

Б. С. ПОКРОВСКИЙ, В. А. СКАКУН

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Учебник

*Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для образовательных учреждений
начального профессионального образования*

Москва

АКАДЕМІА
2003

706815

УДК 683.3(075.32)
ББК 34.671
П487

Рецензент –
преподаватель курса спецтехнологии лицея № 310 «Квалитет»
г. Москвы *М. К. Чусов*

Покровский Б. С.
П487 Слесарное дело: Учебник для нач. проф. образования /
Б. С. Покровский, В. А. Скакун. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 320 с.
ISBN 5-7695-1333-0

Приведены теоретические основы слесарных операций, а также методов станочной обработки, которые позволяют заменить трудоемкий ручной труд механизированным.

Даны сведения об обрабатываемых и инструментальных материалах, методах и правилах выполнения слесарных работ, критериях выбора приспособлений и инструментов, режимах резания, методах контроля качества обработки и контрольно-измерительных инструментах, правилах их выбора и применения. Рассмотрены наиболее часто встречающиеся при выполнении слесарных и станочных работ дефекты, причины их возникновения и методы предупреждения.

УДК 683.3(075.32)
ББК 34.671

Учебное издание

Покровский Борис Семенович, Скакун Владислав Александрович

Слесарное дело

Учебник

Редактор *А. Б. Слоненко*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *И. Г. Кольцова*
Корректоры *С. Ю. Свиридова, Н. В. Шувалова*
Разработка серийного оформления: *И. В. Соловьев*

Изд. № А-558-1/2. Подписано в печать 25.06.03. Формат 60×90/16. Гарнитура «Таймс».
Бумага тип. № 2. Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,0.
Тираж 30 000 экз. (2-й завод 10 001–22 000 экз.). Заказ № 12031.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.003903.06.03 от 05.06.2003.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс (095) 334-8337, 330-1092

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ISBN 5-7695-1333-0

© Покровский Б. С., Скакун В. А., 2003
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2003
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Профессия «слесарь» включает в себя подготовку по трем специальностям: слесарь механо-сборочных работ, слесарь-ремонтник, слесарь-инструментальщик. В программу обучения по этим специальностям входят общий курс слесарной подготовки, т. е. изучение в теории и на практике операций и типичных видов работ, составляющих их общую профессиональную основу, а также специальная часть.

Данный учебник содержит общий курс слесарной подготовки.

Этот курс также входит в программу обучения квалифицированных рабочих и специалистов в образовательных учреждениях начального профессионального образования (таких, как наладчик автоматизированных станков и станков-автоматов, монтажник металлоконструкций и оборудования в строительстве, электромонтажник, авторемонтник, тракторист-машинист, и других, которым необходимы навыки проведения слесарных работ). Объем подготовки при этом зависит от специфики профессиональных обязанностей. Учебник «Слесарное дело» является основой для осуществления общего цикла подготовки по слесарным работам.

Учебник состоит из шести глав. В главе 1 рассмотрены общие вопросы слесарного дела (организация рабочего места слесаря, его оснащение и содержание; применяемые в слесарном деле контрольно-измерительные инструменты; конструкционные и инструментальные материалы), а также элементы резания металлов.

Главы 2–3 посвящены подготовительным операциям слесарной обработки (разметка, рубка и др.) и размерной слесарной обработке (опиливание, обработка отверстий и др.).

В главе 4 описаны пригоночные операции слесарной обработки: распиливание и припасовка, шабрение, притирка и доводка.

В главах 5–6 приведены сведения о сборке неразъемных соединений и обработке материалов на металлорежущих станках.

В учебнике подробно рассмотрена каждая операция, приведены научно-технические принципы, даны необходимые

теоретические обоснования, критерии, технические требования, описаны специальные инструменты, приспособления и материалы, используемые для конкретной операции, основные правила выполнения операций и ее разновидностей, оценка качества выполненных работ, типичные дефекты, причины их появления и способы предупреждения. Кроме того, рассмотрены устройство, принцип действия и правила использования средств механизации операций и характерных видов работ.

В конце каждой главы приведены контрольные вопросы.

Учебник «Слесарное дело» предназначен для учащихся учреждений начального профессионального образования. Он может быть успешно использован при профессиональной подготовке и повышении квалификации рабочих в условиях производства, а также в процессе профессионального обучения временно безработного и незанятого населения.

ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИЮ

1.1. Роль и место слесарных работ в промышленном производстве

Слесарное ремесло, связанное с обработкой различных материалов, – наиболее древнее из ремесел. Еще до «бронзового» и «железного» веков древние умельцы каменными рубилами изготавливали посуду и оружие, украшения и орудия для обработки земли. Они стали предшественниками современных слесарей.

С появлением металлов (бронзы, а затем железа) стала преобладать профессия кузнеца. В течение веков кузнецы были главными изготовителями орудий труда (кос, серпов, топоров), оружия (мечей, щитов, копий, шлемов), предметов домашнего обихода. Изготовление замков и оружия требовало особого мастерства, поэтому из кузнецов постепенно выделились специалисты по более точной и тонкой обработке металлов. Этими специалистами были слесари, которые назывались замочниками. Название профессии «слесарь» имеет немецкое происхождение. Слесарь по-немецки – «Schlosser» (от «schloss» – замок) – специалист по изготовлению замков.

