находился до гибки. Поэтому для определения длины заготовки достаточно вычнслить длину средней лиинн согнутой детали.

Для примера определим, какую длину должна иметь заготовка, чтобы из нее можно было согнуть деталь, изображенную на рисунке 107, *а*. Разобьем всю деталь (по сред-

ней линии) на участки — прямолинейные и криволинейные (рис. 107, *б*).

Длина криволинейного участка подсчитывается по формуле

$$l = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ},$$

где $\pi = 3{,}14$;

r — радиус закругления (до средней линии);

α — угол загиба.

Для прямого угла ($\alpha = 90^\circ$) длина криволинейного участка

$$l = \frac{\pi r\, 90^\circ}{180^\circ} = \frac{\pi r}{2}.$$

Общая длина заготовки

$$L = l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5} + l_{5-6} + l_{6-7} + l_{7-8} = 50 + \frac{3{,}14\,(4+4)}{2} + [162 - (8+4+8+50\cdot 2+8+4)] + \frac{3{,}14\,(4+4)}{2} + [130 - (50+8+4+50+8)] + 2\,\frac{3{,}14\,(50+4)}{2} + [130 - (50+8)] = 50 + 12{,}6 + 30 + 12{,}6 + 10 + 169{,}6 + 72 = 356{,}8 \text{ мм}.$$

Округляем полученный результат до $L = 360$ мм. Излишек в 3,2 мм идет на опиливание концов изделия до нужного размера после гибки.

Если внутренние углы детали выполняют без закруглений и они образуют прямые углы, то длина заготовки будет равна сумме длин прямых участков плюс $(0{,}5 \div 0{,}8)\, n\delta$,

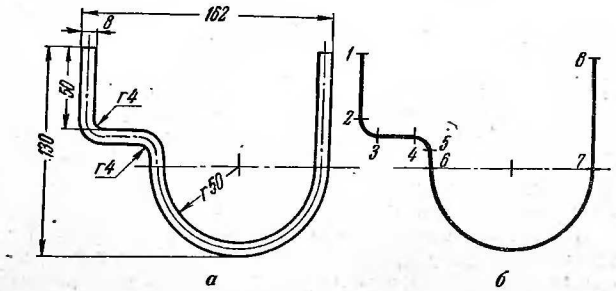


Рис. 107. Определение длины заготовки.

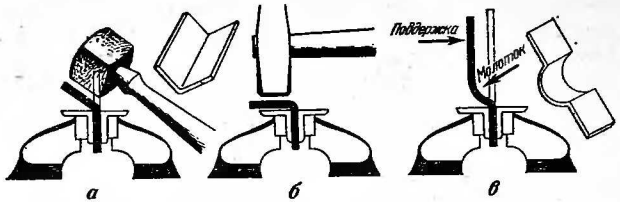


Рис. 108. Гибка полосового материала:

а и *б* — изготовление уголка; *в* — выколачивание закругления при изготовлении скобы.

где n — число перегибов, а δ — толщина материала. Так, длина заготовки для детали, изображенной на рисунке 109, *б*, будет составлять $17{,}5 + (15 - 2{,}5) + 20 + (15 - 2{,}5) + 17{,}5 + 0{,}8 \cdot 4 \cdot 2{,}5 = 17{,}5 + 12{,}5 + 20 + 12{,}5 + 17{,}5 + 8 = 88$ мм.

Гибка полосового и пруткового материала. Для гибки полос и прутков применяют стальные молотки с квадратным бойком, а также молотки из мягкого металла или деревянные (киянки). Заготовку огибают вокруг оправки соответствующей формы или же, закрепив в тисках, изгибают в нужном направлении, пользуясь молотком и, в необходимых случаях, поддержкой.

На рисунке 108, *а* и *б* показано изготовление уголка из полосы. Сначала намечают на заготовке линию сгиба, затем зажимают полосу в тисках так, чтобы линия сгиба находилась на уровне нагубников. Нагубниками пользуются для предохранения губок тисков от преждевременного изнашивания. Полосу загибают киянкой (рис. 108, *а*), которая не оставляет на металле забоин. После того как уголок будет согнут, его несколько приподнимают в тисках и образуют прямой внутренний угол, осторожно ударяя по горизонтальной полке стальным молотком.

На рисунке 108, *в* показан способ выколачивания закругления с помощью молотка при изготовлении полукруглой скобы. Закругления выколачивают сначала с одной стороны, потом с другой, а окончательную форму скобе придают, закрепив в тисках оправку. Применение круглой и прямоугольной оправок показано на рисунке 109.

Гибка листового материала. Изделия из листового материала выгибают для придания заданной формы и отбортовывают для увеличения жесткости и прочности лег-

ками стальными и деревянными молотками, пользуясь специальными приспособлениями: скребками, наковальнями и оправками различной конфигурации (рис. 110). Приспособления закрепляют на верстаке или в тисках.

Для механизации перечисленных операций применяют зигмашины с ручным и электрическим приводом. На зигмашинах можно изготовлять валики жесткости (зиги), от-

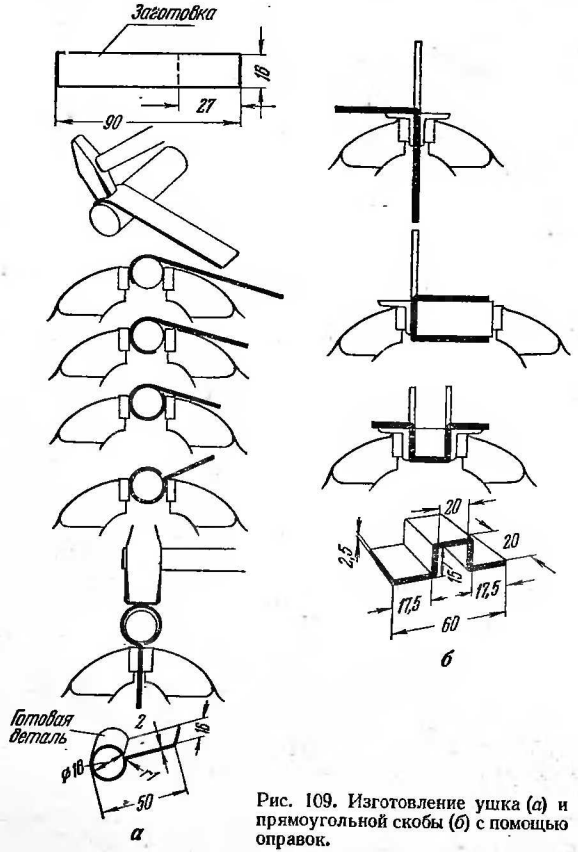


Рис. 109. Изготовление ушка (*а*) и прямоугольной скобы (*б*) с помощью оправок.

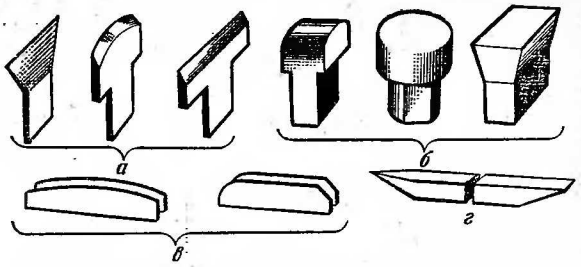


Рис. 110. Приспособления для гибки листового материала:
а — скребки; *б* — наковальни; *в* — парные оправки; *г* — брус-оправка.

гибать борта у изделий под разными углами, изготовлять двойные бортики и круговые бортики под проволоку. Изделие в зигмашине прокатывается через ролики необходимого профиля.

Листы соединяют посредством фальцев — одинарных, полуторных, двойных. Последовательность соединения листов двойным фальцем приведена на рисунке 111.

Сначала на соединяемых листах размечают линии отгиба кромок (табл. 5). Отогнув по разметке кромку первого листа (рис. 111, *а*), переворачивают лист и подгибают кромку к плоскости листа (рис. 111, *б*). Вновь отгибают кромку (рис. 111, *в*), переворачивают лист и второй раз подгибают кромку к плоскости листа (рис. 111, *г*). Выполняют те же операции со вторым листом. Затем соединяют

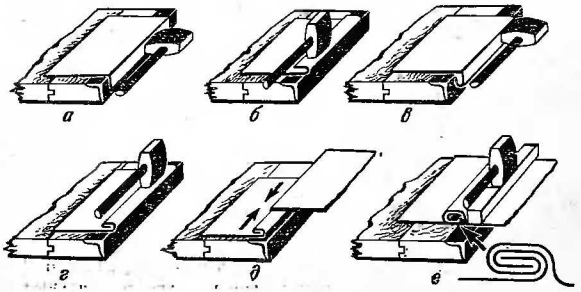


Рис. 111. Последовательность соединения листов двойным лежачим фальцем.

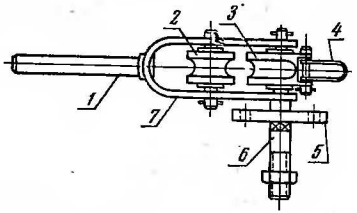


Рис. 112. Роликовое приспособление для гибкн труб:

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

оба листа, вдвннув один шов в другой (рнс. 111, *д*). Слегка уплотнив место соединения деревянным молотком, подсекают фальц ударамн молотка по планке (рис. 111, *е*).

Таким же путем соединяют листы одинарным и полуторным фальцами. Фальцы могут быть лежачими (когда соединяемые листы расположены в горизонтальной плоскостн) и стоячими (когда соединяемые листы расположены под углом).

Гибка труб. Трубы изгибают на оправках, шаблонах, роликовых приспособлениях и специальных трубогибах. Шаблонами пользуются при больших радиусах изгиба. Трубы с малыми радиусами изгиба (до 20 мм) получают на оправках нли с помощью роликового приспособления (рис. 112).

Таблица 5

Размеры для изготовления двойного фальца, мм

Размеры	Масса листа, кг/м²			
	3	4,5	6	8
Ширина фальца	7	11	13	15
Отгибы кромки на листе	4 и 6	6 и 9	7 и 10	8 и 11
Припуск на полный фальц	28	45	52	66

Это приспособление состоит из двух роликов *2* и *3*, установленных в скобе *7*. Нажимной ролик *2* свободно вращается на оси, а гибочный ролнк *3* неподвижен. Он связан с планкой *5* и стержнем *6*, которые служат для крепления приспособления к верстаку. Изгибаемую трубу пропускают через хомутик *4* между роликами. Вращая скобу за рукоятку *1* вокруг оси неподвижного гибочного ролика, получают нужный загиб. Радиус и угол загиба зависят от диаметра гибочного ролика, поэтому у приспособления должно быть несколько сменных роликов.

Более производительные трубогибы с ручным и электрическим приводом показаны на рисунке 113.

Толстостенные стальные трубы с наружным диаметром до 12 мм (иапример, трубопроводы высокого давления дизельного двигателя) легко огибаются вокруг цилиндрической оправки или шаблона без заметного искажения формы отверстия. Трубы с бóльшим диаметром изгибают в холодиом состоянии после заполнения песком. Перед гибкой труба должна быть отожжена.

Стальные трубы диаметром свыше 25 мм (например, трубы распределительной сети на животноводческих фермах) гнут в нагретом состоянии. Внутрь трубы насыпают хорошо просушенный мелкий песок, по концам трубы забивают деревянные заглушкн с отверстиями для выхода горячих газов при нагреве. Участок нагрева зависит от угла гибки: при угле 90° он равен $6D$ (D — наружный диаметр трубы), при угле 60° — $4D$, при угле 45° — $3D$, при угле 30° — $2D$. Между минимальным радиусом изгиба (R) и наружным диаметром стальной трубы (D) существует определенная зависнмость: при $D \leqslant 20$ мм $R = 2D$, а при $D > 20$ мм $R = 3D$.

Тонкостенные стальные трубы и трубы из цветных металлов (маслопроводы гидросистемы, системы смазки трактора и т. п.) перед гибкой заливают расплавленной канифолью. Гибку производят после застывания канифоли. Выплавлять канифоль из согнутой трубы начинают с концов, постепенно переходя к середине.

Хорошо зарекомендовал себя на практике еще один способ гибки труб: труба сгибается без искажения поперечного сечения, если через ее отверстие пропустить пучок проволоки.

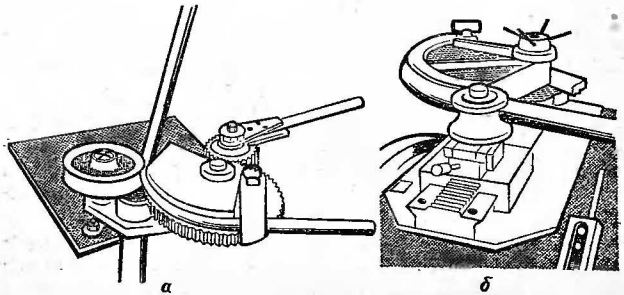


Рис. 113. Трубогибы:

а — ручной; *б* — с электрическим приводом.

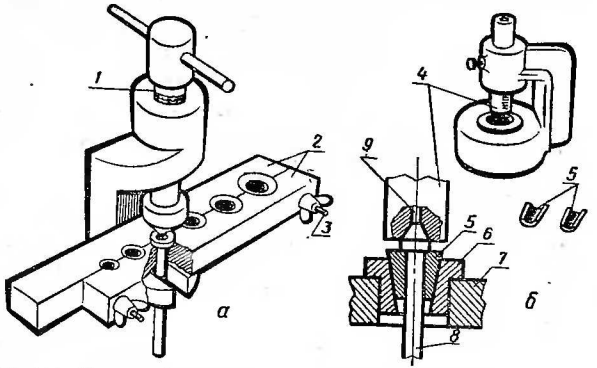


Рис. 114. Приспособления для развальцовки топливопроводов:

а — низкого давления; *б* — высокого давления; *1* — нажимной винт; *2* — зажимные щеки; *3* — винт-барашек; *4* — ползун; *5* — сухарики; *6* — втулка; *7* — корпус; *8* — топливопровод; *9* — предохранительная игла.

Развальцовка (вальцевание) труб. С развальцовкой, т. е. с расширением концов труб изнутри, в практике ремонта часто приходится встречаться при восстановлении топливопроводов автотракторных двигателей.

Топливопроводы низкого давления развальцовывают на приспособлении (рис. 114, *а*), состоящем из двух зажимных щек *2*, стягиваемых винтами-барашками *3*, и нажимного винта *1*. Конец изношенного топливопровода отрезают труборезом и вставляют в соответствующее отверстие приспособления, которое устанавливают в тисках с медными нагубниками. Зажав топливопровод между щеками *2*, вращают винт *1*, развальцовывая конец трубки.

У топливопроводов высокого давления отрезают ножовкой изношенный наконечник, зачищают торец личным напильником и изготовляют новый наконечник в приспособлении, показанном на рисунке 114, *б*. Для этого конец топливопровода *8* закладывают в гнездо приспособления и с помощью сухариков *5* закрепляют во втулке *6*, установленной в корпусе *7* приспособления. В ползуне *4* имеются гнездо, выполненное по форме наконечника топливопровода, и предохранительная игла *9*. Когда ползун перемещают гидравлическим прессом, на конце топливопровода выдавливается новый наконечник.

Глава VIII. ОПИЛИВАНИЕ

Опиливание — одна из наиболее распространенных слесарных операций, которая заключается в снятии слоя с поверхности изделия режущим инструментом — напильником. Эту операцию в ремонтном производстве обычно применяют не при изготовлении новых изделий, а когда встречается необходимость подгонки сопряженных деталей. В этом случае опиливание наиболее эффективно.

Напильниками обрабатывают криволинейные и плоские поверхности, пазы, канавки, отверстия. Опиливание обеспечивает точность обработки до 1-го класса и шероховатость поверхности до 10-го класса чистоты. Однако надо помнить, что для получения очень высокой точности обработки и чистоты отделки поверхности изделия экономически невыгодно применять опиливание, если дешевле и проще выполнить отделочные операции на специальных станках. Все же полностью ручное опиливание в ремонтном деле пока еще долго нельзя будет заменить станочными работами.

Опиливать изделия целесообразно, если припуск составляет не более 2 мм. В противном случае слой металла снимают с изделия рубкой, резкой или обработкой на каком-либо металлорежущем станке. Припуск на опиливание оставляют от 0,5 до 0,025 мм. Достигаемая опиливанием точность обработки — 0,05 мм, в исключительных случаях — 0,01 мм.

§ 1. Напильники

Напильники изготовляют из инструментальной углеродистой стали У13 или У13А либо из хромистой стали ШХ-15. Насечку на напильниках чаще всего получают на пилонасекательных и фрезерных станках. Насечка может быть одинарной, двойной (перекрестной), рашпильной и дуговой. После насечки напильники подвергают термической обработке.

Напильники с одинарной насечкой (рис. 115, *а*) служат для обработки мягких металлов (цинка, свинца, баббита, алюминиевых сплавов и т. д.) и изделий из дерева и пробки, а также для заточки пил и ножей. Насечку наносят под углом $\lambda = 25°$.

Напильники с двойной насечкой применяют для обработки стали, чугуна и других твердых металлов. Нижняя (основная) насечка имеет больший шаг, чем верхняя (вспомога-

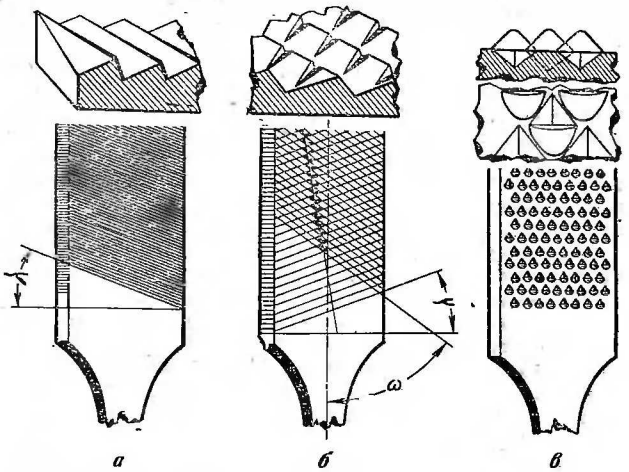


Рис. 115. Насечки напильников:
а — одинарная; *б* — двойная (перекрестная); *в* — рашпильная.

тельная). Благодаря этому зубья напильника располагаются под углом к продольной оси (рис. 115, *б*), и во время работы их следы перекрываются. Если расстояния между зубьями у обеих насечек сделать одинаковыми, то на поверхности опиливаемого изделия будут появляться глубокие борозды.

Углы наклона насечки зависят от обрабатываемого материала. Наибольшая производительность опиливания и наименьшие затраты труда будут достигнуты при углах наклона насечки, приведенных в таблице 6.

У стандартных напильников общего назначения углы насечки такие: $\lambda = 25°$, $\omega = 45°$.

Круглые и полукруглые напильники имеют особую насечку — ступенчатые штрихи, между которыми располагаются мелкие зубчики.

Напильники с рашпильной насечкой (рис. 115, *в*) применяют для обработки кожи, резины, кости, пластмасс, дерева и других мягких материалов, которые нельзя обрабатывать напильниками с обычной насечкой, так как они быстро забиваются и перестают снимать стружку.

Таблица 6

Углы наклона насечки напильников, град (рис. 115, *б*)

Материал	Угол наклона насечки	
	основной (λ)	вспомогательный (ω)
Сталь	40—30	45—50
Чугун	20	60
Латунь	5	30
Бронза	30	45
Алюминиевые сплавы	30	50

Напильники с дуговой насечкой характеризуются большими впадинами между зубьями и дугообразной формой насечки. Такими напильниками обрабатывают кузова автомобилей и т. п. части машин, получая хорошее качество поверхности при высокой производительности.

Классификация и выбор напильников. *По назначению* различают следующие напильники (рис. 116).

Плоский тупоносый напильник прямоугольного сечения, сужающийся по толщине к носу на $^1/_3$ длины. Одна из узких граней насечена, что позволяет обрабатывать плоскость, сопряженную с другой под углом 90°.

Плоский остроносый напильник в отличие от тупоносого сужается на $^1/_3$ длины не только по толщине, но и по ширине. Им можно обрабатывать как прямолинейные, так и криволинейные выпуклые поверхности, пазы, отверстия и т. д.

Квадратный напильник предназначен для обработки небольших плоскостей, узких пазов и прямоугольных отверстий. Насеченные ребра дают возможность выпиливать углы.

Трехгранный напильник, сечение которого представляет собой равносторонний треугольник, предназначен для обработки многогранных отверстий и углов больше 60°.

Круглый напильник служит для обработки круглых отверстий и криволинейных вогнутых поверхностей.

Полукруглый напильник, сечение которого представляет собой сегмент, предназначен для обработки выпуклой стороной круглых отверстий и вогнутых поверхностей, а плоской стороной — плоскостей и выпуклых поверхностей.

Р о м б и ч е с к и й напильник, имеющий в сечении вытянутый ромб, служит для опиливания пазов и острых углов начиная с 15°.

Н о ж о в о ч н ы й напильник имеет в сечении вытянутую трапецию, постепенно суживающуюся к носу с одной стороны. Предназначен для обработки узких канавок и острых углов (от 10° и больше).

По длине напильники общего назначения различаются следующим образом. Согласно стандарту, они имеют длину насеченной части 100, 125, 160, 200, 250, 315 и 400 мм. Выбирая напильник, нужно учитывать, что его длина должна превышать размер обрабатываемой плоскости не менее чем на 150 мм.

Стандартом предусмотрены такие *номера напильников по числу насечек* на 1 см длины: 0, 1, 2, 3 и 4.

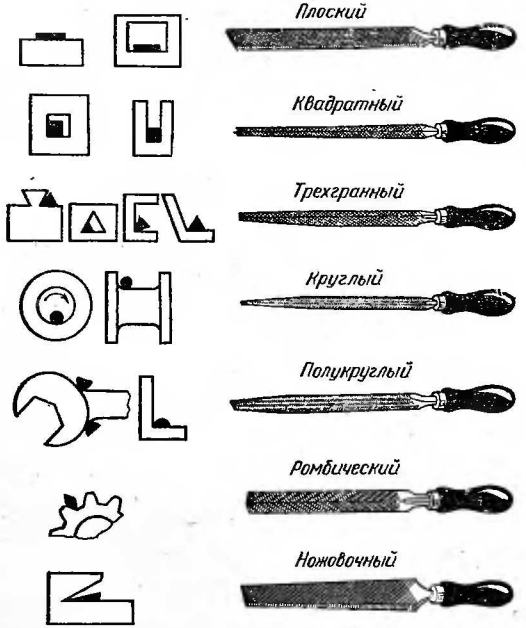


Рис. 116. Виды и применение напильников.

Напильники с насечкой № 0 и № 1 (драчевые) применяют для грубого опиливания изделий с припуском 0,5—1 мм. Драчевые напильники обеспечивают точность обработки 0,25—0,5 мм.

Напильники с насечкой № 2 (личные) служат для чистовой обработки изделий. Снимаемый слой металла не превышает 0,1 мм. Точность обработки составляет 0,02—0,05 мм.

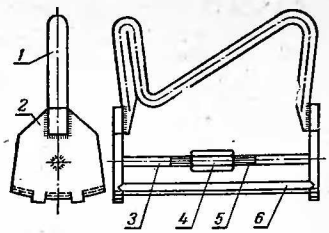


Рис. 117. Напильник для обработки планок подбарабанья зерноуборочного комбайна:

1 — ручка; *2* — щека; *3* — винт с правой резьбой; *4* — гайка с правой и левой резьбой; *5* — винт с левой резьбой; *6* — напильник.

Напильниками с насечкой № 3 и № 4 (бархатными) отделывают и шлифуют поверхности изделий. Снимаемый слой металла не превышает 0,02 мм.

Кроме напильников общего назначения, в производственной практике находят применение разнообразные *специальные напильники* для обработки изделий сложной формы, *рашпили, надфили*. В качестве примера на рисунке 117 показан специальный напильник для обработки планок подбарабанья зерноуборочного комбайна, имеющий тот же принцип действия, что и фуганок: три установленных в нем напильника играют роль железки фуганка.

Назначение рашпилей — обработка изделий с большими припусками, изделий из цветных металлов. Надфили — маленькие пилки с мелкой насечкой — используют для обработки небольших точных изделий и зачистки труднодоступных мест.

При выборе напильника для работы нужно принимать во внимание, помимо перечисленных, еще следующие обстоятельства. Хороший напильник должен иметь ровный серый матовый цвет без пятен ржавчины и масла. Если подвесить напильник за хвостовик и ударить по его ребру металлическим предметом, слышен чистый звук высокого тона. Дребезжание свидетельствует о том, что в напильнике имеется трещина. Таким напильником работать нельзя.

Новый напильник следует вначале испробовать на опиливании мягкой малоуглеродистой стали, бронзы, латуни, а потом уже обрабатывать им более твердые металлы. Не

рекомендуется опиливать новым напильником узкие ребра и острые углы.

Для чернового опиливания изделий с большими припусками выбирают длинные драчевые напильники с крупной насечкой. Чистовое опиливание ведут короткими напильниками, у которых насечка мельче.

Цветные металлы лучше всего опиливать специальными напильниками с одинарной насечкой. Если их нет, то цветные металлы обрабатывают напильником с насечкой № 1. Личные и бархатные напильники для этой цели не годятся.

Ручки к напильникам следует подбирать с большой тщательностью. Неправильно подобранную и насаженную на хвостовик ручку трудно удерживать в руке, отчего слесарь быстро утомляется, а качество опиливания становится хуже.

Ручка должна быть в 1,5 раза длиннее хвостовика. В ней просверливают небольшое отверстие, которое затем выжигают хвостовиком старого напильника на $^2/_3$ длины. Введенный в подготовленное отверстие хвостовик закрепляют ударом ручки о верстак или ударом молотка по ручке. Перед этим на конец ручки надевают металлическое кольцо, чтобы предохранить ее от раскалывания.

После насадки новой ручки расстояние между пяткой напильника и кольцом должно составлять 15—20 мм, чтобы можно было углубить хвостовик, когда в процессе работы его посадка ослабнет.

Уход за напильниками и их восстановление. После работы напильники очищают от опилок, проводя вдоль насечки металлической щеткой или скребком из мягкого металла. Напильники оберегают от попадания на них воды, масла, наждачной пыли. Вода вызывает коррозию, а масло и наждачная пыль лишают напильник режущих свойств. Участки напильника с масляными пятнами быстро забиваются опилками и покрываются грязью.

Сильно загрязненные и замасленные напильники погружают в 10%-ный водный раствор серной кислоты, выдерживают в нем около 10 мин, промывают водой и чистят металлической щеткой. Затем их промывают в растворе каустической соды, в горячей воде и сушат.

От опилок мягких металлов (меди, алюминия, свинца и др.) напильники очищают стальной щеткой, нагревая их в это время пламенем паяльной лампы. От опилок фибры, дерева, каучука напильники очищают также стальной щеткой, после того как их выдержат 15—20 мин в горячей

воде. Чтобы облегчить последующую очистку напильников, предназначенных для обработки мягких и вязких материалов, их перед работой натирают мелом.

Хранить напильники надо так, чтобы они не соприкасались ни с металлическими предметами, ни друг с другом. Нельзя их бросать и использовать не по прямому назначению. Лучше всего размещать напильники на рабочем месте и во время хранения на специальных деревянных подставках.

Изношенные напильники восстанавливают дважды обдувкой песком или химическим способом, после чего отправляют на переточку. Струю песка из пескоструйного аппарата с соплом диаметром 5—7 мм под давлением 400—500 кПа (4—5 кгс/см^2) направляют вдоль канавок, а потом перпендикулярно спинкам зубьев.

При химическом способе восстановления напильники очищают от опилок, грязи и масла, как описано выше, а затем в течение 5—8 мин травят в водном растворе азотной (10%) и серной (10%) кислот. После этого напильник промывают водой, в содовом растворе и опять водой. Хорошо в заключение прокипятить их в воде в течение получаса.