С развитием техники и технологии производства ручная обработка материала была заменена машинной. Вначале обслуживание машин осуществлялось людьми, а затем оно стало автоматизированным.

На современном этапе управление работой машин производится с помощью компьютеров, действующих по заранее заданной программе, способных самостоятельно переналаживать их при изменении условий работы.

Однако профессия «слесарь» не потеряла своего значения, так как и в настоящее время высоко ценится ручное мастерство.

Профессия «слесарь» на современном машиностроительном предприятии является одной из наиболее распространенных. На «нулевом» цикле строительства предприятия трудятся слесари-сантехники и электрослесари, прокладывающие подземные энергетические трассы. Корпус предприятия возводят слесари по металлоконструкциям. После окончания строительства поступает оборудование, которое устанавливают слесари-монтажники, а затем настраивают наладчики, в работе которых большой объем составля-

ют слесарные работы. Изготавливаемые в цехах и подразделениях детали будущих машин поступают в сборочные цеха, где слесари-сборщики из тысяч деталей собирают и отлаживают готовую продукцию. Все эти работы требуют наличия специального инструмента, приспособлений и другой оснастки, которую изготавливают слесари-инструментальщики. И, наконец, слесари-ремонтники обеспечивают бесперебойную работу оборудования предприятия. Одним словом, без слесаря – ни шагу!

Каждая из этих групп слесарей характеризуется специфически для их работы знаниями и профессиональными умениями. Однако основной базой для каждого слесаря является владение общеслесарными операциями, представляющими собой «каркас», «кирпичики» слесарного мастерства. К ним относятся разметка, рубка, правка, гибка, резка, опилование, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание резьбы, шабрение, притирка и доводка, клепка и паяние. Эти операции выполняются ручными и механизированными инструментами, которыми должен уметь пользоваться каждый слесарь.

Современный слесарь должен также владеть навыками выполнения несложных работ на металлорежущих станках (токарно-винторезных, универсально-фрезерных, плоскошлифовальных, поперечно-строгальных), что позволяет заменить утомительную ручную обработку деталей, облегчить и повысить качество выполняемых работ.

1.2. Рабочее место слесаря

Техническое оснащение рабочего места

Под рабочим местом понимается часть производственной площади цеха, участка или мастерской, которая закрепляется за определенным работником или работниками в случае посменной работы конкретного производства. Рабочее место предназначено для выполнения работ определенного вида и должно быть оснащено оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами, необходимыми для их проведения.

Основным оборудованием рабочего места слесаря является, как правило, одноместный верстак с установленными на нем тисками (рис. 1.1). Слесарный верстак должен быть прочным и устойчивым, его высота должна соответствовать росту работника. Если высота тисков не соответствует росту работника, их регулируют винтом подъема и опускания *1* или на полу укладывают деревянную решетку, которая должна плотно прилегать к полу и не скользить. Для защиты работников от возможного травматизма при выполнении операций, связанных с образованием стружки, на верстак устанавливают сменный защитный экран *5* из сетки или органического стекла.

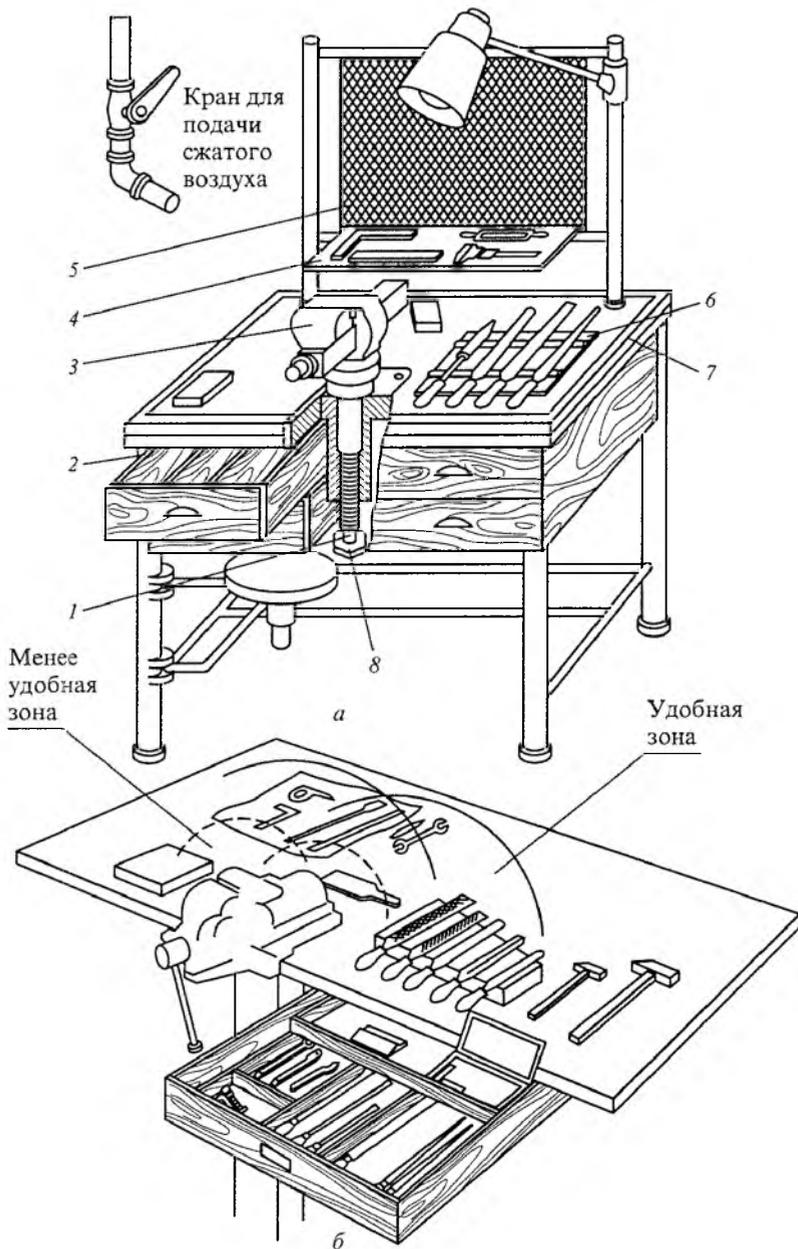


Рис. 1.1. Одноместный слесарный верстак:

a – общий вид: 1 – винт подъема и опускания регулируемых тисков; 2 – ящик для инструмента; 3 – тиски плоскопараллельные; 4 – инструментальная полка; 5 – защитный экран; 6 – планшет для инструмента; 7 – бортик из стального уголка; 8 – рукоятка привода вертикального перемещения тисков; *б* – расположение слесарных инструментов на верстаке

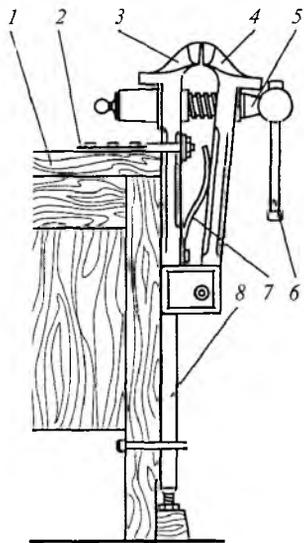


Рис. 1.2. Стуловые тиски:
 1 – верстак; 2 – планка крепления; 3 – неподвижная губка; 4 – подвижная губка; 5 – зажимной винт; 6 – рукоятка; 7 – плоская пружина; 8 – стержень

Наибольшее распространение при выполнении слесарных работ получили слесарные тиски следующих типов: стуловые, параллельные (поворотные и неповоротные) и быстродействующие пневматические тиски.

Стуловые тиски (рис. 1.2) имеют весьма ограниченную область применения. Они предназначены для выполнения тяжелых работ, связанных с большими ударными нагрузками, например, рубка, гибка, клепка.

Наиболее распространенным типом тисков, применяемых при слесарной обработке, являются параллельные поворотные слесарные тиски (рис. 1.3). Параллельными тиски называются потому, что при перемещении подвижной губки 4 она во всех положениях остается параллельной неподвижной губке 3. Тиски состоят из плиты основания 1 и поворотной части 2. Перемещение подвижной губки 4 обеспечивается винтовой парой (ходовой винт 7 и гайка ходового винта 5), а параллельность этого перемещения – направляющей призмой 6.

Для поворота верхней части тисков относительно плиты основания 1 необходимо ослабить при помощи рукоятки 11 болты 10, тогда при повороте верхней части тисков вокруг оси 9 гайка 12 с

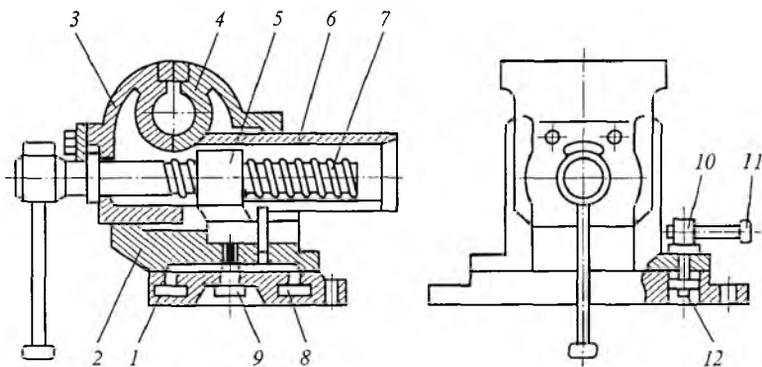


Рис. 1.3. Параллельные поворотные слесарные тиски:
 1 – плита основания; 2 – поворотная часть; 3 – неподвижная губка; 4 – подвижная губка; 5 – гайка ходового винта; 6 – направляющая призма; 7 – ходовой винт; 8 – Т-образный круговой паз; 9 – ось; 10 – болт; 11 – рукоятка; 12 – гайка

болтом 10 будут свободно перемещаться в круговом Т-образном пазу 8. Верхнюю часть тисков после установки в нужном положении закрепляют рукояткой 11.