§ 2. Техника опиливания

Изделия опиливают, как правило, в тисках. Для этой цели рекомендуется применять поворотные параллельные тиски. Стуловыми тисками пользоваться нежелательно: они слишком массивны, зажимают изделие не плоскостью, а краями губок, изделие в них нельзя повернуть, не раз-

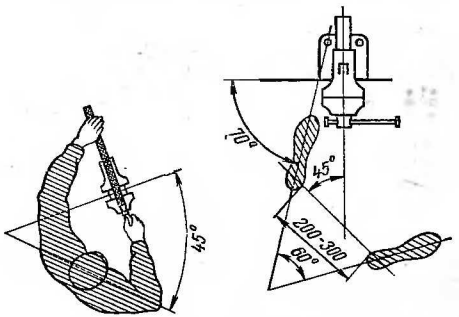


Рис. 118. Положение корпуса и ног работающего при опиливании.

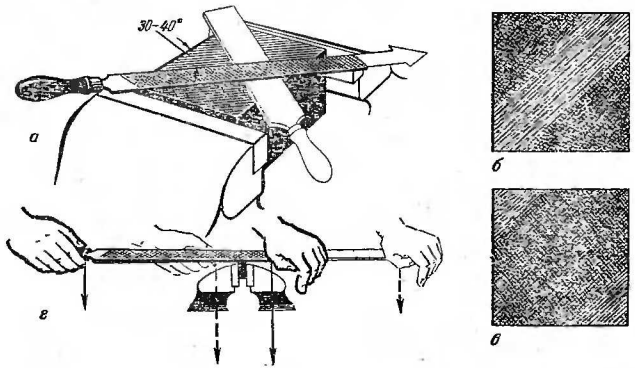


Рис. 119. Опиливание плоских поверхностей:

а — опиливание перекрестным штрихом; *б* и *в* — определение качества опиливания по штрихам; *г* — нажим рук на напильник.

двигая губок. Изделия из мягких металлов и с чисто обработанными поверхностями опиливают, надев на губки тисков медные, латунные или свинцовые нагубники.

Изделие перед опиливанием должно быть очищено от грязи и масла. Если опиливанию подлежит отливка, то с нее удаляют литейную корку с помощью зубила, старого напильника или на наждачном точиле.

Корпус и ноги работающего при опиливании должны занимать положение, показанное на рисунке 118. Стоять надо вполоборота к тискам на расстоянии 200—300 мм от верстака.

Опиливание плоских поверхностей. Опиливаемая плоскость должна быть расположена над губками тисков на 5—10 мм. Плоскость опиливают так, чтобы штрихи пересеклись (рис. 119, *а*): сначала напильник направляют слева направо под углом 30—40° к оси, перпендикулярной губкам тисков, а затем справа налево под тем же углом. Это дает возможность контролировать правильность обработки по штрихам, оставленным напильником на металле. Если края плоскости опилены больше, чем середина, то при перемене направления движения инструмента штриха разместятся, как показано на рисунке 119, *б*. Если же края плоскости опилены меньше, то перекрестные штрихи появятся в середине (рис. 119, *в*).

Чтобы предупредить образование на обрабатываемой плоскости неровностей («завалов» и «бугров»), в начале рабочего хода сильнее нажимают левой рукой (на нос напильника), затем нажим обеих рук постепенно выравнивают, а во второй половине рабочего хода сильнее нажимают правой рукой (на ручку напильника). На рисунке 119, *г* усилия нажима рук в начале и в конце рабочего хода напильника условно обозначены стрелками.

При перемещении напильника слева направо и справа налево под установленным углом и правильном нажиме на инструмент перекрестные штрихи ложатся на всю плоскость равномерно, без разрывов. Если же на плоскости появились неровности, их устраняют одним из следующих способов.

1. Поворачивают напильник выпуклостью вниз, кладут на опиленную поверхность и, надавливая левой рукой, перемещают его короткими движениями по «бугру».

2. Проводят ладонью или пальцами руки по «завалам». Если теперь приступить к опиливанию, то напильник будет скользить по этим «загрязненным» местам, не снимая стружки. Спиливаться будут только «бугры».

3. Применяют опиливание по краске. Для этого обрабатываемую плоскость перемещают по ровной плите, покрытой тонким слоем краски (сажи или берлинской лазури). Бугры с приставшей к ним краской спиливают, после чего повторяют проверку на краску, пока не будет достигнута необходимая точность обработки.

Тонкие изделия устанавливают для опиливания на деревянных брусках и обкладывают деревянными плашками, которые прибивают к бруску гвоздями. Брусок зажимают между губками тисков (рис. 120).

Узкие плоские поверхности опиливают в специальных приспособлениях — наметках. Простейшая наметка-рамка

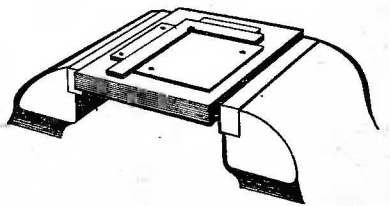


Рис. 120. Закрепление угольника в тисках для опиливания.

показана на рисунке 121, *а*. Изделие для опиливания вставляют в рамку и прижимают к стенке винтами, пропущенными через резьбу в другой стенке. При закреплении изделия разметочную риску, обозначающую границу обработки, совмещают с верхней плоскостью стенки рамки.

Прямолинейность и плоскостность обрабатываемых плоскостей проверяют лекальными линейками. Для проверки изделие нужно непременно освободить из тисков. Наложив линейку на обработанную плоскость, проверяют размер световой щели по всей длине. Если просвета нет, значит поверхность опилена ровно и чисто. Равномерный просвет свидетельствует о том, что поверхность обработана грубо, но точно. Неравномерный просвет указывает на неправильную обработку.

Такую проверку ведут вдоль и поперек плоскости, а также по диагоналям. Лекальную линейку во избежание быстрого износа нельзя передвигать по проверяемой плоскости.

Опиливаемую плоскость проверяют часто, особенно к концу обработки. Времени на проверку обычно затрачивают в несколько раз больше, чем на само опиливание.

Опиливание параллельных плоскостей. При опиливании параллельных плоскостей сначала обрабатывают начисто одну — базовую — плоскость, затем, проверив ее прямолинейность в продольном, поперечном и диагональных направлениях, размечают границы обработки другой плоскости. Размер между опиленными параллельными плоскостями проверяют линейкой или штангенциркулем, а параллельность плоскостей — кронциркулем. Если кронциркуль, установленный на заданный размер, перемещается с зазором или, наоборот, врезается в металл, значит обработанные поверхности имеют отклонения от параллельности.

Опиливание пересекающихся плоскостей. В этом случае, как и в предыдущем, сначала опиливают базовую плоскость, а затем, пользуясь лекальной линейкой и проверочным лекальным угольником, опиливают сопряженную плоскость. Наружные и внутренние прямые углы обрабатывают плоскими напильниками. При обработке внутренних прямых углов напильник располагают ненасеченной гранью к сопряженной плоскости. Острые углы опиливают трехгранными, ромбическими и ножовочными напильниками. Проверку угольником или угломером обработанных сопряженных плоскостей проводят в трех положениях: по краям и в середине пересекающихся плоскостей.

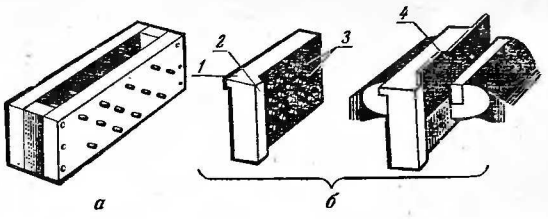


Рис. 121. Приспособление для опиливания узких изделий:
а — наметка-рамка; *б* — плоско-параллельная наметка; *1* и *2* — буртики; *3* — винты; *4* — опиливаемое изделие.

Узкие изделия, стороны которых пересекаются под прямым углом, удобно опиливать в плоско-параллельных наметках (рис. 121, *б*). У такой наметки имеются два буртика *1* и *2*. При установке наметки в тисках буртик *1* соприкасается с губкой, а буртик *2* служит для упора базовой стороны обрабатываемого изделия *4*. Это позволяет опиливать другие стороны изделия, не проверяя их перпендикулярности угольником.

Как и при опиливании изделий в наметке-рамке, разметочную риску совмещают с верхней плоскостью наметки. Это гарантирует прямолинейность опиленной стороны изделия, не требующую дополнительной проверки лекальной линейкой. Винты *3* на стенке наметки служат для закрепления упорных планок. Планки придают изделию необходимое положение и устойчивость. Благодаря этому в плоско-параллельной наметке можно опиливать изделия, стороны которых пересекаются под разными углами.

Узкие изделия сложной формы опиливают по кондуктору. Он представляет собой две пластины, изготовленные по форме изделия. Пластины точно обработаны и закалены. Заготовку вставляют между пластинами, после чего кондуктор закрепляют в тисках. Точность опиливания по кондуктору находится в пределах 0,05—0,1 мм.

В ряде случаев для опиливания применяют более сложные устройства, например показанное на рисунке 122 приспособление для опиливания стыков поршневых колец и подгонки колец по высоте.

Опиливание криволинейных поверхностей. Выпуклые криволинейные поверхности опиливают плоскими напильниками, вогнутые — полукруглыми и круглыми. Выпук-

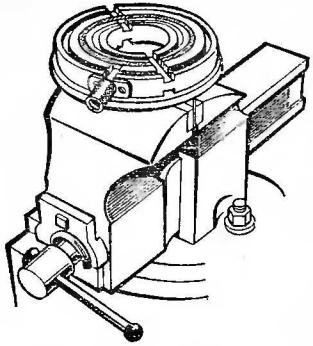


Рис. 122. Приспособление для опиливания стыков поршневых колец и подгонки колец по высоте.

лые поверхности можно опиливать как вдоль закругления, так и поперек.

В первом случае напильник покачивают в вертикальной плоскости таким образом, чтобы при рабочем ходе ручка перемещалась сверху вниз, а нос напильника — снизу вверх.

Во втором случае напильник, совершающий обычные рабочие движения, постепенно поворачивают вокруг своей оси.

Можно применить и другой прием: если, например, участок круглого валика требуется опилить на меньший диаметр, то в первую очередь цилиндр опиливают на квадрат, у которого сторона равна диаметру заданной окружности, потом спиливают углы, превращая квадрат в восьмигранник, шестнадцатигранник и так далее до получения заданной округлой формы.

В процессе опиливания вогнутых поверхностей напильнику сообщают, помимо продольного движения, еще и боковое перемещение. При этом изделие часто переставляют в тисках, чтобы обрабатываемое место находилось под напильником, а не сбоку.

Правильность обработки криволинейных поверхностей удобно контролировать шаблонами. Для контроля замкнутых вогнутых поверхностей иногда применяют калибры-пробки и валики.

Примером обработки сопряжения криволинейной поверхности с прямолинейной служит изготовление шпонки. Здесь принята такая последовательность операций:

отрезают заготовку от полосы;

опиливают начисто базовую плоскость *I* (рис. 123);

опиливают поверхности *1* и *2*, проверяя перпендикулярность их базовой плоскости угольником;

опиливают поверхности *3* и *4*, проверяя правильность формы угольником, а ширину шпонки — штангенциркулем;

подгоняют шпонку по канавке на валике;

опиливают плоскость *II*, проверяя высоту шпонки штангенциркулем.

Отделка поверхности после опиливания. Опиленные на заданный размер поверхности отделывают бархатными напильниками, абразивными брусками или шкуркой. Для удобства работы шкурку навертывают на деревянный брусок или плоский напильник. Отделку можно вести продольными, поперечными и круговыми штрихами. Насечка напильника, используемого для отделки, должна быть хорошо очищена от опилок и натерта мелом или минеральным маслом.

Распиливание, пригонка и припасовка. *Распиливание* отверстий различной формы производится после обработки всех сторон изделия и разметки поперечного сечения отверстия. Металл из середины будущего отверстия высверливают, вырубают зубилом или крейцмейселем, вырезают лобзиком. Припуск под окончательную обработку напильником нужно оставлять по возможности наименьшим. Тип применяемого напильника зависит от формы распиливаемого отверстия.

В процессе обработки углов отверстий для обеспечения минимального радиуса закругления пользуются ножовочным и трехгранным напильниками или надфилями. Рекомендуется работать напильниками, одна сторона которых не имеет насечки. Это предупреждает подрезку угла.

Распиливание обычно ведут в два приема: начерно — для получения необходимой формы и начисто — для получения заданных размеров.

Форму и размеры отверстия во время распиливания контролируют калибрами или шаблонами — выработками. Выработка представляет собой шаблон, изготовленный из листовой стали по форме и размерам поперечного сечения отверстия. К шаблону для удобства пользования приделана ручка.

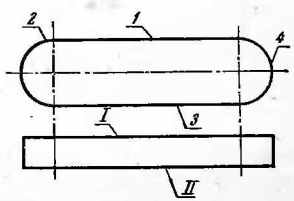


Рис. 123. Последовательность обработки шпонки.

Пригонка одной детали к другой производится обычно при сборке отремонтированных узлов машин. Особенно сложно пригонять детали, которые во время работы машины должны перемещаться одна относительно другой

(например, детали шлицевых и шпоночных соединений). Труднее всего в этом случае пригонять сопряженные углы. Пригонку ведут по краске или по следам, остающимся на соприкасающихся деталях при взаимном перемещении. Выполняя пригоночные работы, надо позаботиться об удалении заусениц.

Припасовка — самая точная из всех опиловочных операций. Суть ее состоит в том, что две детали пригоняются (припасовываются) таким образом, чтобы между ними не оставалось зазоров, в какое бы положение ни повернуть эти детали. Припасовку выполняют напильниками с самой мелкой насечкой. В необходимых случаях ее заменяют притиркой. Так изготовляют шаблоны, шарниры инструментов (кусачек, циркулей).

§ 3. Механизация опиливания

Производительность труда при опиливании может быть значительно увеличена путем применения стационарных

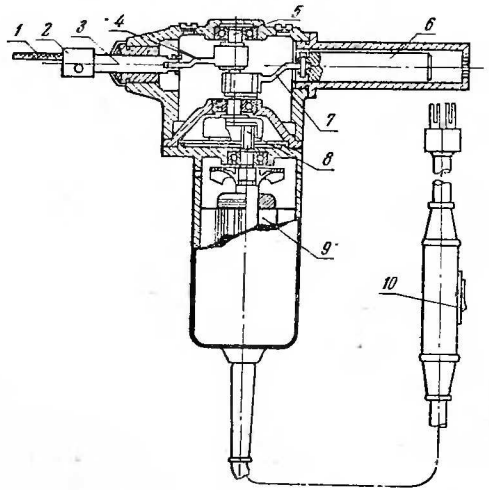


Рис. 124. Ручная опиловочная электрическая машина:

1 — напильник; *2* — головка штока; *3* — шток; *4* и *7* — шатуны; *5* — коленчатый вал; *6* — балансир; *8* — шестерни; *9* — ротор электродвигателя; *10* — включатель.

и передвижных опиловочных станков, а также электрических и пневматических ручных опиловочных машин.

Опиловочные станки выпускаются трех типов: с прямолинейным возвратно-поступательным движением инструмента — стержневого напильника; 2) с вращательным движением шпинделя и закрепленного на нем дискового напильника; 3) с гибким валом, на конце которого расположен так называемый бориапильник цилиндрической, конической, грушевидной, сферической или какой-либо другой формы.

По сравнению с ручным опиливанием применение ручных опиловочных пневматических машин повышает производительность труда в 2—3 раза, а ручных электрических машин — примерно в 5 раз. Ручная опиловочная электрическая машина показана на рисунке 124.

Вращение ротора *9* электродвигателя передается через шестерни *8* коленчатому валу *5* и далее через шатуи *4* штоку *3*. В головке 2 штока закреплен напильник *1*, совершающий вместе со штоком возвратно-поступательное движение. Плавность перемещения напильника и отсутствие вибрации достигается применением балансира *6*, получающего движение от второго шатуна. Включение электронапильника в работу производится включателем *10*.

§ 4. Техника безопасности

Чтобы избежать травм при опиливании, нужно работать исправным инструментом, обращая особое внимание на ручку напильника.

Ручка должна быть гладкой, без трещин, иначе на руке быстро появятся мозоли. Плохо насаженная ручка может соскочить с хвостовика, и напильник поранит лицо или руки работающего.

Необходимо помнить и о том, что обрабатываемое изделие следует надежно закреплять в тисках, а верстак, на котором установлены тиски, не должен качаться. Если у изделия острые кромки, то при холостом ходе напильника пальцы левой руки не должны находиться под инструментом.

Стружку, скапливающуюся на напильнике, тисках или верстаке, нельзя сдувать, удалять рукой или сжатым воздухом. Ее можно счищать только щеткой.

Глава IX. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Круглые отверстия в деталях машин изготовляют путем сверления, зенкерования и развертывания. В ремонтном производстве сверлением часто пользуются не только для изготовления отверстий, предусмотренных конструкцией машины, но и при выполнении разборочных операций, когда не удается выпрессовать деталь, имеющую слишком тугую посадку. Сверление во многих случаях производительнее рубки и резки при удалении лишнего металла с заготовок.

С помощью зенкерования и развертывания просверленным отверстиям придают более точную форму, заданные размеры и высокое качество поверхности. Особенно широко распространено в ремонтном деле развертывание. По типовой технологии ремонта восстановление большого количества цилиндрических отверстий заключается в последовательном развертывании их под новые сопряженные детали, имеющие увеличенные ремонтные размеры. Развертывание позволяет получить поверхности отверстий, обработанные по 5—1-му классам точности и 6—8-му классам чистоты.

Сверление и развертывание могут быть ручными и машинными. Для ручного сверления предназначены дрели и трещотки, а также ручные сверлильные машины. Машинное сверление, зенкерование и развертывание выполняются на сверлильных станках.

§ 1. Инструменты для сверления

Сверла, применяемые для изготовления отверстий в деталях машин, по своей конструкции и назначению подразделяются на несколько групп: спиральные, с пластинками твердых сплавов, перовые, ружейные и др. Наиболее распространены спиральные сверла.

Спиральные сверла — основной инструмент, используемый при сверлильных работах. Сверло (рис. 125, *а*) состоит из рабочей части и хвостовика. На рабочей части сделаны две спиральные канавки *1* с режущими кромками. По этим канавкам отводится стружка и подводится охлаждающая жидкость. Узкие направляющие ленточки *2*, расположенные вдоль канавок, предупреждают увод сверла в сторону во

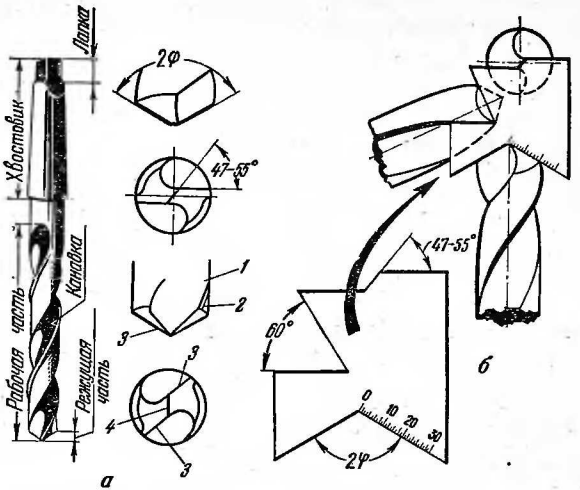


Рис. 125. Спиральное сверло (*а*) и проверка его после заточки шаблоном (*б*):

1 — спиральная канавка; *2* — направляющая ленточка; *3* — режущая кромка; *4* — перемычка.

время работы. В конце рабочей части сверла имеются две прямолинейные режущие кромки *3*, образующие угол 2φ и соединенные между собой поперечной кромкой — перемычкой *4*. Угол между направлением перемычки и режущей кромкой должен быть равен 47—50° для сверл диаметром до 12 мм и 52—55° для сверл диаметром свыше 12 мм.

Угол 2φ при вершине сверла (угол заточки) играет важную роль: с увеличением этого угла возрастает прочность сверла, но увеличивается потребное усилие подачи. Рекомендуемые значения угла 2φ при обработке различных материалов приведены в таблице 7.

Спиральные сверла изготовляют из быстрорежущей стали Р9, Р18 и стали 9ХС.

Хвостовик спирального сверла может быть цилиндрическим и коническим. Цилиндрический хвостовик (у сверл диаметром до 10 мм) служит для крепления сверла в трехкулачковом патроне (рис. 126, *а*) или другом приспособлении, предназначенном для соединения сверл со шпин-

Таблица 7

Углы заточки спиральных сверл

Обрабатываемый материал	Угол 2φ, град
Сталь и чугун средней твердости, твердая бронза	116—118
Закаленная сталь	125
Латунь, мягкая бронза	130—140
Алюминиевые сплавы, баббит	140
Медь	125—130
Эбонит	85—90
Мрамор, стекло и другие хрупкие материалы	80
Пластмассы	50—60

делем сверлильного станка. Конический хвостовик закрепляют непосредственно в шпинделе станка или в переходной втулке (рис. 126, *б*), если конус сверла не совпадает с конусом шпинделя.

У сверл диаметром 6—15,5 мм хвостовик изготовляется с конусом Морзе № 1, у сверл диаметрами 16—23,5 мм — № 2, у сверл диаметрами 23,9—38,9 мм — № 3, у сверл диаметрами 39—49,5 мм — № 4 и т. д. Лапка на конце хвостовика препятствует провертыванию сверла в шпинделе. Она служит также для выбивания сверла из шпинделя по окончании работы. Для этого в боковое отверстие шпинделя вставляют клин и ударяют по нему молотком. Клин давит на лапку, и сверло освобождается.

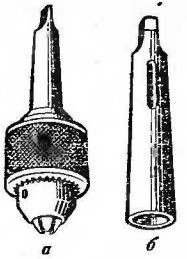
Сверла с пластинками твердых сплавов позволяют значительно увеличить скорость резания и тем самым повысить производительность труда при сверлении.

Такие сверла изготовляются с прямыми, косыми и спиральными канавками и предназначаются для обработки металлических материалов, обладающих твердостью 60—64 *HRC* (например чугуна и закаленной легированной стали), а также хрупких неметаллических материалов: стекла, мрамора, некоторых пластмасс и др. Пластинки твердых сплавов ВК8 и Т15К6 вставляются в паз, сделанный в корпусе сверла, и припаиваются медным припоем.

Перовые сверла имеют в рабочей части форму лопатки, заканчивающейся углом 116—118°. Узкие боковые грани сверла заточены с небольшим скосом. Перовые сверла употребляют для грубого сверления неглубоких отверстий.

Ружейные сверла. Ружейное сверло состоит из стальной трубки и приваренной к ней трубки из быстрорежущей стали, которая является режущей частью. По отверстиям в трубках поступает охлаждающая жидкость, которая вместе со стружкой отводится через специальную продольную канавку. Ружейные сверла применяют для сверления глубоких отверстий.

Заточка сверл. Предельный износ режущих кромок $\delta = 1—1{,}2$ мм, при котором сверло нужно затачивать, определяют по таким признакам: сверло медленно погружается в обрабатываемый материал и сильно нагревается, сверление сопровождается визжащим звуком, просверленные отверстия имеют грубую поверхность.



а *б*

Рис. 126. Приспособления для крепления сверл в шпинделе сверлильного станка:

а — трехкулачковый патрон; *б* — переходная втулка.

Сверла с затупившимися режущими кромками затачивают на универсальных и специальных заточных станках с мелкозернистым абразивным кругом. Сначала затачивают заднюю поверхность главной режущей кромки, затем заднюю поверхность вспомогательной режущей кромки, после этого подтачивают перемычку. Вручную затачивают спиральные сверла диаметром до 12 мм.

Сверла большего диаметра затачивают на станке с помощью специального приспособления. Заточка должна сопровождаться обильным охлаждением. Заточенное сверло доводят абразивными брусками, удаляя заусенцы.

В процессе заточки контролируют шаблоном длину режущих кромок, их наклон, угол при вершине сверла и угол заточки задней поверхности, расположенной за режущей кромкой (рис. 125, *б*). Режущие кромки должны иметь одинаковую длину и один и тот же наклон, иначе сверло во время работы будет уводить в сторону.

У сверл диаметром более 12 мм очень часто после заточки подтачивают с обеих сторон перемычку, уменьшая ее длину до 50%. Подточку производят на 5—15 мм по высоте сверла. Это снижает потребное усилие подачи на 25% и увеличивает долговечность сверла. Иногда подтачивают на длине 2—3 мм и направляющие ленточки, что улучшает условия резания благодаря уменьшению трения.

На ряде ремонтных предприятий широко практикуют двойную заточку сверл, дополнительно затачивая их под углом 70° на ширине, равной 0,2 диаметра сверла. При

этом получаются четыре режущие кромки. Общая длина режущих кромок возрастает, способствуя улучшению условий работы и увеличению долговечности сверла.

Допустимое стачивание сверл при заточке составляет: у спиральных сверл (0,6—0,8) l_0, где l_0 — длина режущей части; у сверл, оснащенных пластинками твердых сплавов,— 0,6l, где l — длина пластинки. За одну переточку спиральное сверло стачивают на 1,1—2 мм, твердосплавное — на 0,4—0,7 мм.

При выборе сверл необходимо учитывать, что диаметр просверленного отверстия всегда будет несколько больше диаметра сверла вследствие его биения: в среднем при диаметре сверла 5 мм отверстие получается диаметром 5,08 мм, при диаметре сверла 10 мм — 10,12 мм, при диаметре сверла 25 мм — 25,2 мм и т. д.

§ 2. Сверлильные станки

Назначение и устройство. На сверлильных станках можно не только сверлить отверстия в сплошном материале, но и рассверливать, зенкеровать и развертывать цилиндрические и конические поверхности, подрезать торцы, нарезать внутреннюю резьбу, а также выполнять ряд специальных работ, как, например, растачивание цилиндров автотракторных двигателей, шлифование уплотнительных колец ходовой части тракторов и т. д.

В ремонтных мастерских широкое распространение находят одношпиндельные настольно-сверлильные (табл. 8) и вертикально-сверлильные (табл. 9) станки. Значительно реже применяют радиально-сверлильные станки, предназначенные для обработки крупногабаритных массивных изделий, и высокопроизводительные многошпиндельные станки, используемые на заводах с массовым производством деталей.

На рисунке 127 показан настольно-сверлильный станок НС12А, предназначенный для сверления в мелких деталях отверстий диаметром до 12 мм. Основанием станка служит плита *1*. На ней устанавливается обрабатываемое изделие. В кронштейне *2* плиты укреплена колонна *6*, по которой при вращении рукоятки *10* перемещается шпиндельная бабка *8*. Приводной электродвигатель *3* соединен со шпиндельной бабкой через подмоторную плиту *4*. Вращение от двигателя передается шпинделю *9* клиноременной передачей *5*.

Таблица 8

Техническая характеристика настольно-сверлильных станков

Показатели	Марка станка	
	2А106	НС12А
Наибольший диаметр сверления, мм	6	12
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	100	70
Вылет шпинделя, мм	125	175
Размеры рабочей поверхности плиты, мм:		
длина	200	300
ширина	200	250
Расстояние от торца шпинделя до плиты, мм:		
наибольшее	200	420
наименьшее	25	20
Конус Морзе для крепления инструмента	1*а* (укороченный)	2*b* (укороченный)
Число скоростей шпинделя	6	5
Частота вращения шпинделя, об/мин	1545—15 000	450—4500
Мощность электродвигателя, кВт	0,6	0,5
Габаритные размеры станка, мм:		
длина	600	670
ширина	350	360
высота	650	700
Масса станка, кг	73	100

Для изменения частоты вращения шпинделя переставляют клиновидный ремень на ступенчатых шкивах двигателя и шпиндельной бабки. Ручная подача шпинделя осуществляется рукояткой *7*. Электродвигатель имеет устройство для изменения направления вращения. Станок снабжен линейкой для измерения глубины сверления.

У вертикально-сверлильного станка 2Н118 (рис. 128), предназначенного для сверления, зенкерования, развертывания отверстий и нарезания резьбы, узлы и механизмы смонтированы на станине *6*. К верхней части станины прикреплен электродвигатель *4*, от которого через коробку скоростей получает вращение шпиндель *2*. В шпиндельной головке *3* находится также коробка подач. Ручная подача инструмента осуществляется рукояткой *5*. Станок можно включать и на автоматическую подачу. Девять скоростей и шесть подач позволяют выбирать наиболее рациональный режим резания.

Изделие закрепляют на столе *1*, имеющем ⊥-образные канавки, в которые пропускают головки болтов крепления

Таблица 9

Техническая характеристика одношпиндельных вертикально-сверлильных станков

Показатели	Марка станка				
	2Н118	2А125	2А135	2А150	2170
Наибольший диаметр сверления, мм	18	25	35	50	75
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	150	175	225	300	—
Наибольшее перемещение шпиндельной головки, мм	300	200	200	250	500
Наибольшее перемещение рабочего стола, мм	435	325	325	325	350
Вылет шпинделя, мм	200	250	300	350	400
Размеры рабочего стола, мм:					
длина	320	375	450	500	600
ширина	360	500	500	600	750
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочего стола, мм	650	700	750	800	850
Конус Морзе для крепления инструмента	2	3	4	5	6
Число скоростей шпинделя	9	9	9	12	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	180—2800	97—1360	68—1100	32—1400	22—1018
Число подач шпинделя	6	9	11	9	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1—0,56	0,1—0,81	0,115—1,6	0,12—2,64	0,15—3,2
Мощность приводного электродвигателя, кВт	1,7	2,8	4,5	7	10
Габаритные размеры станка, мм:					
длина	870	980	1240	1550	1630
ширина	590	825	810	1065	1220
высота	2080	2300	2500	2865	3230
Масса станка, кг	450	870	1300	2250	3600

установочных приспособлений. Стол можно перемещать вверх и вниз на расстояние 435 мм. В нижней части станины установлен насос *8*, подающий охлаждающую жидкость через трубку *7*.

Режим резания. При работе на сверлильном станке важно правильно выбрать режим резания, т. е. определить скорость резания и подачу сверла.

Скорость резания v м/мин (линейная скорость режущей кромки на диаметре сверла) выражается формулой

$$v = \frac{\pi d n}{1000},$$

где d — диаметр сверла в мм;

n — частота вращения сверла в об/мин.

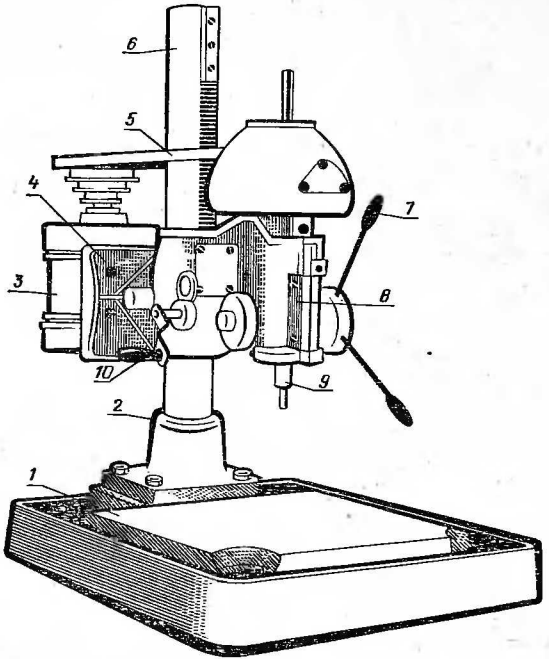


Рис. 127. Настольно-сверлильный станок НС12А:

1 — плита; *2* — кронштейн; *3* — электродвигатель; *4* — подмоторная плита; *5* — клиноременная передача; *6* — колонна; *7* — рукоятка ручной подачи шпинделя; *8* — шпиндельная бабка; *9* — шпиндель; *10* — рукоятка перемещения шпиндельной бабки.

Подача сверла s_o обычно задается в мм на 1 оборот шпинделя.

При выборе режима резания нужно учитывать следующее. Увеличение скорости резания и подачи повышает производительность труда, но уменьшает долговечность сверла, сокращая время его работы до очередной заточки. С учетом этих факторов разработаны специальные таблицы, в которых указаны наиболее выгодные сочетания значений скорости резания (v) и подачи (s_o) в зависимости от диаметра и материала сверла, а также от обрабатываемого материала и глубины сверления.

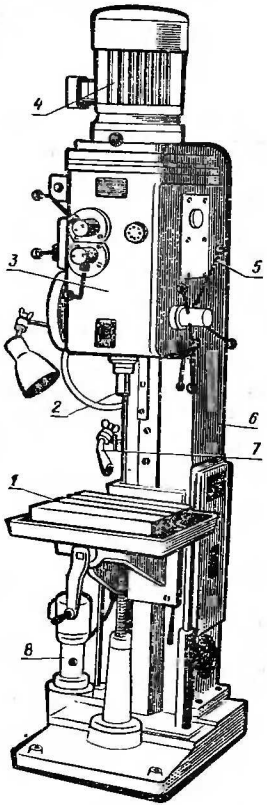


Рис. 128. Вертикально-сверлильный станок 2Н118:

1 — рабочий стол; *2* — шпиндель; *3* — шпиндельная головка; *4* — приводной электродвигатель; *5* — рукоятка ручной подачи шпинделя; *6* — станина; *7* — трубка подачи охлаждающей жидкости; *8* — насос.

Установив по таблицам наиболее выгодные значения скорости резания и подачи для заданных условий работы, определяют необходимую частоту вращения шпинделя и настраивают станок.

Чтобы повысить стойкость сверл и качество сверления, применяют охлаждающие жидкости: при обработке стали — мыльную эмульсию или смесь минерального и жирных масел, чугуна и алюминия — мыльную эмульсию, жаропрочной стали — водный раствор хлористого бария с добавкой 1%-ного нитрита натрия. Пластмассы сверлят «всухую», а сверла охлаждают сжатым воздухом.

При обработке пластмасс необходимо пользоваться только острозаточенным инструментом и не снижать установленную подачу. Под выходную сторону пластмассового изделия рекомендуется подкладывать металлическую опору, чтобы предупредить крошение материала.

§ 3. Установка изделий на станке

Перед установкой изделий для сверления стол станка поднимают или опускают в необходимое положение, соответствующее размеру обрабатываемого изделия. Стол должен быть очищен от стружки и чисто вытерт. Стружка и грязь могут привести к перекосу изделия. При сверлении отверстий до 10 мм изделие массой свыше 10 кг устанавливают на столе станка без закрепления. Легкие

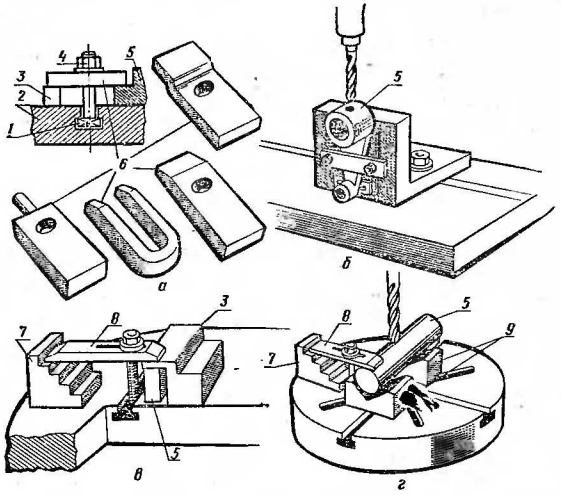


Рис. 129. Приспособления для установки обрабатываемых изделий на столе сверлильного станка:

а — прихваты; *б* — угольник; *в* и *г* — ступенчатые опоры; *1* — зажимной болт; *2* — стол; *3* — упор; *4* — гайка; *5* — обрабатываемое изделие; *6* — прихваты; *7* — ступенчатая опора; *8* — прижим; *9* — призмы.

изделия прикрепляют непосредственно к столу прихватами (рис. 129, *а*) и болтами, используя для этого ⊥-образные канавки стола, или устанавливают в специальных приспособлениях.

К этим приспособлениям относятся машинные тиски, угольники, ступенчатые опоры, упоры, призмы, кондукторы, базовые плиты и др.

Машинные тиски могут иметь различную конструкцию (см., например, рис. 7, *б*). Важно, чтобы в их основании были отверстия, в которые пропускают стержни болтов, закрепленных головками в ⊥-образных пазах стола сверлильного станка.

Угольники (рис. 129, *б*) служат для установки на столе станка обрабатываемых изделий небольших размеров. Полки угольника имеют продолговатые отверстия для крепления изделий к угольнику и самого угольника к столу. Изделия закрепляют с помощью планок и прихватов.

Существуют конструкции угольников с шарнирным соединением полок, позволяющие располагать изделие под разными углами к столу.

Ступенчатые опоры *7* (рис. 129, *в* и *г*) применяют в комбинациях с упорами *3* и призмами *9*. В том и другом случаях обрабатываемое изделие *5* закрепляют с помощью прижимов *8*.

Кондукторы (см. рис. 131) используют тогда, когда обрабатывается много одинаковых изделий или требуется повышенная точность расположения отверстий. Кондукторы делают накладными или коробчатыми. Накладной кондуктор располагают поверх изделия, которое закреплено на столе станка, и крепят к изделию винтами или прижимами. При использовании коробчатого кондуктора изделие помещают внутрь него, закрывают сверху крышкой с направляющими втулками для прохода сверла, а затем кондуктор укрепляют на столе станка.

Для механизации закрепления изделий все шире применяют электрические, пневматические, гидравлические зажимы, используют электромагнитные плиты.

§ 4. Приемы сверления отверстий на станке

Отверстии сверлят по разметке или по кондуктору. В ремонтном производстве чаще приходится сверлить отверстия по разметке. В этом случае включают станок и подводят сверло к изделию медленно и плавно, чтобы его вершина совпала с центром керна. После этого, пользуясь ручной подачей, слегка углубляют сверло в изделие. Затем отводят сверло и проверяют, не отклоняется ли центр сделанного углубления от размеченного центра отверстия (рис. 130).

Для устранения замеченного отклонения прорубают крейцмейселем небольшие канавки, как показано на рисунке 130. Еще раз сделав углубление сверлом и убедившись в правильном расположении центра отверстия, продолжают сверлить до конца.

Сверление по кондуктору гораздо производительнее, так как не требует времени ни на разметку, ни на проверку совпадения осей сверла и отверстия.

На рисунке 131, *а* показан накладной кондуктор для сверления отверстий в швеллерах рамы трактора ДТ-54. Плиту *1* кондуктора устанавливают таким образом, чтобы упорная пластина *2* опиралась на торец швеллера, а цилиндрический выступ прижимного диска *7* входил в отверстие на боковой поверхности швеллера. Кондуктор закрепляют на швеллере при помощи болта *3* с прижимным диском *7*, шайбы *5* и гайки *4*. После этого сверлят отверстия через направляющие втулки *6*.

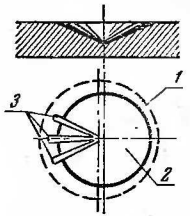


Рис. 130. Исправление неправильно засверленного отверстия:

1 — контур правильного отверстия; *2* — след сверла, уведенного в сторону; *3* — канавки, прорубленные с целью смещения сверла к центру.

Коробчатый кондуктор для сверления отверстий во втулке, используемый при ремонте вала отбора мощности трактора «Беларусь», изображен на рисунке 131, *б*. Втулку *11* помещают в корпус *8* кондуктора, закрепляют в нем болтами *9* и навинчивают на кондуктор крышку *10*. Просверлив 14 отверстий во втулке, рассверливают или растачивают на том же станке и в том же кондукторе центральное отверстие во втулке с диаметра 30 мм до диаметра 44 мм. Кондуктор зажимают в патроне токарного станка, установленном на столе сверлильного станка.

При выполнении ремонтных операций чаще всего возникает необходимость сверлить *сквозные отверстия*. До начала сверления проверяют установку изделия на столе станка: ось сверла должна быть направлена перпендикулярно к поверхности изделия; если под изделием нет подкладки с вырезом для выхода сверла, то ось изготовляемого отверстия должна проходить через одно из отверстий в столе станка. В конце сверления подачу уменьшают. Если этого не сделать, сверло может заклиниться и сломаться.

Отверстия в одинаковых тонких деталях сверлят «пакетом», то есть сразу в нескольких скрепленных между собой деталях.

Неполные отверстия сверлят следующим образом. Если на краю детали нужно сделать полуотверстие, то две детали соединяют вместе и просверливают полуотверстия сразу в обеих деталях за один проход. Если же обрабатывается только одна деталь или контур отверстия отличается от полуокружности, то и в этом случае сверлят полное отверстие, используя вместо второй детали прокладку из того же материала.

Сверление *глухих отверстий* отличается некоторыми особенностями. При работе на сверлильных станках, где

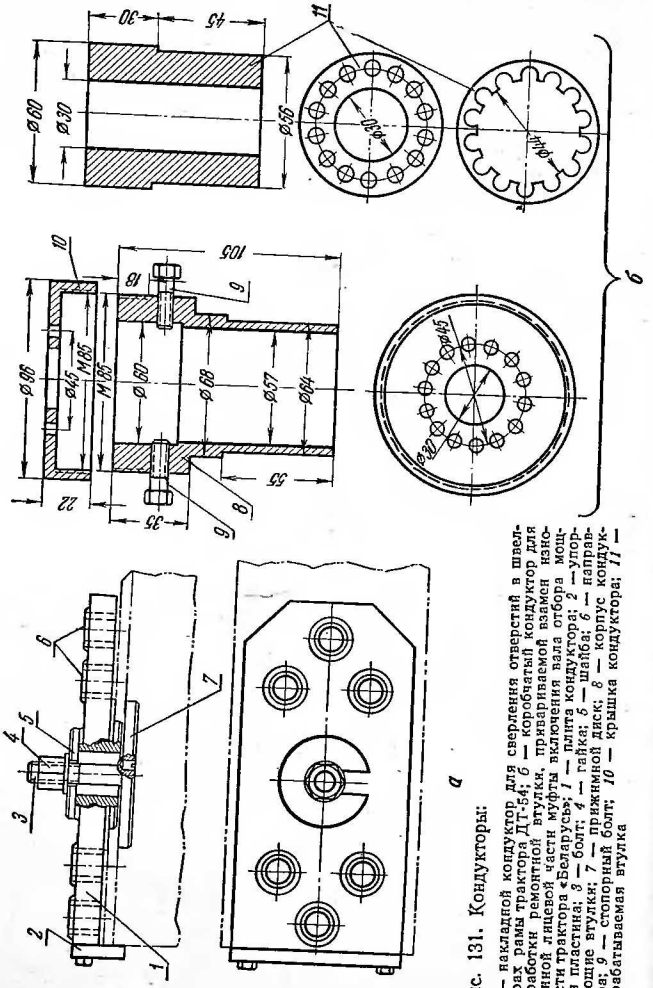


Рис. 131. Кондукторы:

а — накладной кондуктор для сверления отверстий в шлемерах рамы трактора ДТ-54; *б* — коробчатый кондуктор для обработки ремонтной втулки, призваемой взамен изношенной лицевой части муфты включения зала отбора мощности трактора «Беларусь»; *1* — плита кондуктора; *2* — упоряющие втулки; *3* — болт; *4* — гайка; *5* — шайба; *6* — направтора; *9* — стопорный болт; *10* — крышка кондуктора; *11* — обрабатываемая втулка

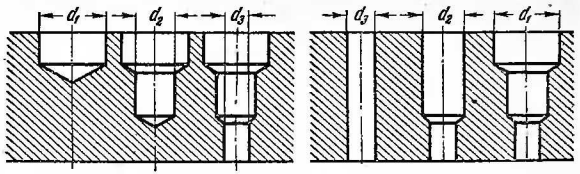


Рис. 132. Два способа сверления отверстия с уступами.

есть нониусные линейки или специальные упоры, останавливающие станок в момент достижения заданной глубины сверления, не приходится сталкиваться с трудностями определения глубины просверленного отверстия. В остальных случаях, чтобы избежать лишних измерений, наносят карандашом или мелом отметку на сверле, соответствующую глубине сверления, либо закрепляют на сверле упорную втулку, ограничивающую его подачу после углубления на заданный размер.

Отверстия с уступами можно сверлить двумя способами, показанными на рисунке 132. В первом случае, когда сверление начинают с большего диаметра d_1 и кончают меньшим диаметром d_3, легче измерить глубину отдельных уступов, так как глубиномер упирается в дно отверстия, поэтому этот способ предпочтительнее.

Отверстия под резьбу сверлят так же, как сквозные и глухие отверстия. Важно лишь правильно подобрать сверло (см. стр. 171—172).

Сверление *отверстий большого диаметра* выполняют путем рассверливания отверстий, просверленных сверлом меньшего диаметра. При этом сверлить отверстия, полученные отливкой или штамповкой, можно только в том случае, если центр отверстия точно совпадает с осью сверла, иначе его «уведет» в сторону.

При сверлении *отверстий под развертывание* нельзя оставлять большой припуск, иначе в процессе развертывания форма отверстия получится искаженной, а развертка может сломаться. На развертывание рекомендуется оставлять такие припуски по диаметру отверстия:

при диаметре	3—6 мм	—0,2 мм
» »	6—18 »	—0,3 »
» »	18—30 »	—0,4 »
» »	30—50 »	—0,5 »

Сверление нескольких *рядом расположенных отверстий* сопряжено с опасностью разрыва перемычки между отверстиями и увода сверла в сторону. Во избежание этого в просверленное отверстие целесообразно вставлять цилиндрический стержень и тогда уже сверлить соседнее отверстие.

По окончании работы нужно тщательно очищать стол станка. Оставшаяся на столе после сверления стружка может затем попасть под обрабатываемое изделие, и отверстия в нем будут просверлены с перекосом. Если изделие при сверлении удерживают рукой, то после изготовления в нем очередного отверстия следует зачистить заусенцы, образовавшиеся в месте выхода сверла, чтобы следующее отверстие не получилось перекошенным. В этом случае необходимо очищать стол от стружки после обработки каждого отверстия.

§ 5. Сверление ручными инструментами и машинами

Ручными инструментами — коловоротами, дрелями и трещотками — просверливают отверстия непосредственно на рабочих местах, в том числе и на месте сборки машины.

Ручные дрели, используемые для сверления отверстий диаметром до 10 мм, могут быть одно- и двухскоростные. На рисунке 133, *а* показана двухскоростная дрель. Шпиндель *1* этой дрели соединен с малой конической шестерней *8*, которая сцеплена с большой конической шестерней *3*.

Если вращать вал *2* шестерни *3* рукояткой (на рисунке показана пунктиром), то шпиндель будет вращаться с небольшой частотой. Если же с помощью рукоятки *5* ввести в действие дополнительно цилиндрические шестерни *6* и *7*, частота вращения шпинделя увеличится. Упор *4* служит для передачи осевого усилия на сверло. Это усилие создается рукой работающего или его грудью.

Трещотки (рис. 133, *б*) применяют для сверления сравнительно больших отверстий только в труднодоступных местах, где нельзя использовать ручную дрель или сверлильную машину. Внедрение угловых насадок к ручным сверлильным машинам полностью устранит надобность в этом инструменте.

Трещоткой можно сверлить отверстия диаметром до 20—25 мм. На верхний конец шпинделя *10* трещотки навернута гайка *12* с острым выступом *13*. С помощью этой гайки трещотку устанавливают между обрабатываемой

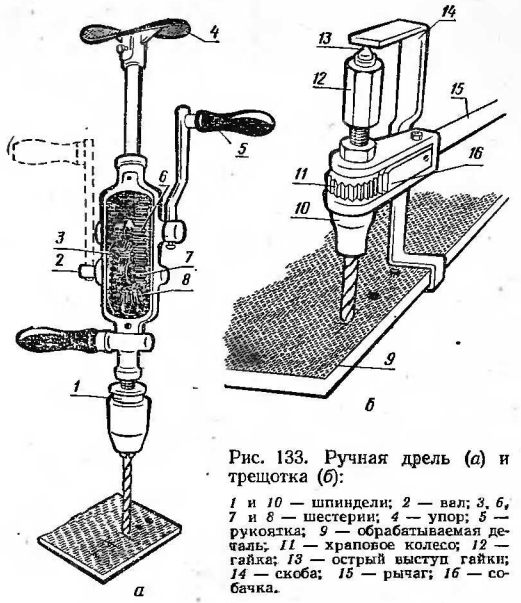


Рис. 133. Ручная дрель (*а*) и трещотка (*б*):

1 и *10* — шпиндели; *2* — вал; *3*, *6*, *7* и *8* — шестерни; *4* — упор; *5* — рукоятка; *9* — обрабатываемая деталь; *11* — храповое колесо; *12* — гайка; *13* — острый выступ гайки; *14* — скоба; *15* — рычаг; *16* — собачка.

деталью *9* и скобой *14*. На шпинделе закреплено храповое колесо *11*, а на рычаге *15* — собачка *16*. Когда рычаг поворачивают по часовой стрелке, собачка упирается в зуб храпового колеса и вращает шпиндель. При повороте рычага против часовой стрелки собачка скользит по храповому колесу, а шпиндель остается неподвижным. Поэтому сверло всегда вращается в одну сторону.

Ручные сверлильные машины (рис. 134) с встроенным электродвигателем выпускаются разных типов: по мощности — легкие (для сверл диаметром до 8—9 мм), средние (для сверл диаметром до 15 мм) и тяжелые (для сверл диаметром до 30 мм); по форме — прямые, угловые, с рукояткой или грудным упором на конце, с двумя рукоятками посредине корпуса машины, в виде пистолета и т. п.

Ручные сверлильные машины с пневмодвигателем, имеющие меньшие габариты, чем электрические, обладают еще одним преимуществом: они позволяют плавно регули-

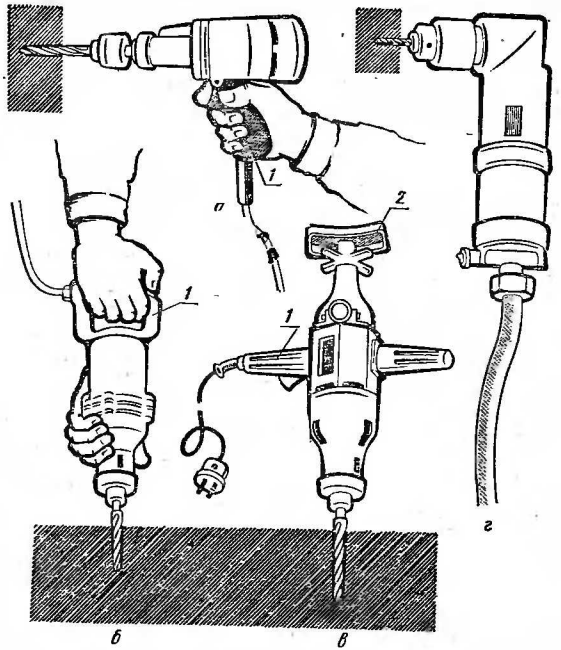


Рис. 134. Ручные электрические сверлильные машины разных типов:

а — легкая; *б* — средняя; *в* — тяжелая; *г* — угловая; *1* — рукоятка; *2* — грудной упор.

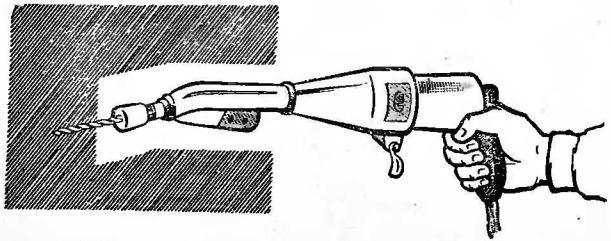


Рис. 135. Ручная пневматическая сверлильная машина с угловой насадкой.

ровать частоту вращения шпинделя и автоматически останавливаются при перегрузке.

Ручные электрические и пневматические машины можно использовать не только для сверления, но и для механизации других слесарных работ: зачистки, шлифования и полирования деталей, развертывания отверстий, нарезания резьбы. Специальные насадки к сверлильным машинам позволяют изготовлять глубокие и труднодоступные отверстия, расположенные под углом к оси электро- или пневмоинструмента (рис. 135).

§ 6. Зенкерование и зенкование

Зенкерование применяют с целью повышения класса точности и класса чистоты поверхности отверстий, полученных в результате отливки или сверления. Инструменты для зенкерования — *зенкеры* (рис. 136, *а*) — в отличие от сверл имеют бо́льшее число зубьев — три или четыре. Благодаря этому они хорошо сохраняют заданное направление движения и обеспечивают точность обработки в пределах 4—5-го классов и шероховатость поверхности в пределах 4—6-го классов чистоты. Под зенкерование оставляют следующий припуск: при диаметре отверстий от 5 до 24 мм — 1 мм, от 25 до 35 мм — 1,5 мм, от 36 до 45 мм — 2 мм, от 56 до 60 мм — 3 мм.

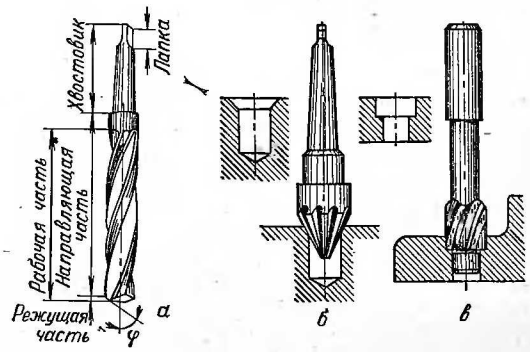


Рис. 136. Инструменты для зенкерования и зенкования:

а — зенкер; *б* — коническая зенковка; *в* — цилиндрическая зенковка

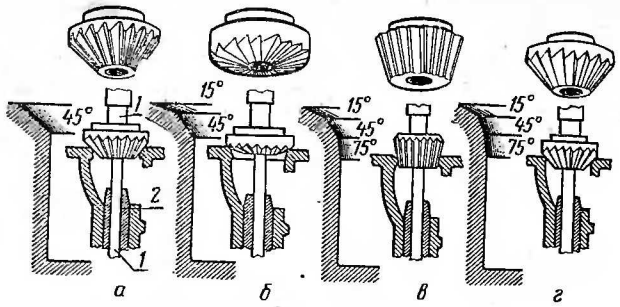


Рис. 137. Последовательность обработки клапанных гнезд: *а* — черновой зенковкой с углом φ = 45°; *б* — зенковкой с углом φ = 75°; *в* — зенковкой с углом φ = 15°; *г* — чистовой зенковкой с углом φ = 45°; *1* — оправка; *2* — направляющая втулка клапана.

Зенкование — операция, с помощью которой убирают заусенцы, снимают фаски на выходной части отверстий или делают углубления под шайбы, головки винтов, болтов и заклепок. В зависимости от требуемой формы углубления рабочая часть режущего инструмента — *зенковки* (рис. 136, *б* и *в*) — может быть конической либо цилиндрической.

В ремонтной практике с зенкованием приходится часто встречаться при обработке изношенных клапанных гнезд тракторных двигателей. Для этой цели применяют комплект из четырех зенковок (шарошек) с углом φ = 15, 45 и 75° (рис. 137).

§ 7. Развертывание отверстий

Отверстия развертывают в тех случаях, когда требуется получить высокую точность обработки (до 1-го класса точности включительно). Так, например, втулки распределительного вала трактора развертывают по 3-му классу точности (с допустимыми отклонениями 60 мкм), верхнюю головку шатуна развертывают под запрессовку втулок по 2-му классу точности (с допустимыми отклонениями 30 мкм). Разверткой снимают слой металла толщиной в несколько десятых долей миллиметра.

Развертки бывают черновыми, промежуточными и чистовыми. Они отличаются от сверл и зенкеров увеличенным

числом зубьев (у чистовых разверток обычно насчитывается от 6 до 14 зубьев).

Под черновое развертывание отверстий диаметром до 6 мм оставляют припуск 0,1 мм, отверстий диаметром 6—12 мм — 0,15 мм, отверстий диаметром свыше 12 мм — 0,3 мм.

Припуск под чистовое развертывание должен быть в 3—5 раз меньше.

Конструкция ручной развертки показана на рисунке 138, *а* и *в*. Рабочая часть инструмента делится на заборную и калибрующую. Зубья заборной части, имеющей форму усеченного конуса, остро заточены и служат для снятия стружки. У зубьев калибрующей части сохранена по диаметру узкая ленточка толщиной 0,3—0,5 мм. Калибрующая часть предназначена для заглаживания поверхности обрабатываемого отверстия.

Между зубьями развертки расположены канавки, по которым отводится стружка. Хвостовик заканчивается головкой, обработанной на квадрат.

Во время работы головку вставляют в квадратное отверстие воротка и закрепляют стопорными винтами.