Организация рабочего места

На рабочем месте должны находиться рабочие и контрольно-измерительные инструменты, необходимые для выполнения заданной операции. К размещению инструментов, заготовок и материалов на рабочем месте предъявляются определенные требования:

- на рабочем месте должны находиться только те инструменты, материалы и заготовки, которые необходимы для выполнения данной работы;
- инструменты и материалы, которые рабочий использует часто, должны располагаться ближе к нему (на рис. 1.4, а эти зоны расположены справа и слева от работающего и обозначены дугами 1 радиусом приблизительно 350 мм);
- инструменты и материалы, используемые реже, должны располагаться в зонах, обозначенных дугами 2 радиусом приблизительно 500 мм;
- инструменты и материалы, используемые крайне редко, должны располагаться в зонах, обозначенных дугами 3. Их досягаемость обеспечивается только при наклонах корпуса работника.

Правила содержания рабочего места

В связи с тем, что рациональная организация рабочего места и правильное размещение инструментов и материалов в процессе работы играют существенную роль в обеспечении ее качества, следует соблюдать перечисленные ниже правила.

До начала работы необходимо:

- проверить исправность верстака, тисков, приспособлений, индивидуального освещения и механизмов, используемых в работе;
- ознакомиться с инструкцией или технологической картой, чертежом и техническими требованиями к предстоящей работе;
- отрегулировать высоту тисков по своему росту;
- проверить наличие и состояние инструментов, материалов и заготовок, используемых в работе;
- расположить на верстаке инструменты, заготовки, материалы и приспособления, необходимые для работы.

Во время работы необходимо:

- иметь на верстаке только те инструменты и приспособления, которые используются в настоящий момент (все остальное должно находиться в ящиках верстака);
- возвращать использованный инструмент на исходное место;
- постоянно поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте.

По окончании работы необходимо:

- очистить инструмент от стружки, протереть, уложить в футляры и убрать в ящики верстака;
- очистить от стружки и грязи столешницу верстака и тиски;
- убрать с верстака неиспользованные материалы и заготовки, а также обработанные детали;
- выключить индивидуальное освещение.

Общие сведения о безопасности труда при выполнении слесарных работ

Несчастные случаи чаще всего происходят в результате невнимательного отношения к выполнению инструкций по безопасности труда и правил внутреннего распорядка, а также в результате недостаточного усвоения необходимых производственных навы-

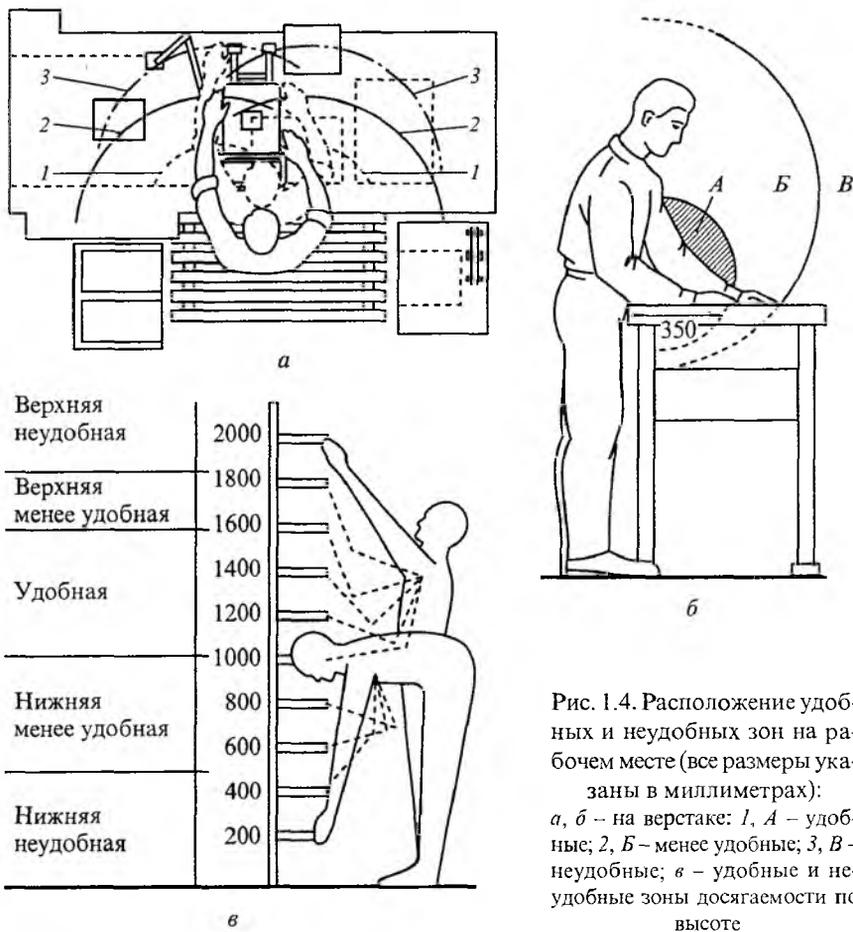


Рис. 1.4. Расположение удобных и неудобных зон на рабочем месте (все размеры указаны в миллиметрах):
 а, б – на верстаке: 1, А – удобные; 2, Б – менее удобные; 3, В – неудобные; в – удобные и неудобные зоны досягаемости по высоте

ков и отсутствия опыта в обращении с инструментами и оборудованием.