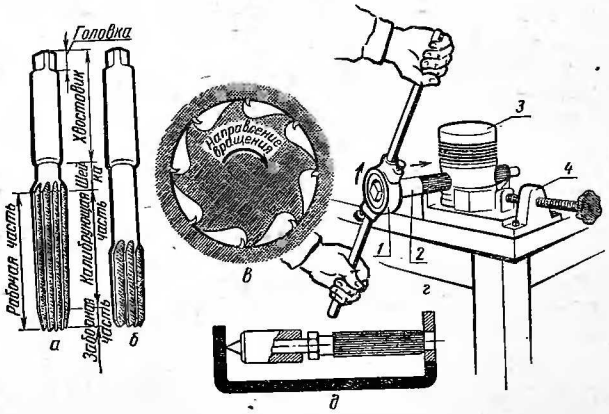


Рис. 138. Развертывание отверстий:

а — ручная развертка; *б* — машинная развертка; *в* — сечение развертки по заборной части; *г* — развертывание отверстий под поршневой палец; *д* — приспособление для развертывания труднодоступных отверстий; *1* — вороток; *2* — развертка; *3* — поршень; *4* — специальные тиски.

Машинные развертки (рис. 138, *б*) отличаются от ручных в основном уменьшенной длиной рабочей части и увеличенной шейкой. Хвостовики машинных разверток могут быть цилиндрическими и коническими. Их закрепляют в шпинделе станка так же, как и хвостовики сверл.

Для некоторых ремонтных работ применяют регулируемые раздвижные развертки с вставными ножами, которыми обрабатывают отверстия разных диаметров.

В процессе ручного развертывания надо следить за тем, чтобы ось инструмента совпадала с осью отверстия. В начале работы инструмент не следует держать за концы воротка. Правой рукой нужно нажимать на развертку вдоль ее оси, а левой сообщать ей вращательное движение.

После того как развертка войдет в отверстие своей калибрующей частью, держать инструмент надо за концы воротка, вращая развертку по часовой стрелке и одновременно надавливая на нее вдоль оси (рис. 138, *г*).

Время от времени развертку следует вынимать, чтобы удалить скопившуюся стружку. При этом, а также по окончании работы развертку вынимают, осторожно продолжая вращать ее в ту же сторону. Поворачивать ее в обратном направлении ни в коем случае нельзя.

Для развертывания труднодоступных отверстий можно воспользоваться разверткой, показанной на рисунке 138, *д*. Если такую развертку вращать гаечным ключом, острый выступ в ее левой части упирается в изделие, а развертка врезается в отверстие.

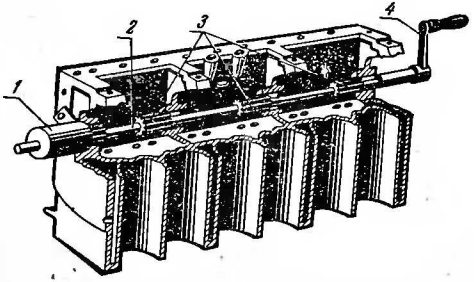


Рис. 139. Развертывание втулок подшипников распределительного вала автомобильного двигателя:

1 — установочная втулка; *2* — скалка; *3* — развертки; *4* — рукоятка.

При ремонте тракторов и автомобилей приходится развертывать ряд расположенных одно за другим соосных отверстий (рис. 139). В этом случае несколько разверток *3*, помещенных на общей скалке *2*, вращают рукояткой *4*. Скалку центрируют с помощью установочной втулки *1*. Во втулке имеется отверстие с резьбой, в которое ввертывается нарезной конец скалки, благодаря чему скалка с комплектом разверток получает продольное перемещение.

Во избежание «разбивки» отверстия и защемления в нем развертки чугунные и стальные детали обрабатывают, смазывая инструмент минеральным маслом, детали из цветных металлов (кроме бронзовых и латунных) обрабатывают, смазывая развертку специальной эмульсией. Отверстия в бронзовых и латунных деталях можно развертывать без смазки.

Предельные значения износа режущих кромок, требующие отправки разверток на переточку, составляют $\delta =$ $= 0{,}6—0{,}8$ мм. Допустимое стачивание разверток при заточке — $0{,}6—0{,}7\ l_0$, где l_0 — длина калибрующей части.

§ 8. Техника безопасности

При работе на сверлильных станках необходимо уделять самое серьезное внимание закреплению изделий на столе станка. Мелкие изделия допускается удерживать ручными тисочками, но их ни в коем случае нельзя держать руками.

Перед пуском станка нужно убедиться в том, что в сверлильном патроне не остался ключ, с помощью которого закреплялся инструмент.

Отломанные части сверл, зенкеров, разверток можно извлекать только специальными приспособлениями. При смене сверлильного патрона или инструмента рекомендуется помещать на стол станка под шпиндель деревянную подкладку. Работать на станке в рукавицах не разрешается.

Сверлильный станок должен быть остановлен при обнаружении каких-либо неисправностей, смене инструмента, смазке узлов механизмов, уборке стружки, а также, если работающий уходит от станка хотя бы на самое короткое время.

При работе с ручными электрическими сверлильными машинами необходимо соблюдать такие меры предосторожности.

Высверливая отверстия в деталях из чугуна, бронзы и других хрупких материалов, надо работать в защитных очках.

Во избежание поражения электрическим током под ноги следует подложить резиновый коврик, а на руки надеть резиновые перчатки. Корпус сверлильной машины должен быть надежно заземлен.

Сверло, закрепленное в патроне, не должно иметь люфта и биения. Сверло можно вставлять в патрон только при выключенной сверлильной машине. Перед выключением машины сверло нужно вынуть из обрабатываемого изделия.

Глава X. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

§ 1. Виды резьб

Детали, составляющие резьбовое соединение (винт—гайка), могут иметь резьбу различного профиля. Прямоугольная, трапециевидная и упорная резьбы встречаются главным образом в механизмах металлорежущих станков, прессов и другого оборудования. Большинство резьбовых соединений, применяемых в автотракторном и сельскохозяйственном машиностроении, имеют резьбу треугольного профиля. По действующим в настоящее время стандартам треугольная резьба подразделяется на метрическую (крепежную) и трубную.

Метрическая резьба. Профиль и условные обозначения основных параметров метрической резьбы показаны на рисунке 140. К основным параметрам резьбы относятся наружный, внутренний и средний диаметры, шаг и угол профиля.

Наружный диаметр резьбы d — это диаметр воображаемого 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.

Каждый из этих диаметров (наружный или внутренний) является общим и для винта и для гайки.

Средний диаметр резьбы d_2 — это диаметр цилиндра, поверхность которого пересекает резьбовое соединение двух деталей (винта и гайки) в таких местах, где ширина выступов и ширина впадин равны между собой.

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 угол $\alpha = 60°$.

Высота теоретической резьбы, образованной путем продолжения боковых сторон витков до пересечения, — $H = 0{,}86603S$. Рабочая высота профиля $h = 0{,}5412\,5H$.

Размеры метрической резьбы зависят от шага. По этому признаку различают резьбу с крупным и мелкими шагами. На чертежах и в технической литературе резьбу с крупным

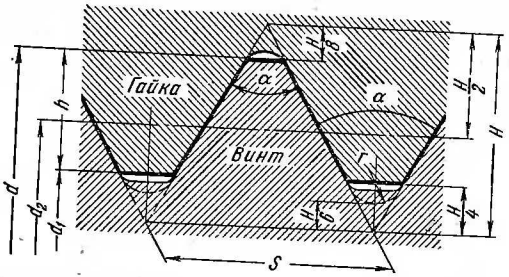


Рис. 140. Профиль и основные параметры метрической резьбы.

шагом обозначают буквой М и цифрами, выражающими значение наружного диаметра d в миллиметрах: М6, М12, М24 и т. д. Резьбу с мелкими шагами обозначают буквой М, наружным диаметром d в миллиметрах и шагом в миллиметрах, проставляемым после знака ×: М6 × 0,6; М12 × 1,5; М24 × 2 и т. д.

Приведенный на рисунке 140 профиль резьбы, соответствующий международным стандартам, введен у нас в 1958—1960 гг. Раньше метрическую резьбу выполняли с немного уменьшенным внутренним диаметром.. И сейчас еще можно встретить такую резьбу. По прежнему стандарту ее подразделяли на основную и пять мелких.

Основную резьбу обозначали так же, как в настоящее время обозначают резьбу с крупным шагом. У первой мелкой резьбы перед буквой М ставили цифру 1, у второй мелкой — 2 и т. д., а в конце указывали значение шага в миллиметрах. Если сейчас встретится надпись «3М36 × 1,5», то ее следует прочесть так: третья мелкая метрическая резьба диаметром 36 мм с шагом 1,5 мм.

Трубная цилиндрическая резьба имеет примерно такой же профиль, как и метрическая, но меньшие размеры, так как за условный диаметр резьбы принят внутренний диаметр стандартной трубы. Трубную резьбу нарезают не только на трубах, но и на стержнях.

Резьба может быть правой (когда витки идут слева направо и гайка навинчивается по часовой стрелке) и левой (когда витки идут справа налево и гайка навинчивается против часовой стрелки). В подавляющем большинстве случаев применяется правая резьба.

И внутреннюю и наружную резьбу можно нарезать вручную и на станках — резьбонарезных, сверлильных, токарновинторезных. В ремонтных мастерских крепежную резьбу нарезают, как правило, вручную.

§ 2. Нарезание внутренней резьбы

Инструменты. Внутреннюю резьбу (в гайках) нарезают *метчиками*. Ручной метчик (рис. 141) представляет собой винт с несколькими продольными канавками, образующими на пересечении с резьбой режущие кромки. Канавки служат также для отвода стружки. Рабочая часть метчика состоит из двух частей — заборной (режущей) и калибрующей. Режущая часть скошена на конус. Цилиндрический хвостовик метчика заканчивается квадратной головкой, вставляемой в отверстие воротка. Материал метчиков — инструментальная сталь У8, У12 и Р18.

Метрическую резьбу нарезают комплектом из двух или трех метчиков (рис. 142), отличающихся один от другого длиной заборной части и наружным диаметром зубьев.

Черновой метчик снимает около 60% металла, средний — 30%, чистовой — 10%. На хвостовой части чернового метчика наносят круговую риску, среднего метчика — две риски, чистового — три риски. Там же проставляют диаметр нарезаемой резьбы.

Диаметр чернового метчика меньше диаметра резьбы на ее глубину, диаметр среднего метчика — на 0,6 глубины резьбы, диаметр и профиль чистового метчика полностью соответствуют диаметру и профилю нарезаемой резьбы.

Длина заборной части чернового метчика составляет 4—7 ниток, среднего — 3—3,5 нитки, чистового — 1,5—2 нитки.

Если резьбу нарезают двумя метчиками, то на долю чистового приходится примерно 25% снимаемого металла. Обыкновенно тремя

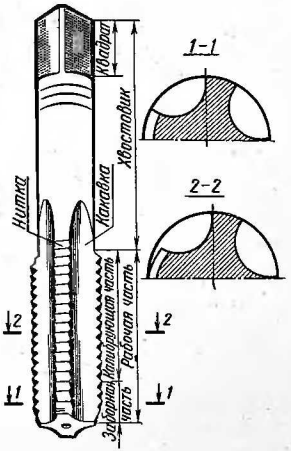


Рис. 141. Ручной метчик.

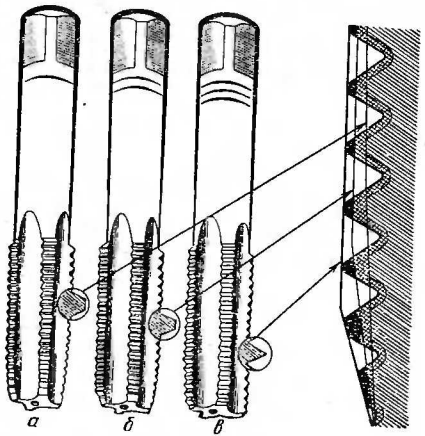


Рис. 142. Комплект метчиков:
а — черновой; *б* — средний; *в* — чистовой.

метчиками нарезают метрическую резьбу с крупным шагом, двумя — метрическую резьбу с мелкими шагами и трубную резьбу.

Кроме ручных метчиков для нарезания метрической и трубной цилиндрической резьб, существует группа специальных метчиков: плашечные и маточные — для изготовления резьбы в плашках, гаечные — для изготовления внутренней резьбы за один проход, конические — для изготовления трубной конической резьбы, машинные и машинно-ручные — для разных резьб.

Воротки для вращения метчиков бывают нерегулируемыми, регулируемыми и самовыключающимися. Нерегулируемые воротки обычно имеют несколько квадратных отверстий разного диаметра. У регулируемых воротков отверстие одно, но его размеры можно изменять с помощью передвигающегося сухарика. Наивыгоднейшая длина воротка в мм подсчитывается по формуле:

$$L = 20d + 100,$$

где d — диаметр метчика в мм.

Изготовляют воротки из стали 50.

Самовыключающиеся воротки могут отключать передачу вращения на метчик при перегрузках и тем самым

предохранять его от поломок. Это имеет особенно большое значение при нарезании резьбы в глубоких и глухих отверстиях.

В случае нарезания резьбы на станке применение *предохранительных приспособлений* обязательно. Для примера на рисунке 143 показана одна из конструкций динамометрического патрона к сверлильному станку. Этот патрон, позволяющий механизировать нарезание ходовой резьбы диаметром 10—14 мм, предупреждает поломку метчиков при перегрузке.

В корпусе *6* патрона расположена неподвижная кулачковая шайба *5*, удерживаемая двумя штифтами *12*. Она сцеплена с подвижной кулачковой шайбой *4*, надетой на квадрат стержня *1*, и прижимается к ней пружиной *3*. На корпус навинчена головка *7*, которую дополнительно крепят двумя стопорными винтами *10*. В головку вставляют сменные вкладыши *13*, закрепляя их винтами *11*. Размеры вкладышей зависят от диаметра метчика. Стержень *1* заканчивается обыкновенным коническим хвостовиком для крепления патрона в шпинделе сверлильного станка.

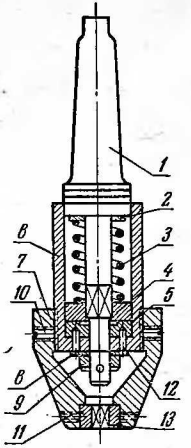


Рис. 143. Динамометрический патрон к сверлильному станку для нарезания резьбы метчиками:
1 — стержень с хвостовиком; *2* — шайба; *3* — пружина; *4* — подвижная кулачковая шайба; *5* — неподвижная кулачковая шайба; *6* — корпус патрона; *7* — головка; *8* — шайба; *9* — корончатая гайка; *10* и *11* — стопорные винты; *12* — штифт; *13* — сменные вкладыши

Для тарировки патрон закрепляют в горизонтальном положении, и с помощью рычага и груза сообщают хвостовику крутящий момент. Для нарезания резьбы диаметром 12 мм он равен 40 Н·м (4 кгс·м). При этом кулачковые шайбы должны расцепиться. Если теперь повернуть корончатую гайку *9* на один оборот и вновь сообщить хвостовику крутящий момент в 40 Н·м, то шайбы не должны выходить из зацепления. Для нарезания резьбы диаметром 10 мм пружину ослабляют, а для нарезания резьбы диаметром 14 мм — натягивают путем вращения корончатой гайки в ту или другую сторону на 1—2 оборота.

Диаметр сверла для обработки отверстия под резьбу должен быть несколько больше внутреннего диаметра

метчика. Это объясняется выдавливанием материала гайки внутрь в процессе нарезания резьбы.

Если отверстие изготовлено сверлом со слишком малым диаметром, метчик может защемиться и сломаться, а резьба будет сорвана.

Если же отверстие изготовлено сверлом со слишком большим диаметром, профиль резьбы получится неполным. Рекомендуемые значения диаметров сверл для обработки отверстий под метрическую резьбу указаны в таблице 10.

Таблица 10

Диаметры сверл для обработки отверстий под метрическую резьбу, мм

Наружный диаметр резьбы	Диаметр сверла под резьбу с шагом						
	крупным	2 мм	1,5 мм	1,25 мм	1 мм	0,75 мм	0,5 мм
3	2,5	—	—	—	—	—	—
3,5	2,9	—	—	—	—	—	—
4	3,3	—	—	—	—	—	3,5
4,5	3,8	—	—	—	—	—	4
5	4,2	—	—	—	—	—	4,5
6	5	—	—	—	—	5,2	5,5
7	6	—	—	—	—	6,2	6,5
8	6,7	—	—	—	7	7,2	7,5
9	7,7	—	—	—	8	8,2	8,5
10	8,5	—	—	8,7	9	9,2	9,5
11	9,5	—	—	—	10	10,2	10,5
12	10,2	—	10,5	10,7	11	11,2	11,5
14	12	—	12,5	12,7	13	13,2	13,5
16	14	—	14,5	—	15	15,25	15,5
18	15,4	16	16,5	—	17	17,25	17,5
20	17,4	18	18,5	—	19	19,25	19,5
22	19,4	20	20,5	—	21	21,25	21,5
24	20,9	22	22,5	—	23	23,25	—
27	23,9	25	25,5	—	26	26,25	—
30	26,4	28	28,5	—	29	29,25	—
33	29,4	31	31,5	—	32	32,3	—
36	31,9	34	34,5	—	35	—	—

Диаметр отверстия под метрическую резьбу можно также приближенно определить по формуле:

$$D = d - 1{,}6t,$$

где D — диаметр отверстия в мм;
d — диаметр нарезаемой резьбы в мм;
t — глубина резьбы (высота профиля) в мм.

Приемы нарезания резьбы метчиком. Нарезая резьбу, метчик вращают воротком последовательно на 1—$1\frac{1}{2}$ оборота в рабочем направлении и на $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ оборота в обратном направлении. Если метчик идет туго или защемляется, необходимо прекратить работу и вывернуть его из отверстия, чтобы выяснить причину, препятствующую нормальному движению инструмента.

При нарезании резьбы в глубокнх и глухих отверстиях метчик следует часто вынимать, чтобы удалить скопившуюся стружку. Глухие отверстия должны быть просверлены на такую глубину, чтобы длина нарезанной части превышала длину ввинчиваемой детали на размер заборной части метчика.

Чтобы нарезать резьбу в труднодоступном месте, где неудобно поворачивать длинный вороток, можно укрепить на квадратном конце хвостовика гайку и вращать за нее метчик торцовым гаечным ключом.

Поломанные метчики можно извлекать из отверстий несколькими способами. Если метчик выступает из отверстия, его захватывают плоскогубцами, ручными тисочками или согнутой проволокой (зацепляя ее за канавки) и вывертывают. Иногда метчик разламывают на части пробойником или после нагрева и отжига высверливают.

Для извлечения метчиков применяют также специальные оправки, имеющие на одном конце торцевые выступы по числу канавок метчика, а на другом конце — квадрат для воротка.

Наконец, можно приварить к метчику небольшую пластину, играющую роль рычага, или оправку с квадратом для ключа и с их помощью вывернуть поломанную часть метчика.

Контроль качества резьбы. Качество нарезанной резьбы лучше всего контролировать специальными резьбомерами, которые представляют собой пластинки с вырезанными на них профилями резьб. Диаметр и шаг резьбы проверяют также универсальными измерительными инструментами.

§ 3. Нарезание наружной резьбы

Инструменты. Наружную резьбу (на винтах, болтах, шпильках) нарезают *плашками*. Плашка представляет собой гайку с несколькими отверстиями, образующими на пересечении с резьбой режущие кромки. По этим отверстиям отводится стружка.

Различают цельные, разрезные и раздвижные плашки. В зависимости от формы наружной поверхности плашки бывают круглые (лерки), квадратные, шестигранные, призматические. Плашка имеет заборную (режущую) часть, скошенную на конус, и калибрующую часть. Режущая часть сделана с обоих торцов плашки, чтобы уменьшить износ инструмента.

Цельные плашки (рис. 144, *а*) благодаря своей высокой жесткости дают возможность получить резьбу высокого качества, но обладают небольшой износостойкостью.

Разрезные плашки (рис. 144, *б*) могут немного пружинить, изменяя диаметр нарезаемой резьбы на 0,1—0,3 мм. Из-за малой жесткости разрезные плашки не дают чистой и точной резьбы.

Круглые плашки закрепляют для работы в воротках (рис. 144, *в*) стопорными винтами. Для круглых разрезных плашек применяют воротки с пятью винтами, с помощью которых регулируют диаметр нарезаемой резьбы.

Раздвижные плашки (рис. 144, *г*) устанавливают в *клуппах* (рис. 144, *д*), имеющих для этой цели специальные направляющие. Плашка состоит из двух

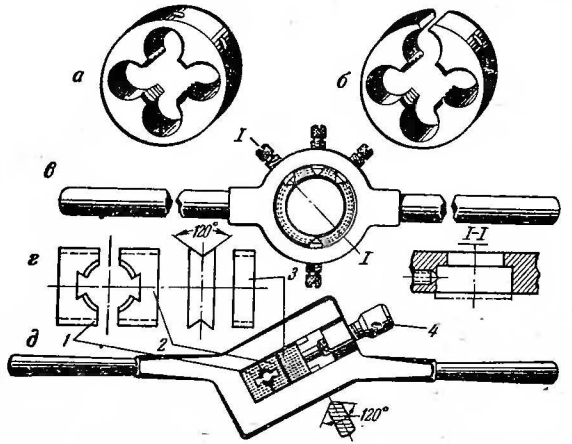


Рис. 144. Инструменты для нарезания наружной резьбы:

а — цельная плашка; *б* — разрезная плашка; *в* — вороток (леркодержатель) для круглых плашек; *г* — раздвижная плашка и сухарь; *д* — клупп; *1* и *2* — половинки плашки; *3* — сухарь; *4* — винт.

частей *1* и *2*, закрепляемых в рамке клуппа сухарем *3* и винтом *4*. Этим винтом регулируют диаметр нарезаемой резьбы. К клуппу прикладывают набор плашек, который позволяет изготовлять резьбы разных размеров.

Диаметр стержня под резьбу должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы. Это объясняется выдавливанием материала винта (болта, шпильки) наружу в процессе нарезания резьбы.

Если стержень имеет слишком большой диаметр, металл заполнит все впадины резьбы плашки, инструмент выйдет из строя, а поверхность резьбы будет испорчена. Если же стержень имеет слишком малый диаметр, профиль резьбы получится неполным. Рекомендуемые значения диаметров стержней под метрическую резьбу указаны в таблице 11.

Таблица 11

Диаметр стержней под метрическую резьбу, мм

Наружный диаметр резьбы	Диаметр стержня под резьбу		Допуск на диаметр
	с крупным шагом	с шагом 0,5—2 мм	
3	2,94	—	—0,06
3,5	3,42	—	—0,08
4	3,92	3,96	—0,08
4,5	4,42	4,46	—0,08
5	4,92	4,96	—0,08
6	5,92	5,96	—0,08
7	6,9	6,95	—0,1
8	7,9	7,95	—0,1
9	8,9	8,95	—0,1
10	9,9	9,95	—0,1
11	10,88	10,94	—0,12
12	11,88	11,94	—0,12
14	13,88	13,94	—0,12
16	15,88	15,94	—0,12
18	17,88	17,94	—0,12
20	19,86	19,93	—0,14
22	21,86	21,93	—0,14
24	23,86	23,93	—0,14
27	26,86	26,93	—0,14
30	29,86	29,93	—0,14
33	32,83	32,92	—0,17
36	35,83	35,92	—0,17

Приемы нарезания резьбы плашкой. Цельными и разрезными плашками резьбу нарезают за один проход, если ее диаметр не превышает 12 мм. При бо́льшем диаметре резьбу нарезают двумя плашками — черновой и чистовой.

Раздвижными плашками резьбу нарезают за несколько проходов, сдвигая перед каждым новым проходом половинки плашки винтом.

Вращают плашку таким же образом, как и метчик. Если стержень закрепляют в тисках, то его конец, выступающий над уровнем губок, должен быть на 20—25 мм больше длины резьбы. На конце стержня делают фаску.

§ 4. Нарезание резьбы на трубах

Наружную резьбу на трубах нарезают специальным трубным клуппом, внутреннюю резьбу — метчиками. Трубный клупп (рис. 145, *а*) состоит из корпуса *1*, планшайбы *3*, четырех плоских резьбовых плашек *2*, направляющих плашек *6*, двух рукояток *7* и механизмов для установки плашек на заданный диаметр. При вращении червяка *4*, сцепленного с зубчатым сектором *5*, происходит поворот планшайбы, и все плашки одновременно сдвигаются к центру или расходятся от него.

На корпусе клуппа имеется нониус для точной установки резьбовых плашек. Направляющие плашки не имеют резьбы и служат для придания большей устойчивости клуппу во время работы.

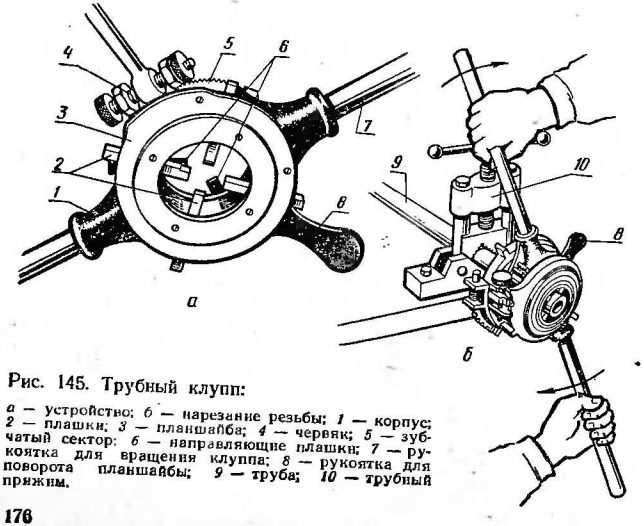


Рис. 145. Трубный клупп:

а — устройство; *б* — нарезание резьбы; *1* — корпус; *2* — плашки; *3* — планшайба; *4* — червяк; *5* — зубчатый сектор; *6* — направляющие плашки; *7* — рукоятка для вращения клуппа; *8* — рукоятка для поворота планшайбы; *9* — труба; *10* — трубный прижим.

Клупп, показанный на рисунке 145, снабжается комплектом плашек, позволяющих нарезать резьбу диаметром от $^1/_2$ до 2″. Трубу *9* (рис. 145, *б*) закрепляют в прижиме *10*, смазывают олифой, надевают на нее клупп и сближают плашки на размер одного прохода (резьбу на трубах диаметром до 1″ нарезают за два прохода, резьбу на трубах бо́льшего диаметра — за три прохода). Клупп за один прием поворачивают примерно на 90°. После очередного прохода плашки раздвигают, поворачивая рукоятку *8*, и снимают клупп с трубы.

§ 5. Смазочно-охлаждающие жидкости и пасты

Для повышения качества резьбы и износостойкости метчиков и плашек рекомендуется применять смазочно-охлаждающие жидкости: при обработке стали — льняное масло с добавкой керосина или разведенную эмульсию, при обработке чугуна — керосин, при обработке алюминиевых сплавов — керосин или эмульсию, при обработке меди, латуни и бронзы — растительное масло, скипидар или керосин. Во всех случаях надо избегать минеральных масел, отрицательно влияющих на износостойкость инструментов.

Хорошие результаты дает применение пасты, состоящей из 78% олеиновой кислоты, 17% стеариновой кислоты и 5% тонкоизмельченной серы. Серу добавляют в кислоты, смешанные при температуре 60—65 °С и охлажденные до комнатной температуры.

Резьбонарезные инструменты, покрытые этой пастой, обладают повышенной износостойкостью и позволяют с меньшими усилиями нарезать резьбу хорошего качества в стальных деталях, закаленных до твердости 38—42 *HRC*, и в деталях из алюминиевых сплавов и высоколегированных сталей.

§ 6. Восстановление резьбы

Резьба на работающих деталях тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин с течением времени изнашивается, на ней появляются забоины, рваные и смятые нитки и выкрошенные места. В практике ремонта применяют следующие способы восстановления резьбы.

Восстановление резьбы на валах. Небольшие повреждения резьбы устраняют прогонкой плашками. Резьбу с крупными дефектами перерезают на уменьшенный ремонтный размер (если позволяют прочность и конструкция вала)

или стачивают на токарном станке, а затем, после наплавки нового слоя металла, нарезают резьбу нормального размера.

Восстановление резьбы в отверстиях. Изношенную и поврежденную резьбу можно перерезать на увеличенный ремонтный размер или заглушить отверстие и нарезать нормальную резьбу в новом месте. Практикуется также нарезание резьбы в пробках, ввернутых в старое рассверленное отверстие, и постановка переходных втулок с нормальной резьбой.

Переходная втулка имеет резьбу как на внутренней, так и на наружной поверхности. Перед ввертыванием втулку смазывают суриком или белилами, а после установки раскернивают по торцу в трех-четырех местах или стопорят штифтом. Так же закрепляют и пробки.

Если старые резьбовые отверстия заглушают, то новые отверстия под резьбу лучше всего сверлить по кондуктору, чтобы сохранить прежнее их расположение.

§ 7. Механизация нарезания резьбы

Операцию нарезания резьбы на месте сборки узлов и машин, а также в крупногабаритных изделиях, которые нельзя установить на имеющийся сверлильный станок, механизируют с помощью ручных электрических и пневматических резьбонарезных машин.

По внешнему виду и устройству отдельных узлов они мало отличаются от ручных сверлильных машин, которые тоже часто используют для нарезания резьбы, оснащая их специальными насадками. Применение ручных машин в 6—10 раз производительнее ручного нарезания резьбы.

Передаточный механизм от двигателя к режущему инструменту у ручных машин обычно выполняется таким образом, чтобы медленный рабочий ход инструмента при нарезании резьбы можно было легко менять на быстрое вращение инструмента в обратном направлении.

§ 8. Техника безопасности

Нарезая резьбу ручными резьбонарезными машинами или на сверлильных станках, следует соблюдать правила, изложенные в § 8 главы IX.

При нарезании резьбы вручную нужно особенно осторожно вращать вороток, если у обрабатываемой детали имеются большие острые выступы и неровности. Стружку следует удалять щеткой или тряпкой, но не сдувать.

Глава XI. КЛЕПКА

§ 1. Виды заклепочных соединений и швов

Заклепочные соединения бывают подвижными и неподвижными. **Подвижное соединение** представляет собой шарнир, объединяющий в одно целое две детали (половинки ножниц, щипцов, циркуля и т. д.). Для обеспечения свободы относительного перемещения этих деталей заклепочное соединение имеет необходимые зазоры.

Неподвижные соединения образуются с помощью заклепочных швов. Швы бывают однорядными и многорядными, сделанными внахлестку (рис. 146, *а* и *б*) и встык (рис. 146, *в* и *г*). В последнем случае листы скрепляются одной или двумя накладками.

По назначению различают швы прочные, прочно-плотные и плотные.

Прочные швы делают, когда заклепочное соединение должно выдержать большие нагрузки. Такими швами, например, соединены рамы тракторов и автомобилей.

Диаметр заклепок у прочного шва зависит от толщины склепываемых листов. Обычно $d = (1{,}5—2)\,\delta$, где δ — толщина одного листа.

Расстояние между заклепками (шаг): в однорядном шве $t = 3d$, в двухрядном — $t = 4d$.

Расстояние от середины заклепки до края листа или накладки $a \geqslant 1{,}5d$.

Наконец, расстояние между рядами заклепок в многорядных швах $e = 2d$.

Длина стержня заклепки (не считая закладной головки) складывается из толщины склепываемых листов и запаса металла, идущего на образование второй (замыкающей) головки.

У заклепок с полукруглой головкой (см. рис. 148, *а*) длина стержня $l = \delta_{сум} + 1{,}5d$, у заклепок с потайной головкой (см. рис. 148, *в*) $l = \delta_{сум} + 0{,}5d$. Здесь $\delta_{сум}$ — суммарная толщина склепываемых листов (при соединении внахлестку) или листа и накладок (при соединении встык); $1{,}5\,d$ и $0{,}5\,d$ — запас металла на образование соответственно полукруглой и потайной головок.

Прочно-плотные швы делают, когда заклепочное соединение должно не только выдержать большие нагрузки, но и обеспечить полную герметичность.

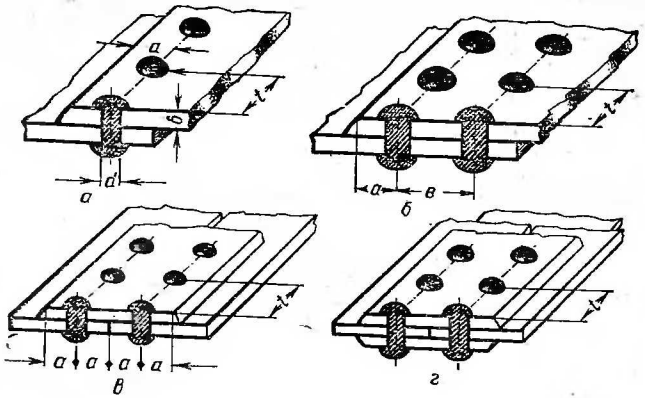


Рис. 146. Виды заклепочных швов:

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

Это достигается устройством заклепочных швов, размеры которых приведены выше, и осаживанием кромок соединяемых листов после склепывания тупым зубилом (чеканом). Пример прочно-плотного шва — заклепочный шов парового котла.

Плотные швы делают при устройстве резервуаров, баков для горючего и других емкостей, в которых хранятся под небольшим давлением жидкости и газы.

§ 2. Инструменты для клепки

К инструментам для клепальных работ относятся натяжки, обжимки, поддержки, бородки и молотки.

Натяжка (рис. 147, *а*) предназначена для сжатия склепываемых листов. Она представляет собой стержень, в торце которого сделано глухое отверстие. Диаметр этого отверстия несколько превышает диаметр головки заклепки.

Обжимка (рис. 147, *б*) служит для придания замыкающей головке необходимой формы.

Поддержка под закладную головку заклепки играет роль наковальни, в которой сделано углубление по форме головки.

Поддержка должна иметь достаточно большую массу, чтобы при ударе молотком она не отскакивала от головки заклепки.

Бородок (рис. 147, *в*) служит для выбивания стержней срубленных заклепок. Им пробивают также мелкие отверстия в листовом материале.

Натяжки, обжимки и бородки изготовляют из углеродистой инструментальной стали У7, У7А, У8, У8А. Рабочую часть инструментов закаливают и отпускают до твёрдости 48—52 *HRC*, ударную часть — до твердости 32—40 *HRC*.

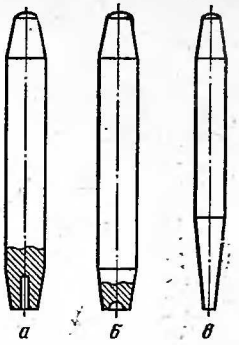


Рис. 147. Инструменты для клепки:

а — натяжка; *б* — обжимка; *в* — бородок.

Молоток, применяемый для клепальных работ, подбирают по массе в зависимости от диаметра стержня заклепок: при диаметре 2 мм молоток должен иметь массу 100—150 г, при диаметре 2,3—2,6 мм — 150—200 г, при диаметре 3 мм — 200—300 г, при диаметре 3,5 мм — 300—350 г, при диаметре 4 мм — 350—400 г, при диаметре 5 мм — 400—500 г.

§ 3. Заклепки

Заклепки могут быть стальными (из мягкой стали), алюминиевыми, медными и латунными. Желательно, чтобы заклепки были из того же материала, что и соединяемые детали, иначе возможно появление и быстрое развитие коррозии.

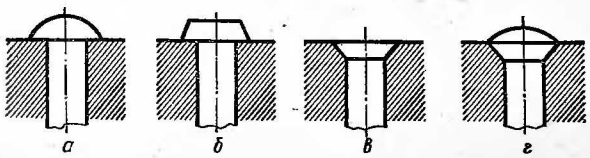


Рис. 148. Формы головок заклепок:

а — полукруглая; *б* — коническая; *в* — потайная; *г* — полупотайная.

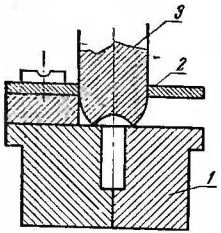


Рис. 149. Приспособление для изготовления заклепок:

1 — корпус; *2* — центрирующая пластина; *3* — обжимка.

Закладные головки заклепок изготовляют различной формы (рис. 148).

Заклепки с полукруглой (*а*) и конической (*б*) головками дают более прочное соединение, но иногда по конструктивным соображениям их нельзя ставить. Тогда применяют заклепки с потайной (*в*) или полупотайной (*г*) головками.

Приспособление для изготовления заклепок в условиях ремонтной мастерской показано на рисунке 149. Вставив в отверстие корпуса *1* приспособления отрезок проволоки, формируют закладную головку заклепки, ударяя молотком по обжимке *3*, которая удерживается от бокового смещения центрирующей пластиной *2*.

§ 4. Приемы клепки

Заклепки диаметром 2—5 мм расклепывают в холодном состоянии. После наметки и накернивания центров отверстия сверлят или пробивают бородком. Это зависит от диаметра отверстия, который должен быть несколько больше диаметра стержня заклепки. Подбирать сверла для изготовления отверстий под заклепки можно, пользуясь приведенными ниже данными:

Диаметр заклепки, мм	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Диаметр сверла, мм	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2

Изготовлять отверстия под заклепки в склепываемых деталях целесообразно за один проход после соединения этих деталей струбцинами или болтами.

Отверстия под заклепки с потайными головками раззенковывают конической зенковкой, а замыкающую головку формируют ударами молотка вдоль оси стержня, подставив снизу поддержку.

У заклепок с полукруглыми головками выступающий конец стержня расклепывают сначала ударами молотка по центру, затем с боков. Лишь после того как замыкающая головка примет приблизительно заданные очертания, пользуются обжимкой для окончательного формирования головки (рис. 150). Если сразу же применить обжимку, головка может сместиться в сторону от оси стержня.

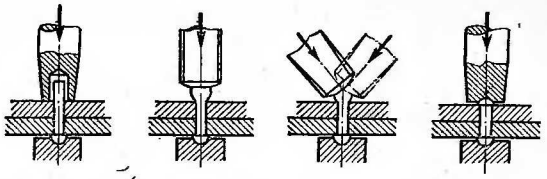


Рис. 150. Последовательность клепки.

Во время клепки поддержку устанавливают на наковальню или зажимают в тисках. Поддержка должна быть тяжелее молотка в 4—5 раз.

Рекомендуется начинать ставить заклепки по краям шва, постепенно переходя к середине. В очень длинных швах заклепки устанавливают через 3—4 отверстия, после чего их ставят в пропущенных отверстиях.

Заклепки больших диаметров перед установкой нагревают до температуры 1100—1200 °С. Расклепывают их сразу же с помощью обжимки.

Качество клепки контролируют осмотром, остукиванием, а также шаблонами. Если ударить молотком по правильно установленной заклепке, звук будет такой же четкий, как и при ударе по основному металлу.

Заклепки, головки которых прилегают к склепываемым деталям неплотно или имеют трещины, удаляют и заменяют новыми. Для этого головки заклепок срубают зубилом, а стержни выбивают бородком. Иногда заклепки высверливают. Удаляют также все заклепки, издающие при ударе дребезжащий звук.

Уменьшение размеров замыкающей головки, контролируемое шаблоном, допускается по диаметру до 0,1 *d*, а по высоте до 0,05 *d*.

§ 5. Специальные заклепки

При ремонте деталей тракторов и автомобилей применяют специальные *пустотелые заклепки*. Такими заклепками прикрепляют, например, фрикционные накладки к дискам в муфтах сцепления, накладки к тормозным колодкам и т. д.

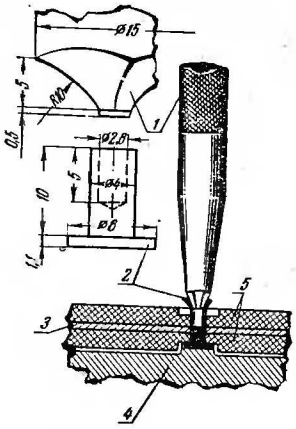


Рис. 151. Приклепка фрикционных накладок к ведомому диску муфты сцепления трактора:

1 — бородок; *2* — пустотелая заклепка; *3* — диск; *4* — поддержка; *5* — накладни.

Пустотелые заклепки расклепывают особым бородком, показанным на рисунке 151.

В последнее время широкое распространение в различных технологических процессах получили взрывные методы. Находят применение и *взрывные заклепки*. У такой заклепки (рис. 152) в конце стержня имеется камера с взрывчатым веществом. После того как заклепка будет вставлена в отверстие, ее осаживают легкими ударами молотка, а затем к головке приставляют специальный электрический нагреватель. Когда температура заклепки достигнет 130—160 °С, заряд взрывается, образуя замыкающую головку.

§ 6. Механизация клепки

Трудоемкие и тяжелые клепальные работы механизируют с помощью пневматических клепальных молотков.

Пневматический молоток (рис. 153) действует как поршневой механизм. Поршень *1* перемещается в стволе *8* влево под действием сжатого воздуха, поступающего по каналу *4*.

Во время движения поршня влево воздух из левой части ствола выходит через канал *2*, кольцевую выточку *3* и отверстие *5*. Нанеся удар по обжимке *9*, поршень отходит вправо.

В момент соприкосновения его с обжимкой сжатый воздух проникает в канал *7* и передвигает золотник *6* вправо. Канал *4* перекрывается, и сжатый воздух, проходя по каналу *2*, заставляет поршень отходить от обжимки.

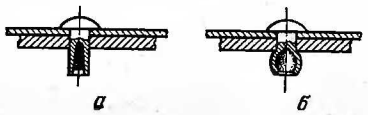


Рис. 152. Взрывные заклепки:

а — до взрыва; *б* — после взрыва.

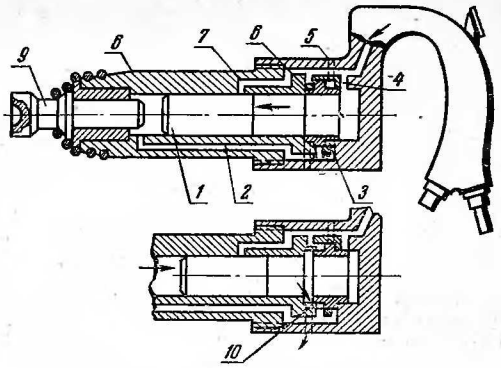


Рис. 153. Пневматический клепальный молоток типа КМ:

1 — поршень; *2*, *4* и *7* — каналы; *3* — кольцевая выточка; *5* и *10* — отверстия для выхода воздуха; *6* — золотник; *8* — ствол; *9* — обжимка.

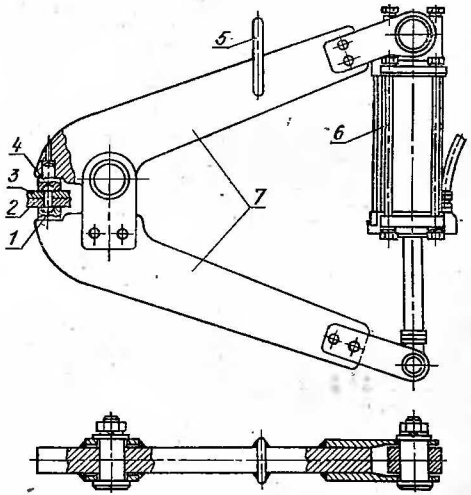


Рис. 154. Приспособление для холодной гидравлической клепки:

1 и *4* — обжимки; *2* и *3* — склепываемые детали; *5* — подвеска; *6* — силовой гидроцилиндр; *7* — рычаги.

В это время воздух из правой части ствола выходит через отверстие *10*. Как только это отверстие будет перекрыто поршнем, совершающим обратный ход, золотник передвинется влево и рабочий процесс повторится.

Для механизации клепальных работ на ремонтных предприятиях часто пользуются гидравлическими стационарными прессами, например прессом ПБ-002 с усилием 1000 кН (100 тс), и переносными приспособлениями, одно из которых показано на рисунке 154.

Это приспособление служит для холодной установки заклепок диаметром до 12 мм. Холодная гидравлическая клепка имеет определенные преимущества: во-первых, она бесшумна, во-вторых, дает возможность получить плотное соединение в отличие от горячей клепки, при которой после остывания образуется зазор между стержнем заклепки и отверстиями в соединяемых деталях.

§ 7. Техника безопасности

Приступая к клепке, нужно внимательно проверить инструмент. Молоток должен быть надежно насажен на ручку. На его бойке, а также на обжимках, натяжках и бородках не должно быть трещин, заусениц, вмятин и выкрошенных мест.

Клепку пневматическими молотками с использованием заклепок большого диаметра рекомендуется вести, укрепив на голове противошумные наушники из звукопоглощающего материала — поропласта.

Глава XII. ШАБРЕНИЕ

Шабрению подвергают детали, которые по условиям работы должны плотно прилегать одна к другой (например, крышка и корпус масляного насоса или головка блока и сопряженные с ней фланцы впускного и выпускного коллектора).

Шабрение применяют также для обработки деталей, которые должны иметь ровные плоскости (например, поверочные плиты и инструменты) или образовывать в сопряжении с другими деталями равномерный зазор (например, подшипник скольжения в сопряжении с валом).

Припуск под шабрение оставляют очень небольшой — 0,05—0,2 мм. Шабрением можно обрабатывать поверхности с точностью 0,003—0,01 мм; толщина слоя металла, снимаемого шабером за один проход, составляет от 0,005 до 0,07 мм.

§ 1. Инструменты для шабрения

Шаберы (рис. 155) в зависимости от формы и расположения обрабатываемых поверхностей бывают плоские, полукруглые, трехгранные, лопатчатые, изогнутые, фасонные. Различают односторонние и двусторонние сплошные и составные шаберы. Изготовляют их из углеродистой инструментальной стали У10—У12.

Хорошим материалом для шаберов являются изношенные напильники. Сточив насечку у такого напильника, придают ему необходимую форму, а затем закаливают



Рис. 155. Шаберы:
а — плоский односторонний; *б* — плоский двусторонний; *в* — составной; *г* — трехгранный; *д* — лопаточный.

рабочие концы инструмента до твердости 56—64 *HRC*. У составных шаберов сменные пластинки, служащие рабочей (режущей) частью, изготовляют из быстрорежущей стали или твердых сплавов ВК6 и Т15К6.

Плоские шаберы имеют длину 200—400 мм, ширину от 30 мм (для чернового шабрения) до 5 мм (для чистового шабрения), толщину режущей части 2—4 мм. Режущими кромками плоского шабера являются торцевые грани (ребра).

Чтобы стружка получалась не особенно большой, а острые ребра инструмента не оставляли царапин на обрабатываемой плоскости, режущую кромку делают слегка закругленной. Рекомендуемые радиусы закругления: для получистового шабрения 30—40 мм, для чистового — 40—55 мм.

Полукруглые шаберы применяют для обработки плоскостей, образующих острые углы.

Вогнутые и выпуклые поверхности обрабатывают *трехгранными* или *лопатчатыми шаберами*, прямыми и изогнутыми (если приходится шабрить в труднодоступном месте). Режущими кромками трехгранного шабера являются боковые грани. Канавки на инструменте облегчают его заточку.

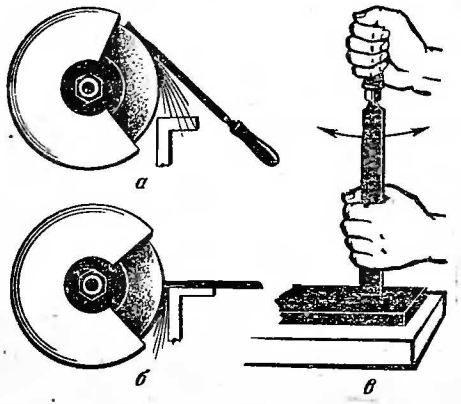


Рис. 156. Заточка и заправка шаберов:

а — заточка боковой грани; *б* — заточка торца; *в* — заправка торца.

Фасонными шаберами обрабатывают желобки, пазы, канавки и другие фасонные поверхности. Форма инструмента соответствует форме поверхности.

Шаберы, изготовленные из углеродистой стали, затачивают абразивными кругами, а заправляют на абразивных брусках, смазанных машинным маслом. Для заправки можно использовать также чугунные плитки, покрытые пастой из наждачного порошка и машинного масла или пастами ГОИ (Государственного оптического института).

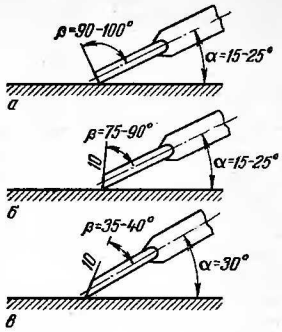


Рис. 157. Углы заострения (β) и наклона (α) шаберов для обработки:

а — чугуна и бронзы; *б* — стали; *в* — мягких металлов.

В первую очередь затачивают боковые плоскости шабера (рис. 156, *а*), а потом торец (рис. 156, *б*). При заправке поступают наоборот: сначала заправляют торец, а затем боковые грани шабера. Окончательную форму режущей кромке плоского шабера придают в процессе заправки, перемещая его, как показано на рисунке 156, *в*.

Углы заострения шабера β (рис. 157) и углы его наклона при шабрении α зависят от обрабатываемого материала. Трехгранные шаберы затачивают и заправляют в направлении, совпадающем с продольной осью инструмента. Шаберы заправляют через 1,5—2 ч работы, а затачивают примерно через 8—10 ч.

Поверочные инструменты. Поверочными инструментами при шабрении служат плиты, плоские и трехгранные линейки, призмы, валики. С этими инструментами нужно обращаться с особой осторожностью, оберегать их от ударов посторонними предметами. После работы поверочные инструменты должны быть смазаны и спрятаны в специальные футляры или ящики.

§ 2. Приемы шабрения

При шабрении деталей, ограниченных плоскостями, обрабатываемую поверхность перемещают по плите, покрытой слоем свинцового сурика, сажи или берлинской лазури,

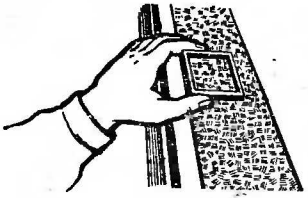


Рис. 158. Контроль точности шабрения.

смешанными с маслом в такой пропорции, чтобы краска была жидкой, но не растекалась по плите. Слой краски должен быть тонким и равномерным, в нем не должны содержаться сухие крупинки краски, засохшие пленки и посторонние включения.

Деталь перемещают по всей плите, чтобы предохранить от быстрого износа отдельные ее участки. Выступающие места обрабатываемой плоскости с приставшей к ним краской соскабливают шабером, после чего деталь вновь перемещают по плите и шабрят, пока краска не будет ложиться равномерно на всю плоскость.

Точность шабрения контролируют квадратной рамкой площадью 25 × 25 мм² (рис. 158), внутри которой должно быть определенное количество пятен краски. 4—6 пятен остаются на плоскости после чернового шабрения, 8—16 — после получистового, 20—25 — после чистового.

Плоские поверхности шабрят в 2—3 приема. Для чернового шабрения применяют шабер бо́льшего размера, для чистового — меньшего. Шабер передвигают от себя, наклонив к обрабатываемой плоскости под углом 15—30°. Можно шабрить и на себя, установив шабер под углом 75—80° к обрабатываемой плоскости и уперев ручку в плечо. При таком

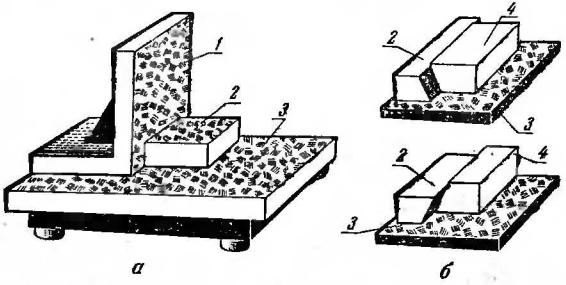


Рис. 159. Шабрение пересекающихся плоскостей:

а — плоскости образуют прямой угол; *б* — плоскости образуют острые и тупые углы; *1* — поверочный угольник; *2* — деталь; *3* — плита; *4* — поверочная призма.

способе работы плоский шабер возможно использовать для обработки криволинейных поверхностей. Нужно только сделать шабер длинным — до 450 мм.

Длина рабочего хода шабера при черновом шабрении составляет 12—15 мм, при чистовом — 3—5 мм. После каждого натирания плиты краской направление шабрения изменяют. В результате этого на плоскости появляются небольшие квадратные или ромбовидные обработанные площадки, расположенные в разных направлениях.

Плоскости, образующие прямой угол, проверяют на точность шабрения с помощью угольника. Его покрывают краской, устанавливают на плиту, после чего деталь перемещают по плите вдоль угольника, окрашивая сразу обе взаимно перпендикулярные плоскости (рис. 159, *а*).

У деталей с острыми или тупыми углами сначала шабрят горизонтальные плоскости, потом наклонные. Контроль осуществляют призмами (рис. 159, *б*).

§ 3. Механизация шабрения

Если объем шабровочных работ, выполняемых на ремонтном предприятии, достаточно большой (например, на специализированном предприятии по ремонту базисных деталей), их механизируют с помощью механических и пневматических шаберов.

Простой механический шабер показан на рисунке 160. В корпусе *1* размещен шпиндель *4*. В нем закрепляется сменный шабер *5*. Шпиндель получает возвратно-поступательное движение от тяги *3*, конец которой вставлен в эксцентрично расположенное отверстие фланца валика *2*. Валик *2* через гибкий вал соединяется с электродвигателем.

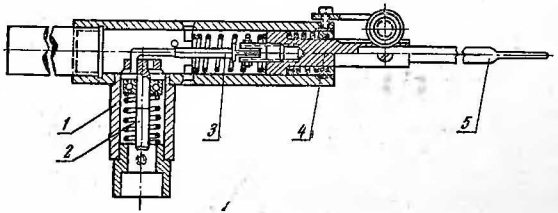


Рис. 160. Механический шабер:

1 — корпус; *2* — валик; *3* — тяга; *4* — шпиндель; *5* — шабер.

Простота конструкции этого шабера дает возможность изготовить его своими силами в ремонтной мастерской, применив в качестве передаточного механизма гибкий вал, выпускаемый промышленностью.

§ 4. Техника безопасности

При шабрении обрабатываемая деталь должна быть надежно закреплена. Работать можно только исправным инструментом с хорошо насаженной ручкой, не имеющей трещин.

Во время работы следует осторожно обращаться с режущей частью шабера, так как об ее острые края можно порезать руки.

Глава XIII. ПРИТИРКА

Притирка заключается в обработке соприкасающихся поверхностей двух деталей абразивными материалами с целью создать герметичность в сопряжении. Притирку (или доводку) применяют также в тех случаях, когда требуется обеспечить особо высокую точность обработки и наименьшую шероховатость поверхности. Таким путем поверхность детали можно довести до зеркального блеска, что соответствует наивысшему — 14-му классу чистоты.

Поверхность для притирки должна быть тщательно подготовлена. Припуск под притирку обычно оставляют от 0,01 до 0,02 мм. Размеры притираемых деталей можно выдержать с точностью, исчисляемой десятыми долями мкм.

Притирка — распространенная ремонтная операция. При ремонте тракторов, комбайнов и автомобилей притирке обычно подлежат клапаны (к гнездам), прецизионные детали дизельной топливной аппаратуры (например, распылители форсунок), детали гидросистем.

Различают два способа притирки: одной детали по другой (так притирают клапаны к гнездам, пробковые краны к отверстиям и т. п.) и с помощью специальных инструментов — притиров (таким образом, например, притирают плунжерные пары топливных насосов, измерительные поверхности точных инструментов).

§ 1. Материалы и инструменты (притиры)

Для притирки используют твердые и мягкие абразивные материалы. К твердым материалам относятся порошки наждака, корунда, карборунда и других абразивных материалов, твердость которых превышает твердость закаленной стали. К мягким материалам относятся порошки окиси хрома, окиси железа, окиси алюминия и различные пасты.