Задачей техники безопасности является предупреждение несчастных случаев, создание таких условий, которые обеспечивали бы полную безопасность труда работающих и его производительность.

Для обеспечения безопасного выполнения работ следует соблюдать ряд правил:

- работать только исправным и заточенным инструментом;
- при работе на заточных станках обязательно пользоваться защитными очками или защитным экраном с блокировкой. Не допускать биения заточных кругов. Следить за исправностью вытяжных устройств;
- рубку в тисках производить только при наличии на верстаке защитной сетки или экрана;
- работать в головном уборе и спецодежде;
- тяжелые детали поднимать только вдвоем. Не класть тяжелые детали на край верстака;
- не сдувать опилки, не смахивать стружку рукой, а использовать для этого щетку-сметку;
- перед началом работы на станках и механизированном инструментом проверять их на холостом ходу и только после этого закреплять инструмент;
- работать только при хорошем освещении;
- при работе электрифицированными инструментами от сети напряжением свыше 36 В обязательно использовать резиновые перчатки и резиновый коврик;
- работать на станках только при наличии исправных ограждений движущихся частей;
- после работы с применением масел, смазывающе-охлаждающих жидкостей, кислот, щелочей, соды, флюсов, клеев и т.п. обязательно мыть руки горячей водой с мылом;
- при получении мелких травм обязательно обрабатывать ранку йодом и накладывать бинт;
- работы с применением кислот, щелочей, флюсов и т.п., а также работы, связанные с выделением пыли, дыма, газов, необходимо выполнять в хорошо проветриваемом помещении или под вытяжным колпаком;
- не выходить на сквозняк в разгоряченном после работы состоянии;
- соблюдать при выполнении работы все правила безопасности труда, указанные в инструкциях и технологических картах.

Основы промышленной санитарии

Промышленная санитария предусматривает создание на производстве условий, обеспечивающих необходимую температуру в про-

изводственных помещениях, хорошую вентиляцию, достаточную освещенность рабочих мест, отсутствие сквозняков, наличие вспомогательных и бытовых помещений.

Температура в производственном помещении должна поддерживаться в пределах 16... 20 °С.

Вентиляция производственных помещений должна обеспечивать создание комфортных условий труда за счет поддержания необходимого температурного режима, удаления вредных газов, паров и пыли. Вентиляция может быть приточной или вытяжной.

Одним из показателей требуемого санитарного состояния помещения является его освещенность. Оптимальная освещенность на рабочем месте должна обеспечивать снижение нагрузки на глаза, облегчая работу и уменьшая возможность травматизма. Освещение может быть как естественным (дневной свет), так и искусственным (электрическое освещение). Предпочтительным является естественное освещение.

Помимо общих правил гигиены большое значение имеет личная гигиена работника. Под личной гигиеной понимаются меры, направленные на сохранение здоровья, предупреждение и устранение условий, которые могут привести к нарушению здоровья. Для сохранения здоровья и предупреждения заболеваний необходимо:

- делать краткие перерывы во время работы, позволяющие снять усталость (кроме того, следует иметь в виду, что после работы стоя отдыхать надо сидя, и наоборот);
- отводить на сон не менее 8 ч в сутки;
- в процессе работы время от времени менять рабочую позу;
- после окончания рабочего дня мыть в душе с мылом все тело.

Контрольные вопросы

1. Почему необходимо контролировать и регулировать положение тисков по росту работающего?
2. Почему ступовые тиски нельзя применять для закрепления заготовок из листового материала?
3. Чем обусловлено широкое применение в слесарных работах параллельных поворотных тисков?
4. Перечислите основные правила безопасности при выполнении слесарных работ.

1.3. Контрольно-измерительные инструменты

При обработке деталей необходимо выдерживать определенные геометрические параметры поверхностей: размеры, форму и относительное расположение. Степень приближения истинного значе-

ния рассматриваемого параметра к его теоретическому значению называется точностью.

Точность обработки

На рис. 1.5 показаны отклонения геометрических параметров обработанной детали от номинальных значений. Действительная поверхность детали после обработки может иметь различные отклонения от номинальной поверхности, определенной чертежом.