Шлифпорошки с зернистостью 4 и 3 (размер зерен 50—28 мкм) применяют для грубой (предварительной) притирки, микропорошки с зернистостью М28 и М20 (размер зерен 28—14 мкм) — для чистовой притирки, микропорошки с зернистостью М14, М10 и М7 (размер зерен 14—5 мкм) — для доводочных и отделочных операций. В качестве смазывающих веществ употребляют керосин, скипидар, бензин, минеральные масла.

Широкое распространение получили пасты ГОИ, которые подразделяются на три сорта: грубую, среднюю и тонкую.

Грубая паста имеет темно-зеленый, почти черный цвет, содержит зерна абразива (окиси хрома) размером около 30 мкм и применяется для черновой притирки.

Средняя паста, имеющая темно-зеленый цвет и содержащая зерна абразива размером около 12 мкм, предназначается для чистовой притирки.

Тонкая паста светло-зеленого цвета с зернами абразива размером меньше 8 мкм служит для доводки и полирования металлических поверхностей.

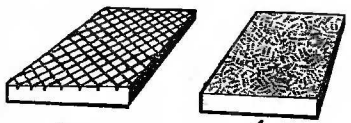
Притиры делают самой различной формы в зависимости от формы притираемой поверхности. Их изготовляют в виде плит, брусков, круглых стержней, конусов и колец из чугуна, стали, медных сплавов, стекла или другого материала, твердость которого ниже твердости обрабатываемой детали.

§ 2. Использование притиров

Плоские детали притирают обычно на притирочных плитах. Плиты-притиры бывают с канавками (рис. 161, *а*) и гладкие (рис. 161, *б*). На плитах с канавками производят грубую притирку, на гладких — чистовую.

Поверхность плиты перед притиркой проверяют лекальными линейками или индикаторами. Порошок абразивного материала, равномерно распределенный по плите, вдавливают в нее с помощью валиков, роликов и брусков. Вдавливание абразива в притир называется ш а р ж и р о в а н и е м. Абразивный материал пасты вдавливается непосредственно во время притирки.

Притирку ведут, перемещая деталь круговыми движениями по всей плите. Пользоваться для притирки только каким-то одним участком плиты не рекомендуется, чтобы не вызвать неравномерного износа поверхности притира. После 10—12 перемещений детали по одному и тому же месту порошок и пасту заменяют.



а *б*

Рис. 161. Притирочные плиты:

а — для грубой притирки; *б* — для чистовой притирки.

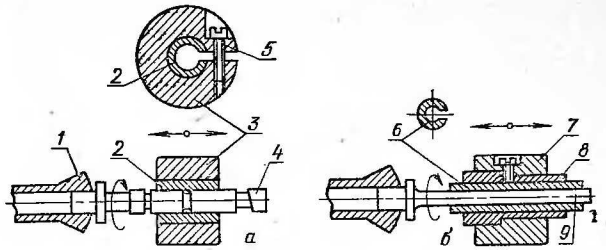


Рис. 162. Схема притирки плунжерной пары топливного насоса:

а — плунжера; *б* — втулки; *1* — цанга; *2* и *6* — притиры; *3*, *7* и *9* — оправки; *4* — плунжер; *5* — винт; *8* — втулка.

В процессе черновой притирки абразивные зерна собираются в канавки плиты. Для чистовой притирки, кроме средней и тонкой паст ГОИ, используют смазывающее вещество, в которое добавляют остатки абразивной массы от грубой притирки. Детали с узкими плоскостями целесообразно притирать комплектом либо совместно с вспомогательной призмой или брусском.

Цилиндрические и конические поверхности притирают комплектом разрезных колец, пробок или брусков. Притиры вращают поочередно в разные стороны вручную, с помощью коловорота, или на специальном станке. Схема притирки плунжерной пары (плунжера и втулки) показана на рисунке 162.

Притираемый плунжер *4* зажимают в цанге *1* шпинделя доводочной бабки. На чугунный притир *2*, закрепленный в оправке *3*, наносят абразивную массу (пасту ГОИ).

При вращении плунжера перемещают притир вручную в одну и другую сторону так, чтобы в крайних положениях он выходил за торцы плунжера примерно на половину своей длины. Силу нажатия притира на плунжер регулируют винтом *5*. Абразивную массу время от времени заменяют.

Для притирки втулки в цанге шпинделя доводочной бабки закрепляют оправку *9* с притиром *6*, а втулку *8* устанавливают в оправке *7*. После притирки плунжеры и втулки сортируют на размерные группы и подбирают пары, в которых зазор между плунжером и втулкой соответствует техническим условиям.

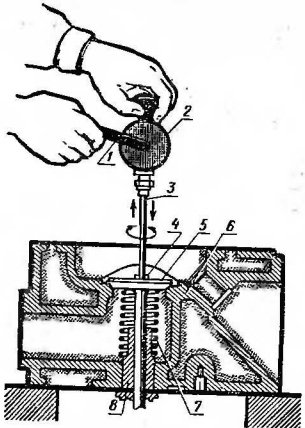


Рис. 163. Прибор для притирки клапанов тракторного двигателя:

1 — рукоятка; *2* — корпус; *3* — валик; *4* — наконечник; *5* — клапан; *6* — гнездо клапана; *7* — пружина; *8* — направляющая втулка.

В процессе притирки необходимо следить за температурой обрабатываемой детали. Она не должна превышать 40° С. Повышенный нагрев может привести к короблению поверхности и вызвать ошибки при измерении детали.

§ 3. Притирка одной детали по другой

Для ручной притирки одной детали по другой пользуются или коловоротом, или специальными приборами. Один из них показан на рисунке 163.

Прибор снабжен передаточным механизмом, заключенным в корпусе *2*. При вращении рукоятки *1* этот механизм заставляет поворачиваться валик *3* сначала в одну сторону, потом в другую, но на меньшее расстояние.

Для выполнения часто встречающейся при ремонте операции — притирки клапанов автотракторных двигателей к своим гнездам — абразивную массу наносят тонким слоем на фаску клапана *5*, а под клапан устанавливают пружину *7*, которая обеспечивает его подъем над гнездом *6* на 5—6 мм. Затем наконечник *4* валика *3* вставляют в выточку на тарелке клапана и вращают рукоятку *1*.

В процессе притирки клапан поворачивают поочередно то в одну, то в другую сторону на $^1/_3$—$^1/_4$ оборота, приподнимая прибор каждый раз в конце хода на 3—5 мм.

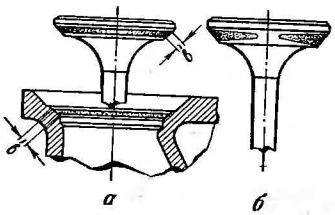


Рис. 164. Проверка качества притирки клапана:

а — правильно притертый клапан; *б* — неправильно притертый клапан.

Время от времени фаску клапана покрывают порцией свежей абразивной массы.

Клапан и гнездо считаются притертыми, когда после промывки керосином на их фасках останутся посредине сплошные матовые пояски. Ширина *в* пояска (рис. 164) регламентируется техническими условиями на ремонт того или иного двигателя.

§ 4. Механизация притирки

Притирка клапанов к гнездам — весьма трудоемкая ремонтная операция. У шестицилиндрового двигателя, например, часто приходится притирать все 12 клапанов, затрачивая массу времени и труда. Чтобы облегчить эту работу, в ремонтных мастерских пользуются универсальными станками для притирки клапанов.

На станке (рис. 165) можно одновременно притирать 12 клапанов. Станок снабжен 12 шпинделями *3*, которые приводятся в действие от электродвигателя *6* через редуктор *5* и ряд передаточных механизмов. Эти механизмы сообщают каждому шпинделю возвратно-вращательное и возвратно-поступательное движения, а также угловое смещение подобно тому, как это делается при ручной притирке.

Вдоль корпуса *2*, укрепленного на стойках *1*, проходит прорезь, которая дает возможность расставлять шпиндели точно над центрами клапанных гнезд головки цилиндров *7*.

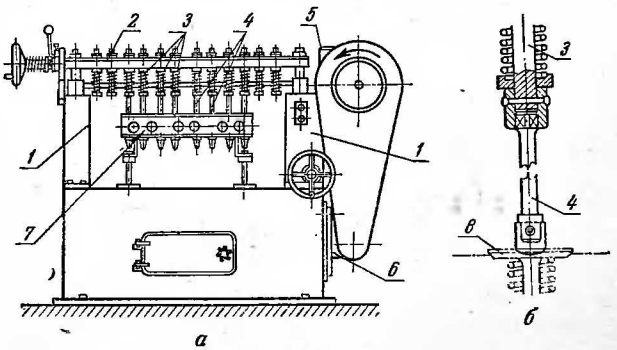


Рис. 165. Станок для притирки клапанов автотракторных двигателей:

1 — стойки; *2* — корпус шпинделей; *3* — шпиндели; *4* — штуцера; *5* — редуктор; *6* — электродвигатель; *7* — головка цилиндров; *8* — клапан.

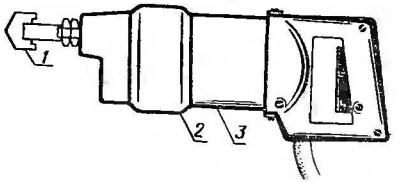


Рис. 166. Ручная электрическая машина для притирки клапанов:
1 — наконечник; *2* — передаточный механизм; *3* — электродвигатель.

Станок снабжен комплектом сменных штуцеров *4*, передающих движение от шпинделей клапанам *8*.

Размеры штуцеров зависят от высоты головки или блока цилиндров. Если сразу притирается меньше 12 клапанов, часть штуцеров отъединяют от шпинделей.

Притирка клапанов на станке продолжается 2—3 мин. Абразивную массу приготовляют и наносят на обрабатываемые детали так же, как и при ручной притирке.

Для механизации притирки клапанов и т. п. деталей можно применить также ручную электрическую машину (рис. 166), у которой шпиндель вращается в разные стороны благодаря особому устройству передаточного механизма *2*, через который движение от электродвигателя *3* передается шпинделю с насаженным на него наконечником *1*.

Глава XIV. ЛУЖЕНИЕ И ПАЯНИЕ

§ 1. Лужение

В ремонтном деле лужение обычно применяют не как самостоятельную операцию — для покрытия металлических деталей полудой с целью защиты их от коррозии, — а как промежуточную операцию при паянии.

Материалы. Процесс лужения связан с использованием веществ для травления, флюсов и полуды. В качестве *веществ для травления* металлических поверхностей перед лужением применяют разбавленную серную или соляную кислоту, а также купоросное масло.

Чаще всего при травлении пользуются 15—30%-ным водным раствором серной кислоты. Раствор получают, вливая осторожно кислоту в воду. Нельзя делать наоборот: наливать воду в кислоту. В этом случае быстро испаряющаяся вода сильно разбрызгивает кислоту, которая, попадая на руки или лицо, вызывает тяжелые ожоги. Работать с кислотой надо в резиновом фартуке и резиновых перчатках, надев защитные очки.

К наиболее распространенным *флюсам*, предохраняющим облуживаемую поверхность от окисления, относятся хлористый цинк, нашатырь и канифоль (при паянии меди и латуни).

Хлористый цинк получают, растворяя в соляной кислоте мелкие кусочки цинка. Для этого в стеклянную или керамическую посуду наливают полстакана кислоты и бросают с перерывами (чтобы не вызвать бурной реакции) кусочки цинка. Как только цинк перестанет растворяться, флюс готов к употреблению.

Травление соляной кислоты сопровождается выделением большого количества вредных газов. Это надо учитывать при выборе места приготовления флюса.

Полудой служат чистое олово (при лужении посуды) или сплав олова со свинцом.

Подготовка поверхности перед лужением. Облуживаемая поверхность должна быть очищена самым тщательным образом от грязи, масла, ржавчины и пленок окислов.

Очищают ее или механическим способом — напильником, шабером, стальной щеткой, наждачным полотном, или химическим способом, протравливая разбавленной кислотой, а затем промывая водой.

Обработанную таким путем поверхность посыпают чистым песком, протирают паклей, еще раз промывают, после чего прикасаться к облуживаемой поверхности пальцами уже нельзя.

Методы лужения. На практике применяют два метода лужения: натиранием и погружением.

При лужении *методом натирания* на поверхность детали наносят кисточкой раствор хлористого цинка и порошок нашатыря, нагревают деталь в печи или паяльной лампой, пока хлористый цинк не закипит, после чего на поверхность насыпают порошкообразный припой или кусочки олова и, как только они расплавятся, растирают их по поверхности щеткой, паклей или тряпкой.

Остывшую облуженную поверхность протирают песком и промывают водой. Участки, к которым полуда пристала плохо, снова нагревают и лудят.

При лужении *методом погружения* деталь опускают в ванну с раствором хлористого цинка, выдерживают там 30—60 с, затем погружают в ванну с расплавленной полудой. Температура ванны должна быть примерно на 300° С выше, чем температура плавления полуды. Спустя 3—5 мин деталь вынимают, встряхивают, протирают песком и моют в воде или содовом растворе.

Метод погружения целесообразно применять, когда лужению подвергается большое количество мелких деталей.

§ 2. Паяние

С помощью паяния детали соединяют в том случае, если место соединения не подвергается очень большим нагрузкам. В ремонтном деле паянием широко пользуются для заделки трещин в тонкостенных резервуарах и трубах, соединения электропроводов, сборки радиаторов, прикрепления к режущим инструментам пластинок твердых сплавов, скрепления частей изделий, изготовленных из тонкой листовой стали, и т. д.

Паять можно сталь, цветные металлы и сплавы в разных сочетаниях. В зависимости от назначения соединения применяют паяние мягкими или твердыми припоями.

Мягкие припои плавятся при температуре 200—300 °С и обладают низкой механической прочностью — 30—60 МПа (300—600 кгс/см²). Их используют для получения соединений, от которых требуется не прочность, а лишь герметичность места спая. Таким путем запаивают трещины в резервуарах низкого давления, припаивают трубки к бакам радиаторов, соединяют электропровода и т. п.

Твердые припои имеют температуру плавления около 800—900 °С и способны не только обеспечить герметичность в соединении смежных деталей, но и выдержать сравнительно большие нагрузки. Их прочность на растяжение составляет 200—500 МПа (2000—5000 кгс/см²), что более чем достаточно для надежного прикрепления к резцам пластинок твердых сплавов, испытывающих большую нагрузку в процессе работы.

Материалы. Основными материалами при паянии являются припои и флюсы. Припои бывают легкоплавкие (мягкие) и тугоплавкие (твердые).

Мягкие припои состоят из олова, свинца и небольшого количества примесей — сурьмы, меди, висмута и мышьяка (табл. 12).

Буквы ПОС в марке обозначают: «припой оловянно-свинцовый», цифры после этих букв показывают процентное содержание олова в сплаве. Чем больше олова в припое, тем лучше считается сплав.

Чаще всего для паяльных работ применяют т р е т н и к — сплав, состоящий из одной части олова и двух частей свинца. Припой ПОСС-4-6, кроме олова и свинца, содержит значительное количество сурьмы, и это находит отражение в марке сплава.

Для приготовления припоя олово и свинец в заданном соотношении расплавляют в керамической посуде. Сначала расплавляют олово, затем в него опускают кусочки свинца. Каждый следующий кусочек свинца опускают в сплав после того, как расплавится предыдущий.

Чтобы сплав не выгорал, на его поверхность насыпают слой сухого березового угля толщиной 10—15 мм. Хорошо перемешанный жидкий припой выливают в форму, сделанную из отрезка уголка, где он застывает.

Твердые припои, состав которых указан в таблице 13, представляют собой специальные медно-цинковые сплавы или обыкновенную латунь.

В марках сплавов имеются следующие обозначения: ПМЦ — припой медно-цинковый, Л—латунь; цифры после букв показывают процентное содержание меди в сплаве.

Медно-цинковые припои выпускаются в виде крупинок, палочек, проволоки.

Для специальных видов паяния употребляются также медные, серебряные и никелевые припои.

Мягкие припои

Таблица 12

Марка	Состав припоя, % по массе			Примеси, % по массе (не более)			Температура плавления, °С	Область применения (приблизительно)
	олово	сурьма	свинец	медь	висмут	мышьяк		
ПОС-90	80—90	До 0,15	Остальное	0,08	0,1	0,05	222	Паяние посуды
ПОС-61	60—61	До 0,8	То же	0,1	0,1	0,05	182	Паяние деталей, не подверженных нагреву
ПОС-50	49—51	До 0,8	» »	0,1	0,1	0,05	209	Паяние радиаторов
ПОС-40	39—40	1,5—2	» »	0,1	0,1	0,05	235	Паяние латуни, жести, электропроводов
ПОС-30	29—30	1,5—2	» »	0,15	0,1	0,05	256	Паяние стальных, медных, латунных и оцинкованных деталей
ПОС-18	17—18	2—2,5	» »	0,15	0,1	0,05	277	Паяние свинца, жести, латуни
ПОСС-4-6	3—4	5—6	» »	0,1	0,05	—	265	Паяние швов на деталях из жести, тонкой стали, меди и латуни

Твердые припои

Марка	Состав припоя, % по массе		Примеси, % по массе (не более)		Температура плавления, °С	Область применения (приблизительно)
	медь	цинк	свинец	железо		
ПМЦ-36	34—38	Остальное	0,5	0,1	825	Паяние латуни и бронзы с содержанием меди не более 68%
ПМЦ-48	46—50	То же	0,5	0,1	865	Паяние медных сплавов с содержанием меди более 68%
ПМЦ-54	52—56	» »	0,5	0,1	880	Паяние бронзы, меди, стали, жести
Л-62	60—64	» »	0,5	0,1	905	Паяние меди, никеля, стали и серого чугуна, работающих при нормальной температуре
Л-68	66—70	» »	0,03	0,1	938	

Флюсами, используемыми для паяльных работ с мягкими припоями, служат хлористый цинк, соляная кислота, нашатырь, канифоль.

Хлористым цинком пользуются при паянии стальных, латунных и медных изделий.

Соляную кислоту, разбавленную наполовину водой, применяют при паянии цинковых и оцинкованных изделий, на поверхности которых она превращается в хлористый цинк.

Нашатырь и канифоль, предохраняющие металлы от окисления кислородом воздуха, употребляют в порошкообразном виде.

Для паяльных работ с твердыми припоями в качестве флюса используют обезвоженную порошкообразную буру. Буру нужно хранить в стеклянной посуде с притертой пробкой, так как она очень быстро впитывает влагу и становится непригодной к употреблению.

Инструменты и оборудование. В процессе паяния необходимо иметь паяльник и паяльную лампу; металлическую щетку, напильники или шаберы для зачистки мест спая; кисти для нанесения кислоты и флюсов; тиски, струбцины и клещи для зажима и поддержки спаиваемых изделий.

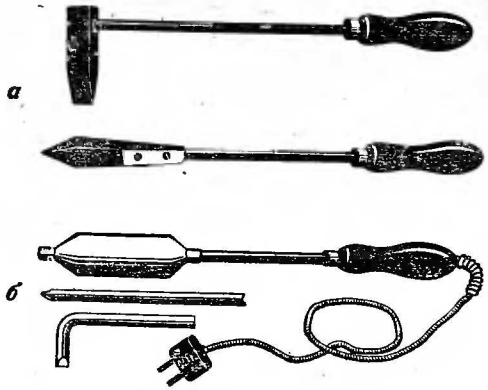


Рис. 167. Паяльники:
а — обыкновенные; *б* — электрический.

Простейшие паяльники изображены на рисунке 167, *а*. Они представляют собой стальные стержни с медным клином на одном конце и деревянной ручкой на другом.

Размеры и форма применяемого паяльника зависят от размеров, формы и материала спаиваемых изделий. Чем больше клин паяльника, тем дольше он сохраняет теплоту. Как правило, масса клина составляет от 100 до 700 г.

Паяльники нагревают паяльными лампами, работающими на керосине или бензине. Нагревать паяльники выше 600 °С не рекомендуется.

У бензиновых, газовых и электрнческих паяльников температуру можно постоянно поддерживать на одном уровне. Это обеспечивает равномерный прогрев шва и значительно облегчает работу.

Особенно удобны электропаяльники (рис. 167, *б*), не выделяющие вредных газов, в отличие от паяльников, снабженных бензиновыми или газовыми горелками. К электропаяльникам прикладываются сменные стержни различной формы.

Паяние мягкими припоями. Места деталей, подлежащие паянию, очищают и подгоняют друг к другу обычно с помощью напильника. Затем их облуживают и покрывают флюсом. Клин паяльника зачищают и также облуживают.

Для этого нагретый паяльник опускают в ванну с раствором хлористого цинка, после чего набирают паяльником с куска несколько капель припоя и перемещают клин по куску нашатыря.

Подготовленные к паянию поверхности деталей прогревают паяльником, передвигая его постепенно вдоль шва, и одновременно с этим вносят по каплям расплавленный припой в шов. Припой можно не только вносить в шов паяльником, но и укладывать его заранее кусочками вдоль шва и расплавлять затем при движении нагретого паяльника. Готовый шов зачищают, промывают и насухо вытирают.

Паяние твердыми припоями. Место спая готовят так же, как и при паянии мягкими припоями. Далее спаиваемые детали устанавливают в такое положение, чтобы припой после расплавления затекал в шов. Покрывают место спая флюсом и накладывают припой, смешанный с бурой, а затем разогревают детали до температуры, при которой припой расплавляется и затекает в шов.

Если припой не укладывают в шов заранее, а расплавляют путем прикосновения к нагретым деталям, то нельзя забывать насыпать предварительно в шов буру и добавлять ее в процессе паяния.

Готовый шов зачищают, кипятят в специальном растворе (100 г каустической соды и 50 г машинного масла на 1 л воды), промывают чистой водой и протирают.

§ 3. Ремонт радиаторов

При ремонте сердцевин радиаторов тракторов, комбайнов и автомобилей поврежденные трубки заглушают или заменяют. Если количество поврежденных трубок не превышает 5%, концы их в местах повреждения загибают и запаивают третником. Если повреждено более 5% трубок, их заменяют.

Чтобы удалить трубку из сердцевины, очищают от припоя место спая трубки с опорной пластиной специальным приспособлением (рис. 168, *а*). Отпаивают трубку от опорных и охлаждающих пластин с помощью шомпола, нагретого до 800—900 °С.

Шомпол представляет собой стальной стержень, диаметр которого несколько меньше диаметра трубки, а длина — на 150—200 мм больше длины трубки. Шомпол вставляют в каждую трубку 3—4 раза.

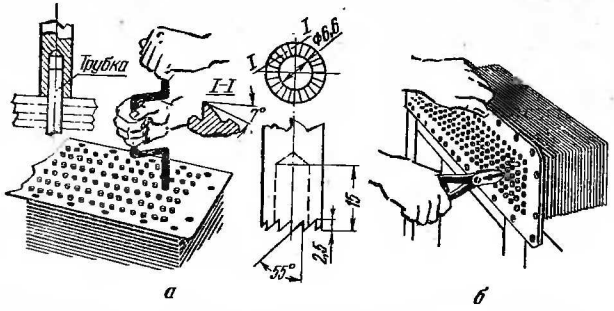


Рис. 168. Очистка опорных пластин радиатора от припоя (*а*) и удаление поврежденной трубки (*б*).

Плоские трубки (обычно у автомобильных двигателей) отпаивают путем нагревания пламенем паяльной лампы или газовой горелки. Отпаянные трубки вынимают из сердцевины плоскогубцами (рис. 168, *б*).

На крупных ремонтных предприятиях сердцевину разбирают полностью, применяя для отпаивания трубок от опорных и охлаждающих пластин воздух, сжатый до давления 500 кПа (5 кгс/см²) и нагретый до 500—600 °С в электрокалорифере или в змеевике специальной паяльной лампы (рис. 169).

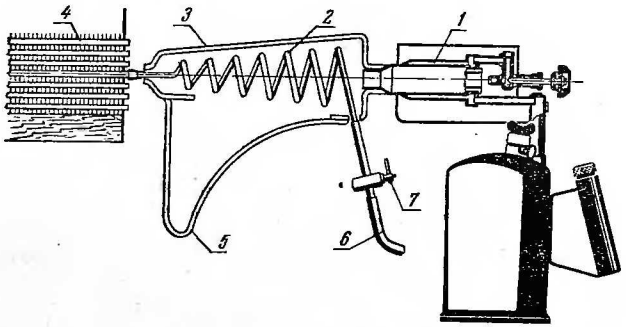


Рис. 169. Паяльная лампа для отпаивания трубок от пластин:

1 — горелка; *2* — змеевик; *3* — кожух; *4* — сердцевина радиатора; *5* — поддерживающий упор; *6* — шланг для подачи сжатого воздуха; *7* — кран.

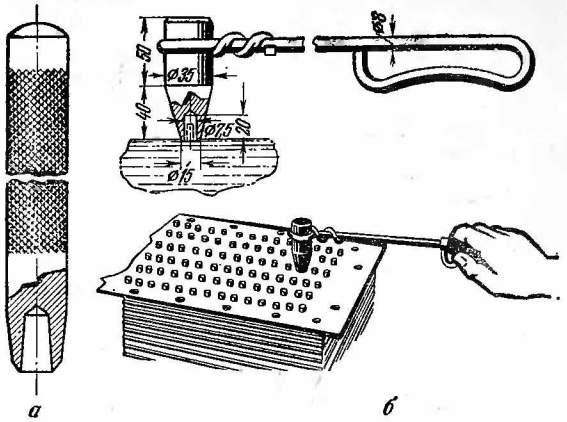


Рис. 170. Инструменты для установки новых трубок в сердцевину радиатора:

а — конусная обжимка; *б* — паяльник для припаивания трубок к опорным пластинам.

Новые трубки вставляют в сердцевину после завальцовки их концов конусной обжимкой (рис. 170, *а*). Торцы трубок выравнивают деревянным молотком, чтобы все они находились на одном уровне и выступали над опорной пластиной не менее чем на 5 мм.

После замены трубок участки пластин, соприкасающиеся с водой, облуживают. Лудят также места спая трубок с опорными пластинами, зачищая их приспособлением (рис. 168, *а*) или шабером (в радиаторах с плоскими трубками).

Припаивают трубки специальным паяльником (рис. 170, *б*).

§ 4. Техника безопасности

Выше уже упоминалось о правилах безопасной работы, которые необходимо соблюдать при паянии. Дополнительно к этому нужно учесть следующее. Рабочее место, где выполняют операции, связанные с использованием химических реактивов и открытого огня, освобождают от огнеопасных материалов и содержат в чистоте.

Кислоту, попавшую на руки, немедленно удаляют ваткой, смоченной в нашатырном спирте, а затем тщательно моют руки с мылом. Пролитую кислоту заливают кальцинированной содой.

Паяльную лампу заправляют топливом в безопасном месте. Не разрешается переносить зажженную лампу из одного помещения в другое. Паяльная лампа, у которой протекает резервуар или имеются неплотные соединения, не годится для работы.

Паять топливные баки и тару из-под нефтепродуктов можно после тщательной промывки их водой с содой.

Место для паяльных работ оборудуют ящиком с песком на случай пожара.

Глава XV. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИМЕРАМИ

§ 1. Общие сведения

Развитие химической промышленности и связанное с этим увеличение выпуска синтетических полимерных материалов создают благоприятные условия для широкого использования полимеров в машиностроительной промышленности и в ремонтном производстве.

Полимерные материалы дешевы, при небольшой плотности обладают сравнительно высокой прочностью, устойчивы против разрушающего действия воды, горюче-смазочных материалов, кислот и щелочей, имеют хорошие электроизоляционные свойства, низкую теплопроводность, легко обрабатываются режущим инструментом.

Часто полимерные материалы не только заменяют дорогостоящие металлы и сплавы, но и превосходят их по своим качествам. Расширение применения деталей из полимерных материалов позволит упростить технологию и снизить себестоимость ремонта, повысить долговечность работы машин.

В ремонтном производстве способы восстановления деталей машин полимерными материалами получили значительное развитие вследствие своих бесспорных преимуществ перед другими способами ремонта. Так, например, клеевыми составами на основе эпоксидной смолы восстанавливают детали, работающие при температуре до 250° С.

Эти составы можно приготовлять различной вязкости, что дает возможность получать клеевые швы любой формы. Благодаря этому эпоксидные клеевые составы широко используют для заделки трещин и пробоин в толстостенных деталях — блоках цилиндров и картерах автотракторных двигателей, корпусах коробок передач и задних мостов, крышках распределительных шестерен и т. д. Ремонт корпусных деталей этим способом обходится в 5—10 раз дешевле, чем ремонт сваркой, пайкой и установкой штифтов.