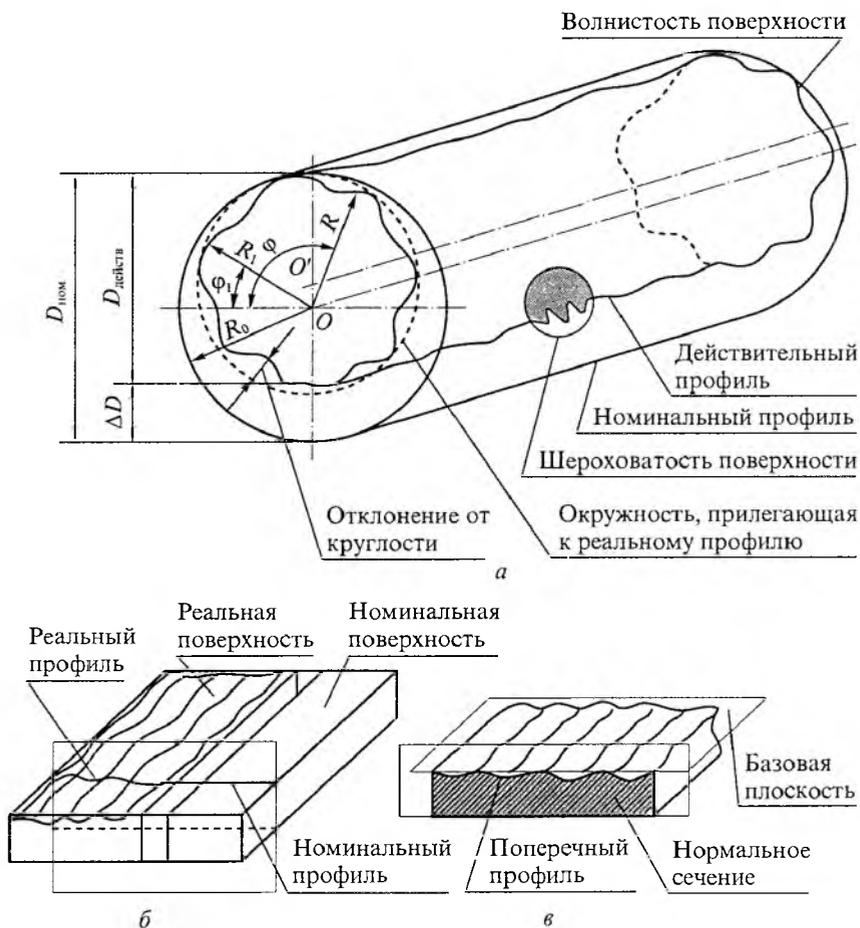


Рис. 1.5. Отклонения от номинальных значений геометрических параметров обработанной детали:

a – цилиндрической: $D_{\text{ном}}$ – номинальный диаметр детали; $D_{\text{действ}}$ – действительный диаметр детали; ΔD – отклонение действительного диаметра детали от номинального; R_0 – радиус номинальной поверхности; R и R_1 – соответственно радиус поверхности в точке, расположенной под углами φ и φ_1 к горизонтали; OO' – расстояние между реальной и идеальной осями; φ , φ_1 – углы поворота при контроле реального профиля; *b* – плоской; *в* – поперечного сечения

К таким отклонениям относятся отклонения действительных (измеренных) размеров детали от номинальных, отклонения во взаимном расположении поверхностей обработанной детали (отклонения от параллельности, перпендикулярности, заданных углов наклона одной поверхности относительно другой), волнистость поверхности и ее шероховатость.

Отклонения могут иметь различные числовые значения. Мерой точности того или иного параметра является допускаемое отклонение числового значения параметра от его номинального значения.

Числовое значение линейной величины (диаметр, длина, ширина, высота) называют размером. Размер детали, определенный с помощью измерительного инструмента, называют действительным размером. Чтобы деталь считалась годной, этот размер должен находиться между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами принято называть допуском. Величина допуска определяет точность изготовления детали. В соответствии с единой системой допусков и посадок различают 19 квалитетов точности изготовления деталей, номер квалитета возрастает с увеличением допуска на размер. Таким образом, чем выше номер квалитета, тем меньшая точность требуется при обработке заготовок.

Отклонения формы и взаимного расположения поверхностей на чертежах имеют условные обозначения. К отклонениям формы относятся отклонения от прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности и отклонение профиля продольного сечения.

Отклонение от прямолинейности (рис. 1.6, *a-d*) – это наибольшее расстояние от точек реального профиля *l* до прилегающей (номинальной) прямой *2*. Частными случаями отклонения от прямолинейности являются выпуклость и вогнутость (см. рис. 1.6, *б* и *в*), отклонение от прямолинейности оси в пространстве или заданном направлении от номинального.

Отклонение от плоскостности (рис. 1.6, *e-z*) – это наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до точек прилегающей (номинальной) поверхности. Частными случаями этого отклонения являются выпуклость и вогнутость (см. рис. 1.6, *ж* и *з*).

Отклонение от круглости (рис. 1.7) – это наибольшее расстояние от точек реального профиля *2* до прилегающего (номинального) профиля *l*. Частными случаями отклонения от круглости являются овальность и огранка (рис. 1.7, *б* и *в*).

Отклонение от цилиндричности – это наибольшее расстояние от реального профиля *4* до прилегающего (номинального) профиля *3* (рис. 1.7, *г*).