Основу полимерных материалов составляет искусственная (синтетическая) или естественная смола, играющая роль связующего материала. В ряде случаев смолу применяют в чистом виде, например, при заделке тонких трещин. Обычно же в смолу вводят наполнители, пластификаторы, отвердители, красители и др. материалы.

Наполнители (железный порошок, цемент, алюминиевая пудра, стеклоткань и др.) улучшают механические свойства полимеров (прочность, ударную вязкость и т. д.).

Пластификаторы (дибутилфталат, диметилфталат и др.) сообщают полимерам пластичность и хорошую обрабатываемость.

Отвердители (полиэтиленполиамин, гексаметилендиамин и др.) содействуют необратимому переводу материала в твердое состояние.

Красители (сурик, мумия и др.) придают полимерам определенный цвет.

В практике ремонта находят применение главным образом следующие полимерные материалы: композиции (составы) на основе эпоксидной смолы ЭД-6, полимерный порошок ПФН-12 и синтетические клеи БФ-2, БФ-4, БФ-6 и ВС-10Т.

Наиболее распространенные способы восстановления деталей полимерами: заделка трещин и пробоин, восстановление неподвижных и резьбовых соединений эпоксидными составами и синтетическими клеями; устранение неровностей, вмятин и других дефектов деталей газопламенным нанесением полимерного порошка; приклейка накладок к тормозным колодкам и дискам муфт сцепления и муфт управления автомобилей и тракторов; склеивание поломанных деталей.

Ремонт деталей машин литьем под давлением (термопластичными полимерными материалами) и прессованием (термореактивными полимерными материалами) требует дорогостоящего оборудования, экономически целесообразен на специализированных ремонтных предприятиях и участках и здесь не рассматривается.

К общим операциям, выполняемым при различных способах восстановления деталей составами на основе эпоксидной смолы ЭД-6, относятся обезжиривание деталей, приготовление состава и его отверждение. Рассмотрим эти операции.

Обезжиривание деталей. Участки деталей перед нанесением полимерных материалов обезжиривают: либо протирают ацетоном (ватным тампоном, обернутым марлей) и выдерживают при температуре 20 °С в течение 8—10 мин, либо помещают в ванну с водным щелочным раствором.

Для приготовления раствора на 1 л воды берут 50 г кальцинированной соды, 10 г едкого натра и 30 г тринатрийфосфата. Продолжительность обезжиривания в ванне при температуре раствора 75—90 °С — не менее 5 мин. Детали, обезжиренные водным щелочным раствором, тщательно промывают горячей (70—80 °С) водой, а затем холодной проточной водой.

Если на высушенную обезжиренную поверхность детали капнуть водой, то капля должна растекаться и смачивать поверхность.

После обезжиривания нужно внимательно следить за тем, чтобы на обезжиренные участки не попали грязь или масло, иначе весь процесс придется повторять.

Приготовление составов на основе эпоксидной смолы ЭД-6. В рекомендуемые для ремонтных предприятий составы входят такие компоненты: эпоксидная смола ЭД-6 (СТУ 30-14026—63), дибутилфталат (ГОСТ 8728—58), железный порошок (ТУ 3648—50), цемент марки 500, алюминиевая пудра ПАК-1, полиэтиленполиамин (СТУ 49-2529—62). Рецепты составов приведены в таблице 14.

Таблица 14

Рецепты составов на основе эпоксидной смолы ЭД-6
(в массовых частях)

Составные части	Рецепт			
	А	Б	В	Г
Эпоксидная смола ЭД-6	100	100	100	100
Пластификатор — дибутилфталат	10—15	15	15	15
Наполнители:				
железный порошок	—	160	—	—
цемент	—	—	120	—
алюминиевая пудра	—	—	—	20
Отвердитель — полиэтиленполиамин	8	7	7	7

Технология приготовления состава заключается в следующем. Наполнитель — железный порошок, цемент или алюминиевую пудру — просушивают в вакуум-сушильном шкафу на противне при температуре 100—120 °С в течение 2—3 ч. Полиэтиленполиамин, помещенный в стеклянную посуду, выпаривают в таком же шкафу при температуре 110—115 °С в течение 3 ч.

Приготовление состава рекомендуется вести на рабочем столе с вытяжным шкафом (рис. 171). Эпоксидную смолу

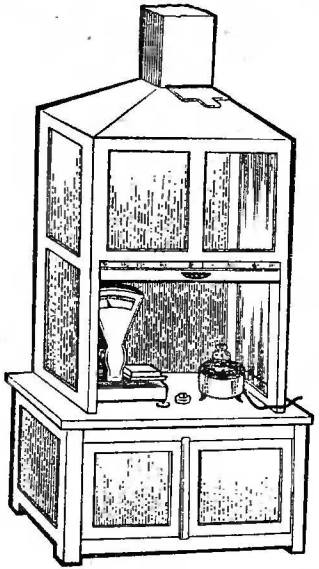


Рис. 171. Вытяжной шкаф с водяной баней и весами.

в таре нагревают в термошкафу или водяной бане при температуре 60—80 °С, пока она не будет доведена до жидкообразного состояния, а затем отбирают необходимое количество смолы в ванночку.

Далее в ванночку со смолой добавляют небольшими порциями пластификатор — дибутилфталат (рис. 172, *а*) и тщательно перемешивают смесь стеклянной палочкой в течение 5—6 мин. После этого в полученную смесь постепенно вводят наполнитель (рис. 172, *б*) согласно рецепту, перемешивая смесь шпателем в течение 8—10 мин так, чтобы не осталось кусочков наполнителя.

Непосредственно перед применением состава в него вводят небольшими порциями отвердитель — полиэтиленполиамин (таким же способом, как и пластификатор) и перемешивают состав в течение 5 мин шпателем (рис. 172, *в*). В приготовленном составе не должно быть пузырьков воздуха и комков компонентов. После введения отвердителя состав должен быть использоваи не позднее чем через 20—25 мин.

Отверждение состава. Состав, нанесенный на деталь или введенный в сопряжение, должен быть выдержан в течение 3 сут при температуре воздуха 18—20 °С. Во время выдержки надо следить за тем, чтобы в состав не попали грязь, масло или вода. Поверхность, на которую нанесен состав, должна занимать горизонтальное положение.

Для ускорения отверждения состава деталь, выдержанную 24 ч при температуре 20 °С, нагревают в электропечи или лампами инфракрасного излучения по одному из следующих режимов:

Температура, °С	40	60	80	100
Время выдержки, ч	23—25	4—5	3	2

Способы восстановления деталей и сопряжений составами на основе эпоксидной смолы ЭД-6 изложены в §§ 2—4 настоящей главы.

§ 2. Заделка трещин

Заделка трещин длиной до 20 мм. После определения границ трещины накернивают и просверливают на ее концах отверстия диаметром 2,5—3 мм, вдоль трещины снимают крейцмейселем фаску под углом 60—70° (рис. 173, *а*) на глубину 1 мм (при толщине стенок детали 2,5—3 мм) и 2—3 мм (при толщине стенок свыше 5 мм). У детали с толщиной стенок менее 1,5 мм фаску не снимают.

Затем поверхность детали на 40—50 мм по обе стороны трещины зачищают до металлического блеска шлифовальным кругом или проволочной щеткой (а иногда и крейцмейселем) и шлифовальной шкуркой, обдувают сжатым воздухом и дважды обезжиривают ацетоном, просушивая каждый раз по 8—10 мин.

Для заделки трещин на чугунных и стальных деталях применяют состав рецепта Б (табл. 14), на алюминиевых деталях — состав рецепта Г.

Установив деталь так, чтобы поверхность с трещиной находилась в горизонтальном положении, наносят шпате-

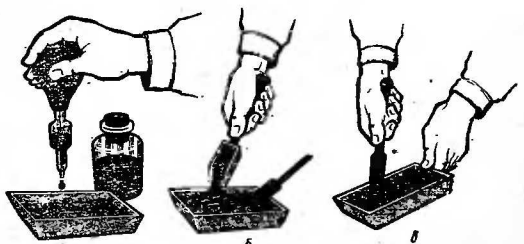


Рис. 172. Приготовление состава на основе эпоксидной смолы:

а — введение в смолу пластификатора; *б* — введение в смесь наполнителя; *в* — перемешивание состава.

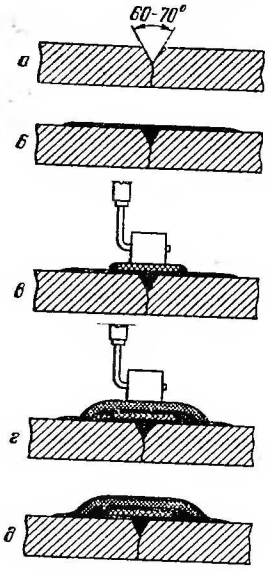


Рис. 173. Заделка трещины:

а — разделка трещины; *б* — нанесение состава на трещину; *в* — установка на трещину накладки из стеклоткани и прикатка накладки роликом; *г* — установка на трещину второй накладки; *д* — нанесение состава на вторую накладку.

лем состав на поверхность трещины и на зачищенный участок вокруг трещины (рис. 173, *б*), после чего дают составу затвердеть и зачищают (напильником, шабером, шлифовальной шкуркой) подтеки и наплывы.

Заделка трещин длиной 20—150 мм. При заделке таких трещин после нанесения состава способом, описанным выше, устанавливают накладку из стеклоткани или технической бязи. Накладка должна перекрывать трещину на 20—25 мм.

Прикатав накладку роликом (рис. 173, *в*), наносят на нее шпателем тонкий слой состава, устанавливают вторую накладку, которая перекрывает трещину на 30—40 мм, и прикатывают ее роликом (рис. 173, *г*). Наконец наносят состав на вторую накладку (рис. 173, *д*), дают ему затвердеть, зачищают подтеки и наплывы.

Заделка трещин длиной более 150 мм. Длинные трещины заделывают установкой ввертышей. Для этого, подготовив трещину уже известным способом, накернивают и просверливают отверстия диаметром 7 мм по всей длине трещины так, чтобы расстояния между центрами отверстий были равны 10 мм. В отверстиях нарезают метчиками резьбу М8×1 (рис. 174). Далее зачищают поверхность детали по обе стороны трещины на 40—50 мм и делают на зачищенной поверхности насечки крейцмейселем.

Резьбовые ввертыши М8 × 1 изготовляют длиной, равной толщине стенок детали. Их устанавливают после двукратного обезжиривания подготовленной поверхности, покрыв резьбу тонким слоем состава. Поверхность детали с трещиной должна находиться при этом в горизонтальном положении.

После установки ввертышей на трещину устанавливают две накладки из стеклоткани или технической бязи, как было описано выше.

Другой способ заделки трещин длиной более 150 мм заключается в наложении металлических накладок и закреплении их болтами. Этот способ применяют при толщине стенок детали не менее 4 мм.

Трещину разделывают обычным способом. Накладку изготовляют из листовой стали толщиной 1,5—2 мм. Она должна перекрывать трещину на 40—50 мм. В накладке сверлят отверстия диаметром 10 мм (рис. 175, *а*). Расстояние *а* между центрами отверстий должно составлять 60—80 мм, а расстояние от центров отверстий до краев накладки — не менее 10 мм. Болты М8 × 1 изготовляют из стали Ст. 3 с резьбой, длина которой равна сумме толщин детали и накладки.

Накладку устанавливают на трещину и накернивают центр первого отверстия (рис. 175, *б*). Просверлив это отверстие диаметром 7 мм, нарезают в нем резьбу М8 × 1. Затем закрепляют накладку на детали болтом, ввернутым в подготовленное отверстие, и накернивают центры остальных отверстий. Сверлят отверстия и нарезают в них резьбу.

Зачистив сопрягаемые поверхности детали и накладки и дважды обезжирив их ацетоном, наносят на них тонкий слой состава, устанавливают накладку и ввертывают болты (рис. 175, *в*), покрытые предварительно тонким слоем состава. Последовательность установки болтов показана на рисунке 175, *б*. В заключение отверждают состав и зачищают подтеки и наплывы.

Рассмотренными способами заделывают трещины в головках и блоках цилиндров, блок-картерах, корпусах и поддонах воздухоочистителей, картерах сцеплений, топливных

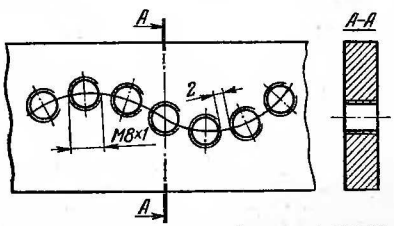


Рис. 174. Трещина с резьбовыми отверстиями под ввертыши.

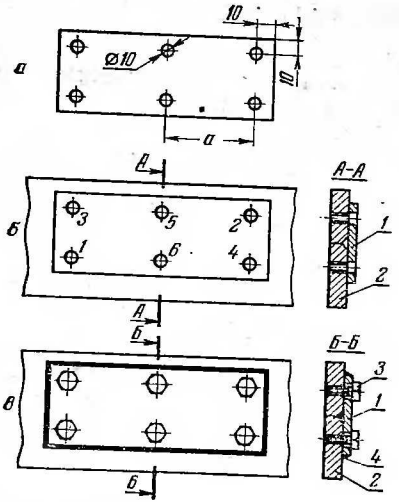


Рис. 175. Заделка трещин с установкой металлической накладки:

а — размеры отверстий накладки; *б* — установка накладки на трещину и нарезание резьбы в детали; *в* — отремонтированная деталь; *1* — накладка; *2* — деталь; *3* — болт; *4* — состав.

баках, корпусах коробок передач и задних мостов и других деталях тракторов, автомобилей, комбайнов при условии, что трещины не проходят через отверстия под втулки и подшипники, через резьбовые отверстия и ранее заваренные места.

§ 3. Заделка пробоин

Пробоины в деталях машин заделывают тремя способами: 1) нанесением состава на основе эпоксидной смолы с наложением накладок заподлицо; 2) нанесением состава с наложением накладок внахлестку; 3) нанесением состава с наложением металлических заплат внахлестку и закреплением их болтами.

Первый способ. Вначале притупляют зубилом и напильником острые кромки пробоины и зачищают поверхность

детали вокруг пробоины на расстоянии 10—20 мм.

Накладку, перекрывающую контуры пробоины на 10—20 мм, вырезают из листовой стали толщиной 0,5—0,8 мм и зачищают. В центре накладки делают пробойником отверстие и закрепляют отрезок проволоки диаметром 0,3—0,5 мм и длиной 100—150 мм. Затем вырезают точно по контуру пробоины накладки из стеклоткани, которая предварительно должна быть обезжирена кипячением в воде в течение 2—3 ч и высушена.

Зачищенные поверхности металлической накладки и детали, а также кромки пробоины подвергают двукратному обезжириванию ацетоном, после чего наносят на поверхность накладки тонкий слой состава, устанавливают накладку под пробоину, как показано на рисунке 176, *а*, и закрепляют проволокой.

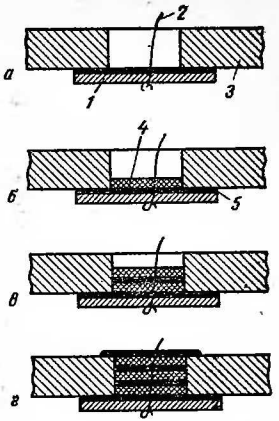


Рис. 176. Заделка пробоины с наложением накладок заподлицо:

а — закрепление металлической накладки под пробоиной; *б* — установка в пробоину первой накладки из стеклоткани; *в* — установка в пробоину второй накладки из стеклоткани; *г* — пробоина с нарощенной стенкой; *1* — металлическая накладка; *2* — проволока; *3* — деталь; *4* — накладка из стеклоткани; *5* — состав.

Далее на металлическую накладку помещают накладку из стеклоткани (рис. 176, *б*) и прикатывают ее роликом, наносят слой состава толщиной 0,1—0,15 мм, помещают в пробоину следующую накладку из стеклоткани (рис. 176, *в*), прикатывают ее роликом и т. д. до тех пор, пока верхняя накладка не будет установлена заподлицо с поверхностью детали. Наносят состав на верхнюю накладку и зачищенную поверхность вокруг пробоины, отверждают состав, обрезают проволоку и зачищают подтеки и наплывы.

Второй способ. Подготовив к заделке пробоину и металлическую накладку, как описано выше, изготовляют из стеклоткани две накладки таких размеров, чтобы первая накладка перекрывала контуры пробоины на 20—25 мм, а вторая — на 30—35 мм. Вокруг пробоины по контуру

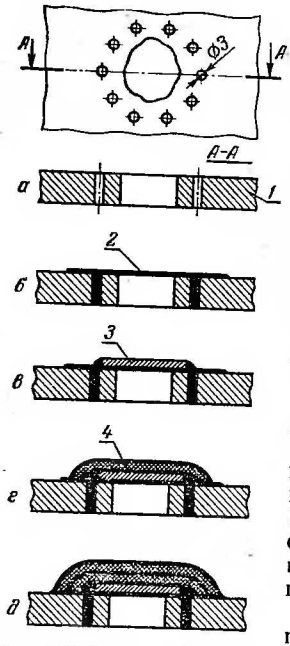


Рис. 177. Заделка пробоины с наложением накладок внахлестку:

а — сверление отверстий вокруг пробоины; *б* — заполнение отверстий составом и нанесение состава на зачищенную поверхность вокруг пробоины; *в* — установка на пробоину металлической накладки; *г* — установка на пробоину накладки из стеклоткани; *д* — отремонтированная деталь; *1* — деталь; *2* — состав; *3* — металлическая накладка; *4* — накладка из стеклоткани.

накладки сверлят отверстия диаметром 3 мм на расстоянии 6 мм одно от другого, считая по центрам отверстий (рис. 177, *а*).

После двукратного обезжиривания кромок пробоины и зачищенных поверхностей металлической накладки и детали заполняют просверленные отверстия составом и наносят тонкий слой состава вокруг пробоины (рис. 177, *б*). Устанавливают на пробоину внахлестку металлическую накладку и слегка прижимают ее (рис. 177, *в*), а затем покрывают составом.

Накладывают сначала одну прокладку из стеклоткани (рис. 177, *г*), потом другую, последовательно прикатывая их роликом и покрывая составом (рис. 177, *д*). После отверждения состава зачищают отремонтированный участок от подтеков и наплывов.

Третий способ. Этот способ применяют при толщине стенок детали не менее 4 мм. Заплату изготовляют из листовой стали толщиной 1,5—2 мм такого размера, чтобы она перекрывала контуры пробоины на 40—50 мм. В заплате сверлят отверстия диаметром 10 мм (рис. 178, *а*). Расстояние между центрами соседних отверстий *а* должно составлять 50—70 мм, центры отверстий должны отстоять от края заплаты на 10 мм.

Резьбовые отверстия в детали под болты М8 × 1 сверлят так же, как и в случае заделки трещины длиной более 150 мм. Дальнейшие операции также не отличаются от рассмотренных (см. стр. 214—215). Последовательность установки болтов показана на рисунке 178, *б*.

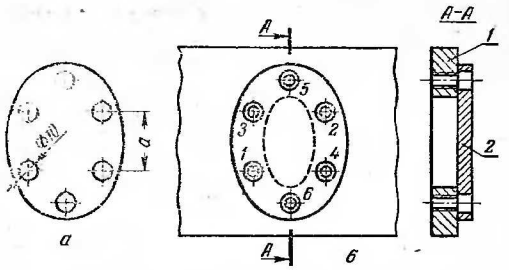


Рис. 178. Заделка пробоины с наложением металлической заплаты:

а — размеры отверстий заплаты; *б* — установка заплаты на пробоину и нарезание резьбы в детали; *1* — деталь; *2* — заплата.

Способы заделки пробоин применимы к тем же деталям, которые были перечислены в § 2 настоящей главы, при условии, что пробоины расположены на необработанных стенках деталей и площадь пробоины не превышает 600 см².

§ 4. Восстановление неподвижных и резьбовых сопряжений

Неподвижные сопряжения. Если в неподвижном сопряжении деталей (посадке) образовался зазор до 0,1 мм, то посадку восстанавливают следующим образом. Зачищают и дважды обезжиривают поверхности сопрягаемых деталей, наносят на них тонкий слой состава на основе эпоксидной смолы ЭД-6, согласно рецепту А (табл. 14), и через 15 мин соединяют детали под прессом. Удалив тампоном, смоченным в ацетоне, подтеки и излишки состава, зачищают наплывы после отверждения состава.

Если в неподвижном сопряжении деталей типа корпус — подшипник появился зазор более 0,1 мм, то такое сопряжение восстанавливают растачиванием корпуса и запрессовкой в него втулки. Перед запрессовкой внутреинюю поверхность корпуса и наружную поверхность втулки покрывают составом, приготовленным по рецепту А.

Этими способами восстанавливают детали, у которых нет трещин, проходящих через поверхность отверстий.

При коррозионном износе сопряженных поверхностей применяют состав, приготовленный по рецепту В.

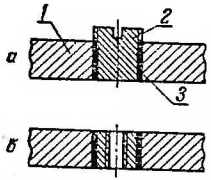


Рис. 179. Восстановление резьбового отверстия:

а — установка ввертыша; *б* — восстановленное резьбовое отверстие; *1* — деталь; *2* — ввертыш; *3* — состав.

Резьбовые сопряжения восстанавливают при износе и повреждениях (вмятины, забоины, выкрошенные нитки) резьбовых отверстий.

Изношенные резьбовые отверстия под шпильки зачищают стальным ершом, а шпильки — проволочной щеткой. После двукратного обезжиривания наносят на сопрягаемые детали состав, приготовленный по рецепту А (если зазор в сопряжении корпус — шпилька менее 0,3 мм), Б (если этот зазор более 0,3 мм) и Г (если шпильку устанавливают в алюминиевый корпус), и ввертывают шпильку в отверстие.

При значительном износе резьбовых отверстий под болты их развертывают для нарезания резьбы под ввертыши. Нарезав резьбу в отверстиях и изготовив ввертыши длиной на 5 мм больше глубины отверстий, наносят состав на резьбу отверстий и ввертышей и ввинчивают их в отверстия отверткой (рис. 179, *а*). После отверждения состава срубают выступающие части ввертышей заподлицо с поверхностью детали и нарезают новую резьбу (рис. 179, *б*).

§ 5. Газопламенное нанесение полимерных покрытий

Нанесение полимерных покрытий газопламенным способом заключается в том, что порошок полимерного материала вводят в пламя спецнальной горелки, где он расплавляется, и расплавленные частицы наносят сжатым воздухом на нагретую деталь. Этот способ применяют для получения на деталях теплоизоляционных, электроизоляционных, защитных и других видов покрытий. Особенно широко его используют для устранения иеровиостей и вмятин глубиной до 5 мм на кабинах и облицовках тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин.

Рекомендуемый для ремонтного производства порошок ПФН-12 состоит в основном из термопластичного поливинилбутираля, фенольной смолы и графита. Эластичные свойства, необходимые для нанесения материала на металлическую поверхность, он приобретает уже при температуре 140—150 °С. Полимерный порошок ПФН-12 очень летуч и вредно действует на людей, поэтому помещение,

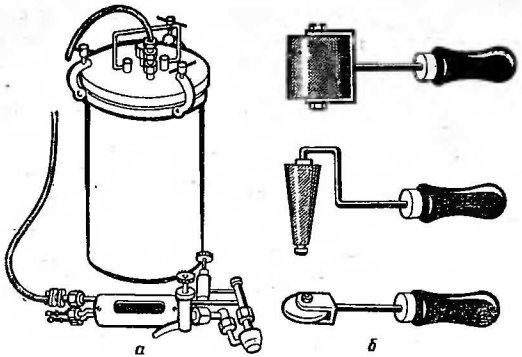


Рис. 180. Оборудование для газопламенного нанесения полимерных покрытий:

а — установка УПН-6-63; *б* — цилиндрический, конический и дисковый ролики.

в котором производят нанесение покрытий, должно быть оборудовано хорошей вентиляцией.

Для нанесения полимерных покрытий предназначена установка УПН-6-63 (рис. 180, *а*). Она состоит из питательного бачка, горелки с тремя штуцерами (для порошка, сжатого воздуха и ацетилена) и шлангов. В зависимости от обрабатываемой поверхности к горелке присоединяют плоское или цилиндрическое сопло. Струя из плоского сопла захватывает за один проход до 70 мм поверхности, из цилиндрического — до 20 мм. Шланг от питательного бачка подводят к порошковому штуцеру горелки, с двумя другими штуцерами соединяют шланги, по которым будут подаваться сжатый воздух и ацетилен.

Порошок перед употреблением просушивают при температуре 60 °С в течение 5—6 ч и просеивают через сито, после чего засыпают в питательный бачок, который плотно закрывают крышкой.

Поверхность детали, на которую наносится полимер, зачищают до металлического блеска, а непосредственно перед нанесением нагревают пламенем горелки до 220—230 °С. У горелки открывают сначала воздушный вентиль, потом ацетиленовый, поджигают газовую смесь и регулируют длину пламени в пределах 140—160 мм. Режим работы принимают следующий: давление сжатого воздуха

300—400 кПа (3—4 кгс/см²), ацетилена — не ниже 500 Па (50 мм вод. ст.), скорость перемещения горелки — 1,2—1,6 м/мин, расстояние между мундштуком горелки и нагреваемой поверхностью — 100—120 мм. Температуру рекомендуется контролировать цветными термокарандашами. При этом надо следить, чтобы не было перегрева поверхности (до синего цвета побежалости).

Держа зажженную горелку, открывают вентиль подачи порошка, нажимают на курок и наносят материал на нагретую поверхность за два-три прохода горелки. Нанесенный слой прикатывают роликом (рис. 180, *б*), который время от времени окунают в холодную воду. Прогрев в течение 5—8 с нанесенное покрытие пламенем горелки, наносят второй слой материала за два-три прохода и прикатывают его роликом.

Полимерный материал наносят таким путем до тех пор, пока не будет устранена вмятина или неровность. Через 15—20 мин после нанесения покрытия его зачищают шлифовальным фибровым диском или шлифовальным кругом, надетым на гибкий вал обдирочно-шлифовального станка.

§ 6. Применение синтетических клеев

Синтетические клеи БФ и ВС-10Т находят самое широкое применение при восстановлении поломанных и треснувших деталей, уплотнении неподвижных соединений. Материалы можно склеивать в различных сочетаниях.

Клей БФ-2 применяют для склеивания металлических деталей, которые работают в интервале температур от —60 до 80 °С, а также для заделки трещин и пробоин в корпусных деталях (блоках цилиндров, корпусах коробок передач, картерах и т. п.).

Клей БФ-4 рекомендуется для склеивания деталей, подверженных сильным толчкам и вибрациям.

Клеем БФ-6 склеивают металлы с пластмассами и тканями.

Особое внимание обращают на чистоту поверхностей склеиваемых деталей. Поверхности зачищают стальными щетками, промывают и обезжиривают чистым бензином или ацетоном.

Наилучшая толщина пленки клея БФ составляет 0,15—0,25 мм. Клей наносят в два-три слоя, высушивая их последовательно в течение 15—25 мин. После этого склеиваемые детали прижимают друг к другу, нагревают до 150—200 °С,

выдерживают при этой температуре около 2—3 ч для отверждения клея, а затем медленно охлаждают. Прочный шов получается, если прижать склеиваемые детали друг к другу под давлением 400 кПа (4 кгс/см²). Детали из неметаллических материалов выдерживают обычно в течение 2—3 ч при температуре 60 °С.

Для тепловой обработки детали после склеивания помещают в нагревательную печь или сушильный шкаф, применяют рефлекторные электронагреватели. После тепловой обработки детали рекомендуется охлаждать со скоростью примерно 1 °С/мин.

Трещины и пробоины заделывают с помощью клея обычно многослойными тканевыми заплатами, предварительно пропитанными клеем и высушенными. Вдоль трещин разделывают крейцмейселем канавку глубиной 3—3,5 мм, сверлят отверстия, нарезают в них резьбу и ставят ввертыши заподлицо с канавкой. В канавку под заплату укладывают пропитанный клеем асбестовый шнур. Наложенную заплату прикатывают роликом, после чего деталь подвергают тепловой обработке.

Пробоины площадью до 10 см² заделывают тканевыми заплатами, пробоины площадью 10—30 см² — металлическими заплатами толщиной 0,3—0,5 мм. Последовательность наложения многослойных заплат такая же, как и при заделке пробоин с помощью состава на основе эпоксидных смол (см. § 3 настоящей главы).

Для прижатия деталей во время отверждения клея с целью создания необходимого давления используют прессы, струбцины, стяжки и т. д. Заплаты на корпусных деталях часто прижимают выбракованными втулочно-роликовыми цепями и нажимными планками. К цепям приваривают шарниры, в которых нарезают отверстия для стяжных болтов. На рисунке 181 показано применение втулочно-роликовых цепей и нажимных планок.

Клеем ВС-10Т можно склеивать детали из стали, чугуна, алюминиевых и медных сплавов, пластмасс в любых сочетаниях. Клеевое соединение не теряет своих механических свойств при температуре 200 °С в течение 200 ч и при температуре 300 °С — в течение 5 ч.

На ремонтных предприятиях клей применяют главным образом для соединения фрикционных накладок с тормозными колодками и дисками муфт сцепления и муфт управления тракторов и автомобилей. Приклеенные накладки можно использовать почти до полного износа по толщине.

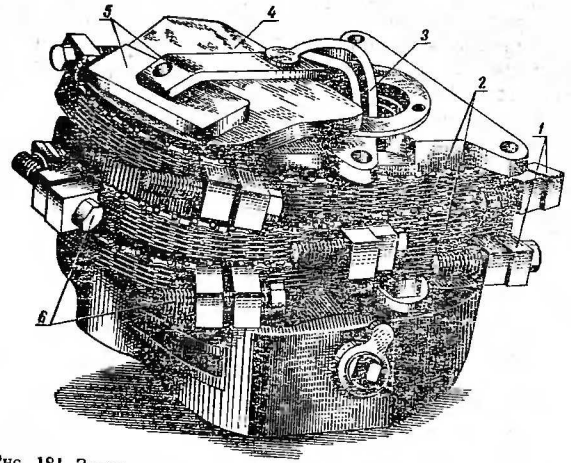


Рис. 181. Заделка клеевыми заплатами трещин и пробоин в корпусе коробки передач:

1 — шарниры; *2* — втулочно-роликовые цепи; *3* — струбцина; *4* — пакет из промасленной бумаги или целлофана, резины, асбеста и стального листа; *5* — нажимные планки; *6* — стяжные болты.

Замена клепки склеиванием повышает производительность труда в 1,2—1,6 раза при ремонте тормозных колодок автомобилей, в 4 раза — при ремонте дисков муфт сцепления тракторов. Значительно сокращается расход запасных частей и ремонтных материалов.

Старые накладки удаляют срубанием заклепок или протачиванием на токарном станке, если накладка была приклеена.

Перед приклейкой новые накладки и колодки (или диски) обезжиривают, зачищают и покрывают клеем. Для обезжиривания детали нагревают газовой горелкой до 280—300 °С.

Склеиваемые поверхности зачищают стальной щеткой, напильником, шлифовальной шкуркой или наждачным кругом на станке. Хорошие результаты дает пескоструйная очистка. После зачистки поверхности тщательно обезжиривают ацетоном.

Клей наносят кистью слоем толщиной 0,1—0,2 мм и выдерживают при комнатной температуре в течение 15—

25 мин (палец не должен прилипать к клею). После этого наносят второй слой клея и также высушивают его в течение 10—15 мин.

Накладки прижимают к колодкам или дискам в специальных приспособлениях, позволяющих создавать давление на склеиваемые поверхности около 150—200 кПа (1,5—2 кгс/см²), затем приспособление устанавливают в сушильном шкафу или термопечи, выдерживают там примерно 1—2 ч при температуре 180—200 °С и медленно охлаждают до комнатной температуры.

Если накладки приклеивают клеем БФ-2, то прижимать их к детали следует при давлении 400 кПа, а нагревать — при температуре 120—160 °С.

§ 7. Техника безопасности

Восстановление деталей с применением полимерных материалов необходимо проводить в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией с принудительной циркуляцией воздуха. Оборудование типового участка полимерных покрытий показано на рисунке 182.

Все легко воспламеняющиеся и взрывоопасные материалы надо хранить в закрывающихся металлических ящиках. Электрические машины и аппараты должны быть заземлены. В помещении должны находиться огнетушители.

Операции по отвешиванию и разогреванию эпоксидной смолы, отвердителей и приготовлению состава следует проводить в вытяжном шкафу или на рабочем месте с местной вытяжкой. Рабочее место на верстаке покрывают бумагой, которую после работы сжигают.

Работающие с эпоксидными смолами должны быть в спецодежде (халаты, нару-

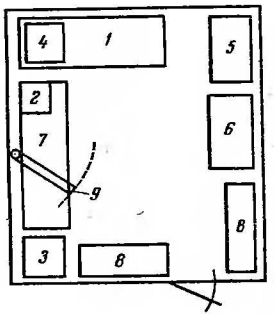


Рис. 182. Технологическое оборудование участка полимерных покрытий (площадь 18 м²):

1 — рабочий стол с вытяжным шкафом; *2* — вакуум-сушильный шкаф; *3* — электропечь; *4* — сушильный шкаф; *5* — установка для газопламенного нанесения полимерных покрытий; *6* — монтажный стол; *7* — слесарный верстак на два рабочих места; *8* — стеллаж для деталей и узлов; *9* — консольно-поворотный кран грузоподъемностью 500 кг.

кавники, колпаки, фартуки, перчатки из резины, кожи или полиэтилена). Наносить эпоксидные составы на обрабатываемые детали можно только инструментом (кистью, шпателем, лопаткой и т. д.).

Перед началом работы с эпоксидными смолами руки нужно смазать тонким слоем мыльной пасты (кремом для бритья или мыльным порошком). Работающие с эпоксидными составами должны не реже чем через каждые 2 ч мыть руки теплой водой с мылом. Прикасаться немытыми руками к телу и одежде запрещается. Участки тела, на которые попали отвердитель, смола или смесь, нужно немедленно обмыть теплой водой с мылом и натереть мыльной пастой.

Во время работы с полимерными материалами запрещается курить и принимать пищу.

Закончив работу, следует освободить проходы от мусора и посторонних предметов и вытереть облитый водой или маслом пол, предварительно посыпав его опилками. После работы рекомендуется принять горячий душ.

Работы с порошковыми материалами, обладающие токсическими свойствами, или материалами, выделяющими при нагревании вредные газы, можно производить только с применением специальных средств защиты (шлемов с искусственной подачей воздуха, противогазов и т. п.).

На установках для газопламенного нанесения полимерных покрытий могут работать лишь лица, имеющие удостоверение на право выполнения газосварочных работ.

Глава XVI. РАЗБОРОЧНО-СБОРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

§ 1. Разборка

Машину, поступившую в ремонт, разбирают на узлы и детали после тщательной наружной очистки, мойки и технического осмотра с целью определения характера предстоящего ремонта и объема разборочных работ.

Разборка сельскохозяйственной машины и сборка ее после ремонта иногда отнимают больше времени, чем сам ремонт, поэтому без особой необходимости ие следует разбирать машину полностью. Кроме того, надо помнить, что разборка нарушает взаимное расположение сопряженных и приработавшихся друг к другу деталей, портит нормальные соединения деталей с неподвижными посадками. В процессе разборки часто повреждается резьба болтов, шпилек и гаек, появляются забоины на гладких валах, подшипниках и других точно обработанных деталях. Поэтому не следует снимать с машины и разбирать те узлы, детали которых могут отработать еще один межремонтный срок. Все узлы приходится снимать только тогда, когда необходимо отремонтировать раму машины, но и в этом случае пригодные к дальнейшей работе узлы не разбирают.

Последовательность разборки всех сельскохозяйственных машин примерно одинакова. Сначала с машины снимают тяги, механизмы управления и детали передач. После этого отделяют рабочие органы (корпуса плугов, сошники сеялок, режущие аппараты уборочных машин) и разбирают ходовую часть (у прицепных и самоходных машин). Заключительной операцией является разборка рамы.

Дальнейшую разборку узлов надо стараться вести так, чтобы можно было отделять неисправные детали, не разбирая всего узла.

В ремонтных мастерских колхозов и совхозов, на предприятиях объединений «Сельхозтехника» для разборки и сборки машин применяют специальные приспособления, рекомендуемые типовой технологией ремонта, а также универсальные слесарно-монтажные инструменты (см. стр. 14—22), выколотки, съемники и др.

В объединениях «Сельхозтехника» можно приобрести комплекты инструментов: «большой набор» (ПИМ-1514),

«средний набор» (ПИМ-1515) и «малый набор» (ПИМ-1516), состоящие соответственно из 44, 26 и 19 инструментов, позволяющих выполнять большинство операций по разборке сельскохозяйственных машин; набор инструмента для колхозного механика; набор инструмента для слесаря-монтажника.

В последний набор входят девять двусторонних гаечных ключей, 10 торцевых ключей с принадлежностями, четыре накидных гаечных ключа, 12 специальных ключей, четыре отвертки, баллонный ключ, ключ для шпилек, зубило, бородок, щуп, пассатижи, молоток, разводной ключ и т. д., всего 54 предмета.

Резьбовые и шлицевые соединения, тронутые ржавчиной, разбирают после того, как смочат их керосином. Небольшой узел можно прямо поместить в керосиновую ванну.

Неподвижные соединения деталей (с натягом) разъединяют с помощью прессов и съемников.

В ремонтных мастерских применяют самые различные прессы — от переносных реечных с усилием 10—30 кН (1000—3000 кгс) до стационарных гидравлических с усилием 1 МН (100 тс).

При разборке пользуются универсальными и специальными съемниками. Универсальные съемники, предназначенные для разборки узлов и соединений разных размеров, чаще всего изготовляют винтовыми.

Особенно внимательно надо относиться к разборке узлов, в которых установлены шариковые и роликовые подшипники. Снимать подшипники ударами молотка по выколотке разрешается лишь в крайнем случае, когда нет возможности воспользоваться съемником. При снятии подшипников важно соблюдать такое правило: если подшипник плотно посажен на вал, то для его спрессовки усилие следует прикладывать к внутреннему кольцу, если же он запрессован в корпусе, то усилие необходимо прикладывать к наружному кольцу.

На месте разборки машины нужно иметь подъемно-транспортные устройства для снятия, перемещения и перевозки тяжелых узлов и деталей. К этим устройствам относятся передвижные краны, кран-балки с тельферами, транспортные тележки. Когда возникает необходимость приподнять раму машины, применяют реечные, винтовые и гидравлические домкраты.

После разборки машины промывают ее детали, определяют их техническое состояние и возможность использования для дальнейшей работы, составляют ведомость дефектов с перечнем ремонтных операций. На базисных деталях — рамах, блоках, корпусах коробок передач, редукторов и т. п. — ставят номер машины или прикрепляют бирку, чтобы эти детали не обезличивались, то есть не переставлялись с одной машины на другую.

К числу деталей, которые нельзя раскомплектовывать, относятся взаимно приработанные зубчатые колеса и шестерни, шатуны со своими крышками, коленчатые валы с маховиками и другие сопряженные или совместно обработанные детали. Эти детали в процессе разборки связывают проволокой.

Крепежные детали — болты, шпильки, гайки, винты, шайбы — по возможности ставят на свои места, где они находились до разборки. Это облегчает впоследствии сборку машины.

§ 2. Сборка

Сборка узлов, механизмов и машины в целом большей частью выполняется в обратной последовательности по сравнению с разборкой. Сначала к раме крепят собранные узлы ходовой части, затем устанавливают рабочие органы, передаточные механизмы и механизмы управления.

Во время сборки обычно пользуются тем же инструментом, который употреблялся при разборке. Исключение составляют подгоночные работы, связанные с применением режущего инструмента. Объем таких работ иногда бывает довольно значительным. Необходимость в подгонке деталей друг к другу возникает в тех случаях, когда детали обработаны недостаточно точно или же их более целесообразно обрабатывать при установке на место. В число подгоночных работ чаще других слесарных операций входят опиливание и сверление.

От правильной и точной сборки зависит нормальная работа машины. Поэтому сборка, установка и регулировка сложных узлов, а также подгоночные работы поручаются слесарям высокой квалификации.

Практикой выработан ряд общих правил, которых следует придерживаться при сборке всех машин. Эти правила в основном сводятся к следующему.

Качество деталей. Новые и отремонтированные детали, поступающие на место сборки, тщательно промывают, обдувают сжатым воздухом, очищают. На их поверхности

не должно быть пятен ржавчины, забоин, задиров и заусенцев. Трущиеся поверхности смазывают, следя за тем, чтобы до сборки к смазке не пристал песок. Перед установкой на место масленок прочищают маслоподводящие и маслораспределительные каналы.

При сборке зубчатых передач рекомендуется комплектовать пары либо из зубчатых колес, приработавшихся одно к другому, либо из новых зубчатых колес. Так же нужно поступать и с другими сопряженными трущимися деталями.

Резьбовые соединения. Перед сборкой резьбовых соединений подготовляют как крепежные, так и соединяемые детали: проверяют шероховатость сопрягаемых поверхностей, совпадение осей отверстий в соединяемых деталях, зачищают неровности.

К сборке пригодны болты, шпильки и гайки с полной и чистой резьбой, не имеющие смятых углов на головках. Допускается срыв двух крайних ниток резьбы. В резьбу на чугунных деталях болты и шпильки должны быть ввернуты на глубину не менее 1,1 их диаметра, а в резьбу на стальных деталях — на глубину не менее 0,8 диаметра. Резьба болта или шпильки должна выступать над гайкой на 1—3 нитки. В отверстиях для шплинтов у болтов и шпилек не должно быть забоин.

Болты вставляют в отверстия от руки или легкими ударами деревянного молотка. Применять для этой цели стальной молоток нельзя. Зазор между болтом и отверстием не должен быть более 0,5 мм на каждые 10 мм диаметра болта, а у ответственных соединений — 0,1—0,2 мм. Если же болты центрируют (например, в соединении шатуна с крышкой), то зазор между центрирующим пояском и отверстием составляет всего лишь 0,02—0,04 мм.

Шпильки устанавливают в тело детали с помощью двух гаек, болта с гайкой или специальным ключом. Чтобы убедиться в том, что шпилька плотно ввернута в тело детали, постукивают медным молотком по ненарезанной части шпильки. При этом не должно слышаться дребезжания.

В соединениях, образуемых большим числом болтов или шпилек, гайки завертывают в определенной последовательности, чтобы избежать перекоса. На таких деталях, как головка цилиндров двигателя, гайки затягивают от середины к краям, на фланцах — крест-накрест. Во всех случаях гайки устанавливают в три приема: сначала их завертывают до соприкосновения с шайбами или поверхностью

детали, затем слегка затягивают и только после этого затягивают окончательно.

Чтобы гайки не отвертывались, их закрепляют (контрят) замочными и пружинными шайбами, шплинтами, проволокой, контргайками.

При закреплении круглых гаек замочными шайбами внутренний шлиц шайбы должен входить в продольный паз на резьбе вала или болта, а один из наружных шлицев загибаться в прорезь на гайке. Если шайбу используют повторно, нельзя загибать один и тот же шлиц.

Для закрепления двух рядом расположенных гаек под них устанавливают пластину, противоположные углы которой отгибают на грани гаек.

У пружинных шайб концы должны расходиться на расстояние, равное удвоенной толщине шайбы. После затяжки зазор в разрезе шайбы не должен превышать 1,5 мм для гаек с диаметром резьбы 10 мм, 2 мм — для гаек с диаметром резьбы 14—16 мм, 3 мм — для гаек с диаметром резьбы 24 мм. Пружинную шайбу, как правило, используют один раз. Повторно ее можно устанавливать под гайку только в том случае, если оиа не утратила своей упругости: концы ее должны расходиться не менее чем на 1,5 толщины шайбы.

Шплинты для крепления корончатых гаек подбирают так, чтобы они плотно входили в отверстие. У правильно поставленного шплинта головка утопает в прорези гайки. Использовать шплинт можно только один раз.

Часто болты предохраняют от самоотвинчивания с помощью мягкой проволоки. Проволокой можно закреплять группу болтов, а иногда и отдельный болт. Проволока толщиной 1—1,5 мм должна быть мягкой и ровной. Концы проволоки, пропущенные через отверстия в головках болтов, туго стягивают, скручивают и обрезают. В натянутом состоянии проволока должна вращать болты в сторону затяжки.

Передачи. Важнейшим условием нормальной работы цепных и ременных передач является установка ведущих и ведомых звездочек и шкивов в одной плоскости. Отклонения здесь допускаются самые минимальные: для звездочек втулочно-роликовых цепей — 2 мм на 1 м длины, для звездочек крючковых цепей — 3 мм на 1 м длины, для шкивов клиноременных передач — 4 мм на 1 м длины.

Отклонения в расположении звездочек и шкивов легко обнаружить, приложив к торцам ободьев длинную линейку или же натянув шнур между этими деталями.

Чтобы не превысить допустимые отклонения, звездочки и шкивы необходимо точно и надежно закреплять на валах, а сами валы располагать строго параллельно.

Устанавливая цепные и ременные передачи, нельзя забывать о проверке натяжения цепи или ремня. Рекомендуемое натяжение, соответствующее определенному прогибу ветви под действием заданной нагрузки, указывается в технических условиях на сборку машины.

Еще более строгие требования предъявляются к сборке зубчатых передач. У них перекос осей валов допускается только до 0,15—0,2 мм. Зазор в зацеплении зубчатых колес регулируется специальными прокладками, находящимися в опорах валов.

Уплотнения. Войлочные уплотнительные сальники должны быть чистыми, упругими и ровными. Сальники, бывшие в употреблении, промывают в горячей воде, керосине или масле, после чего пропитывают автотракторным маслом (автолом). Таким же маслом смазывают манжеты самоподжимных сальников. Манжеты должны плотно, но без подворачивания входить в корпус.

На картонных уплотнительных прокладках не допускаются складки и порванные места. Картон должен быть всюду одинаковой толщины. Прокладки, предотвращающие подтекание воды, смазывают суриком, а прокладки, предотвращающие подтекание масла — солидолом (или оставляют сухими).

Медные и железо-асбестовые прокладки не должны иметь трещин, заусенцев и коробления. По всей поверхности они должны быть одинаковой толщины.

Соединения с натягом. Чтобы получить натяг в соединении двух цилиндрических деталей, надо либо нагреть наружную деталь, отчего она легко встанет на свое место, либо принудительно запрессовать в нее внутреннюю деталь. Для запрессовки рекомендуется применять реечные и гидравлические прессы. В крайнем случае можно пользоваться медной выколоткой и молотком, все время меняя точку приложения удара. Сначала наносят легкие удары, а когда деталь будет надежно направлена в отверстие — более сильные.

Для запрессовки деталей можно приспособить также некоторые съемники, применяемые при разборочных операциях.

Подшипники качения. Перед установкой шарико- или роликоподшипник промывают, протирают и смазывают маслом.

Если подшипник устаиавливают с натягом на валу, то для уменьшения усилия напрессовки его нагревают перед сборкой в водо-масляной ванне до температуры 90—100 °С. При отсутствии специальных приспособлений для напрессовки подшипника лучше брать не выколотку, а трубчатую оправку, размеры которой по наружиому и внутреннему диаметрам соответствуют размерам внутреннего кольца подшипника. В этом случае усилие от удара молотка распределяется равномерно по всему кольцу подшипника, что исключает возможность его перекоса и поломки.

Если подшипник должен быть посажен с натягом не на вал, а в корпус, то трубчатую оправку подбирают по размерам наружного кольца подшипника.

Иногда для получения большего натяга накернивают посадочные места подшипников. Этого делать не следует во избежание поломки или неправильной установки подшипника.

После установки плотность посадки подшипиика контролируют щупом, вставляемым между кольцом и уступом посадочного места. Если подшипник поставлен правильно, щуп толщиной 0,05 мм не войдет между кольцом и уступом.

Во время обкатки и в процессе эксплуатации машины подшипники должны работать без шума и не нагреваться выше 80—90 °С. Не допускается трение колец подшипника о маслоотражательные шайбы.

Единицы величин, упоминаемые в книге

Величины	Наименования единиц величин	Принятые обозначения единиц величин	Примечания
Длина	метр сантиметр миллиметр микрометр дюйм	м см мм мкм ″	1 м = $\frac{1}{100}$ см = $\frac{1}{1000}$ мм 1 мм = $\frac{1}{1000}$ мкм Дюйм (″) — устаревшая единица длины. 1″ ≈ 25,4 мм
Масса	килограмм грамм	кг г	1 кг = 1000 г
Время	сутки час минута секуида	сут ч мин с	1 с = $\frac{1}{60}$ мин = $\frac{1}{3600}$ ч = $\frac{1}{84\,600}$ сут
Температура	градус Цельсия	°С	
Плоский угол	градус минута	° ′	1° = 60′
Скорость	метр в минуту	м/мин	

Величины	Наименования единиц величин	Принятые обозначения единиц величин	Примечания
Площадь	квадратный миллиметр квадратный сантиметр	мм² см²	1 см² = 100 мм²
Сила	меганьютон килоньютон тонна-сила килограмм-сила	МН кН тс кгс	1 МН = 1000 кН ≈ ≈ 100 тс 1 кН ≈ 100 кгс = 0,1 тс
Момент вращения	ньютон-метр килограмм-сила-метр	Н · м кгс · м	1 Н · м = 0,1 кгс · м
Частота вращения	оборот в минуту	об/мин	
Давление (напряжение)	мегапаскаль килопаскаль миллиметр водяного столба килограмм-сила на квадратный сантиметр	МПа кПа мм вод. ст. кгс/см²	1 МПа = 1000 кПа = = 1 000 000 Па 1 Па ≈ 1/10 мм вод. ст. 1 кгс/см² ≈ 0,1 МПа = = 100 кПа = = 100 000 Па
Мощность	киловатт	кВт	
Электрическое напряжение	вольт	В	
Освещенность	люкс	лк	

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбом технологических карт на ремонт деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин полимерными материалами для мастерских колхозов и совхозов. ГОСНИТИ, М., 1970.
2. Краткий справочник металлиста. Под ред. А. Н. Малова. Изд-во «Машиностроение», М., 1972.
3. Н. И. Макиенко. Слесарное дело с основами материаловедения. Изд-во «Высшая школа», М., 1971.
4. И. С. Серый. Измерительный инструмент и приборы в ремонтной мастерской. Изд-во «Колос», М., 1964.
5. И. Е. Ульманн и др. Ремонт машин. Изд-во «Колос», М., 1967.
6. П. А. Хромецкий, И. Я. Фейгин, Л. К. Савинский. Организация инструментального хозяйства ремонтных заводов и мастерских. ГОСНИТИ, М., 1969.
7. В. Е. Черкун, В. В. Забелин. Разборочные и сборочные работы при ремонте машин. Изд-во „Колос", М., 1971.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Твоя профессия — слесарь-ремонтник (обращение к молодым читателям) 3

Глава I. Организация труда слесаря-ремонтника 7

§ 1. Общие сведения 7
§ 2. Оснащение рабочего места 8
§ 3. Техника безопасности, производственная санитария и гигиена 22

Глава II. Допуски и посадки 25

§ 1. Взаимозаменяемость 25
§ 2. Основные понятия о допусках 27
§ 3. Посадки. Зазоры и натяги 29
§ 4. Классы точности 32
§ 5. Системы допусков 34
§ 6. Классификация посадок 35
§ 7. Обозначение посадок на чертежах 39
§ 8. Точность формы деталей 40
§ 9. Шероховатость поверхности 41

Глава III. Измерительный инструмент и техника измерений 44

§ 1. Показатели измерительных инструментов 44
§ 2. Инструменты и приборы для линейных измерений 45
§ 3. Инструменты для угловых измерений 64
§ 4. Средства проверки прямолинейности и плоскостности . . . 67

Глава IV. Разметка заготовок 70

§ 1. Виды разметки 70
§ 2. Разметочные приспособления и инструменты 70
§ 3. Способы разметки 76
§ 4. Подготовка заготовок к разметке 77
§ 5. Приемы плоскостной разметки 78
§ 6. Приемы пространственной разметки 86
§ 7. Техника безопасности 89

Глава V. Рубка 90

§ 1. Инструменты для рубки 90
§ 2. Техника рубки 93
§ 3. Приемы рубки 94
§ 4. Механизация рубки 98
§ 5. Техника безопасности 98

Глава VI. Резка 100

§ 1. Резка ножницами 100
§ 2. Резка ножовкой 102

§ 3. Резка проволоки 105
§ 4. Резка труб 105
§ 5. Механизация резки 106
§ 6. Техника безопасности 108

Глава VII. Правка и гибка 110

§ 1. Правка (рихтовка) 110
§ 2. Гибка 121

Глава VIII. Опиливание 129

§ 1. Напильники 129
§ 2. Техника опиливания 135
§ 3. Механизация опиливания 142
§ 4. Техника безопасности 143

Глава IX. Сверление, зенкерование, зенкование и развертывание отверстий 144

§ 1. Инструменты для сверления 144
§ 2. Сверлильные станки 148
§ 3. Установка изделий на станке 152
§ 4. Приемы сверления отверстий на станке 154
§ 5. Сверление ручными инструментами и машинами 158
§ 6. Зенкерование и зенкование 161
§ 7. Развертывание отверстий 162
§ 8. Техника безопасности 165

Глава X. Нарезание резьбы 167

§ 1. Виды резьб 167
§ 2. Нарезание внутренней резьбы 169
§ 3. Нарезание наружной резьбы 173
§ 4. Нарезание резьбы на трубах 176
§ 5. Смазочно-охлаждающие жидкости и пасты 177
§ 6. Восстановление резьбы 177
§ 7. Механизация нарезания резьбы 178
§ 8. Техника безопасности 178

Глава XI. Клепка 179

§ 1. Виды заклепочных соединений и швов 179
§ 2. Инструменты для клепки 180
§ 3. Заклепки 181
§ 4. Приемы клепки 182
§ 5. Специальные заклепки 183
§ 6. Механизация клепки 184
§ 7. Техника безопасности 186

Глава XII. Шабрение 187

§ 1. Инструменты для шабрения 187
§ 2. Приемы шабрения 189
§ 3. Механизация шабрения 191
§ 4. Техника безопасности 192

Глава XIII. Притирка 193

§ 1. Материалы и инструменты (притиры) 193
§ 2. Использование притиров 194

§ 3. Притирка одной детали по другой 196
§ 4. Механизация притирки 197

Глава XIV. Лужение и паяние 199

§ 1. Лужение 199
§ 2. Паяние 200
§ 3. Ремонт радиаторов 205
§ 4. Техника безопасности 207

Глава XV. Восстановление деталей полимерами 209

§ 1. Общие сведения 209
§ 2. Заделка трещин 213
§ 3. Заделка пробоин 216
§ 4. Восстановление неподвижных и резьбовых сопряжений . . . 219
§ 5. Газопламенное нанесение полимерных покрытий 220
§ 6. Применение синтетических клеев 222
§ 7. Техника безопасности 225

Глава XVI. Разборочно-сборочные операции 227

§ 1. Разборка 227
§ 2. Сборка 229

Приложение 234

Указатель литературы 236

Дубровский Владимир Александрович
ПОСОБИЕ СЛЕСАРЯ-РЕМОНТНИКА

Редактор В. А. Будько
Художник М. Г. Габриэлов
Обложка художника А. Н. Осьминина
Художественный редактор З. П. Зубрилина
Технический редактор Н. А. Усанова
Корректоры А. М. Ушакова и
А. А. Якимова

Сдано в набор 19/I 1973 г. Подписано к печати 9/IV 1973 г. Формат 84×108/32. Бумага тип. № 3. Усл. печ. л. 12,60. Уч.-изд. л. 12,18. Изд. № 271. Тираж 115 000 экз. Заказ 324. Цена 52 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 103716, ГСП, Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Отпечатано с матриц ордена Трудового Красного Знамени Ленинградской типографии № 1 «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Ленинград, Гатчинская ул., 26 в Тульской типографии «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Тула, проспект им. В. И. Ленина, 109.