Отклонение профиля продольного сечения – это наибольшее расстояние от точек реального профиля *2* до соответствующих точек прилегающего (номинального) профиля *l* (рис. 1.8, *а*). Частными

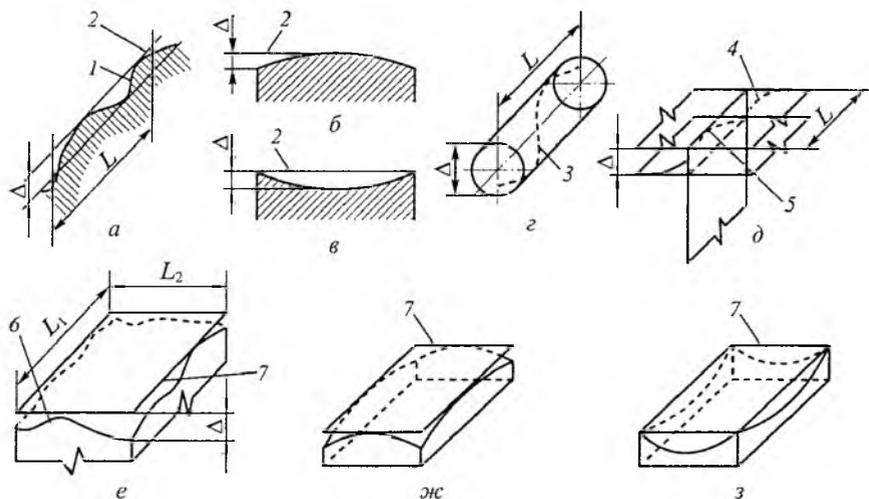


Рис. 1.6. Отклонение плоских поверхностей от формы:

a–*d* – отклонение от прямолинейности; *e*–*з* – отклонение от плоскости; *1* – реальный профиль; *2* – прилегающая (номинальная) прямая; *3*, *5* – реальные оси; *4* – номинальная ось; *6* – реальная поверхность; *7* – номинальная поверхность; *L*, *L*₁, *L*₂ – длина контролируемого участка; Δ – отклонение реального положения поверхности от номинального

случаями этого отклонения являются конусность (рис. 1.8, *б*), бочкообразность (рис. 1.8, *в*) и седлообразность (рис. 1.8, *з*).

К отклонениям взаимного расположения поверхностей относятся отклонения от параллельности, перпендикулярности, угла расположения, соосности, концентричности.

Незначительные отклонения реальной поверхности от номинальной в виде неровностей с относительно малыми расстояниями между ними называются шероховатостью. Если эти расстояния относительно велики по сравнению с высотой рассматриваемых не-



Рис. 1.7. Отклонение от круглости:

a – общий случай; *б* – овальность; *в* – огранка; *г* – отклонение от цилиндричности; *1*, *3* – номинальные профили; *2*, *4* – реальные профили; Δ – отклонение реального профиля от номинального; *d*_{min}, *d*_{max} – реальные размеры поперечного сечения; *L* – длина контролируемого участка

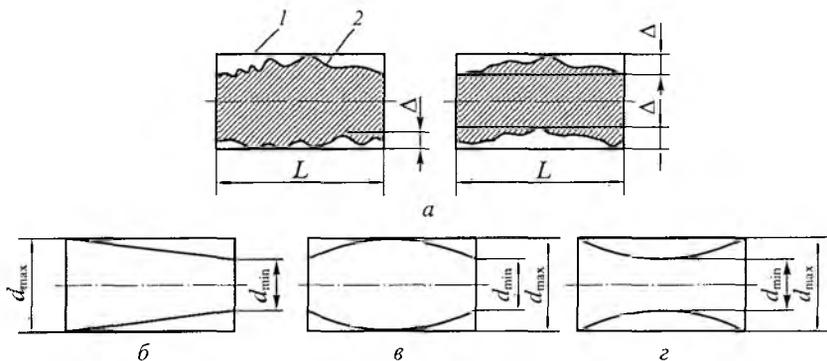


Рис. 1.8. Отклонение профиля продольного сечения:
a – общий случай; *б* – конусность; *в* – бочкообразность; *г* – седлообразность; *1* – номинальный профиль; *2* – реальный профиль; *L* – длина контролируемого участка; Δ – отклонение реального профиля от номинального; d_{\min} , d_{\max} – реальные размеры поперечного сечения

ровностей, то такое отклонение называется волнистостью. Поскольку при слесарной обработке не достигаются высокие качества точности, то погрешности в виде шероховатости и волнистости не оказывают существенного влияния на точность изготовления, так как их размеры незначительны по сравнению с теми предельными отклонениями, которые задают при слесарной обработке.

Однако параметры шероховатости поверхности обязательно должны быть указаны на чертеже для того, чтобы определить возможность применения того или иного вида слесарной обработки для достижения заданных параметров шероховатости.

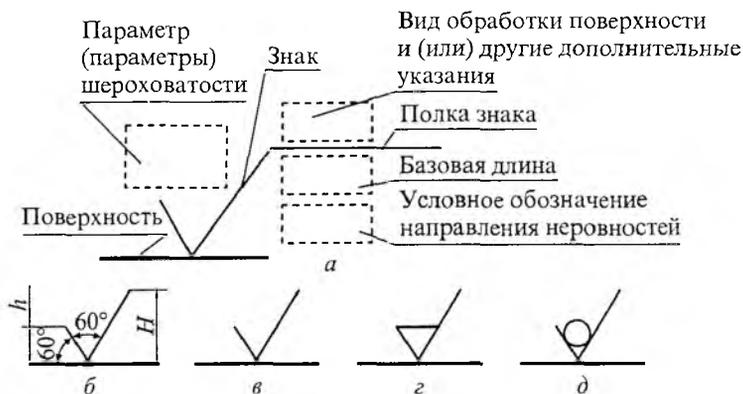


Рис. 1.9. Структура и знаки обозначения шероховатости поверхности:
a – структура знака; *б* – размеры знака; *в* – знак для поверхности, метод обработки которой не установлен; *г* – знак для поверхности, которую обрабатывают снятием стружки; *д* – знак для поверхности, образуемой без снятия стружки; *h* – высота знака; *H* – высота полки

Структура и знаки обозначения шероховатости поверхности приведены на рис. 1.9.

При использовании в обозначении шероховатости только значения параметров применяют знак без полки (рис. 1.9, *в-д*). Знак, изображенный на рис. 1.9, *в*, целесообразнее применять для обозначения шероховатости поверхности, метод образования которой не устанавливается; знак, показанный на рис. 1.9, *г*, применяют для обозначения поверхности, которая должна быть образована удалением поверхностного слоя металла, например опиливанием или шлифованием; знак, изображенный на рис. 1.9, *д*, применяют для обозначения поверхности, образуемой без удаления материала, например литьем или ковкой.

Точность измерений

Под измерением понимается сравнение контролируемой величины с другой величиной того же рода, принятой за эталон. Точность измерения связана с определенным видом измерительного инструмента и может быть достигнута только при неукоснительном выполнении правил измерения.

К основным причинам, снижающим точность измерения, можно отнести: неудовлетворительное состояние инструмента (механические повреждения измерительных поверхностей или их загрязнение, неправильное положение нулевых отметок шкалы и нониуса); неправильное взаимное расположение контролируемой детали и измерительного инструмента; температурные отклонения детали или инструмента от нормального значения температуры измерения (нормальной считается температура 20 °С); незнание устройства измерительного инструмента или неправильное пользование им; неправильный выбор баз для измерения.

Для повышения точности измерения необходимо повторять несколько раз, а затем вычислять их среднее арифметическое значение. Ни одно измерение невозможно произвести абсолютно точно, поэтому измеренное значение величины всегда отклоняется от ее действительного значения. Это отклонение называется погрешностью измерения.

Необходимая точность измерений может быть достигнута только при использовании измерительных инструментов высокого качества с ценой деления шкалы и нониуса, соответствующей точности измерения. Поэтому при выборе измерительного инструмента необходимо убедиться, что цена деления его отсчетного устройства соответствует тем требованиям точности, которые предъявляют к точности обработки проверяемой детали. Для обеспечения точности измерений необходимо руководствоваться определенными правилами, которые будут рассмотрены в следующих подразделах данной главы.

706815

Измерительные и поверочные линейки и кронциркули

Измерительная, или масштабная, линейка имеет штрихи-деления, расположенные друг от друга на расстоянии 1 мм. Размер этих делений и определяет цену деления линейки и, следовательно, точность измерения, которая может быть достигнута при использовании этого инструмента. Для удобства пользования линейкой каждый пятый штрих делают удлиненным, т.е. удлиненные штрихи наносят на шкалу линейки через каждые 5 мм. Помимо того, каждый десятый штрих, т.е. штрих, наносимый через 10 мм, делают еще более удлиненным, а рядом с ним наносят цифры, соответствующие десяткам миллиметров от нуля линейки.

Измерительные (масштабные) линейки изготавливают из инструментальной стали У7 или У8 толщиной 0,3... 1,5 мм, шириной 10... 25 мм и длиной 100, 150, 200, 300, 500, 750 и 1000 мм. Эти линейки позволяют производить контроль наружных и внутренних размеров с точностью до 1 мм.

При измерении линейкой ее торец необходимо прижимать к измеряемой детали. Если это невозможно, то необходимо прижать деталь к какому-либо неподвижному предмету и измерения производить от него. Если эти условия невыполнимы, необходимо точно совместить торец измерительной линейки с началом отсчета размера, при этом линейка должна быть строго параллельна линии измерения. Линейку следует плотно прижимать к контролируемой детали (рис. 1.10).

Если по каким-либо причинам использование измерительной (масштабной) линейки затруднено, то для контроля размеров используют два инструмента сравнительного типа, т.е. сравнивают измеряемый размер со шкалой измерительной (масштабной) линейки. К этим инструментам относится кронциркуль (рис. 1.11).

Кронциркуль применяют для измерения наружных размеров деталей (диаметра, длины и толщины буртиков и стенок). Кронциркуль состоит из двух изогнутых по большому диаметру дужек длиной 150... 200 мм, которые соединены между собой шарниром. При измерении кронциркуль берут правой рукой за шарнир и раздви-

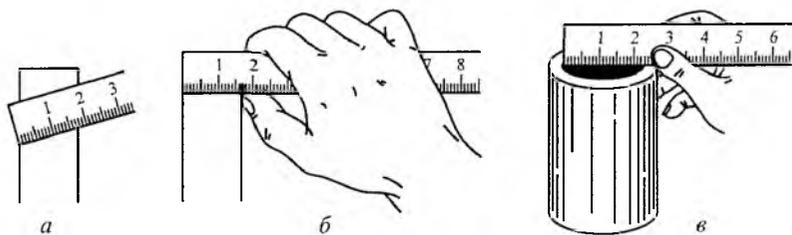


Рис. 1.10. Приемы использования измерительной линейки:
а – неправильный; б, в – правильные

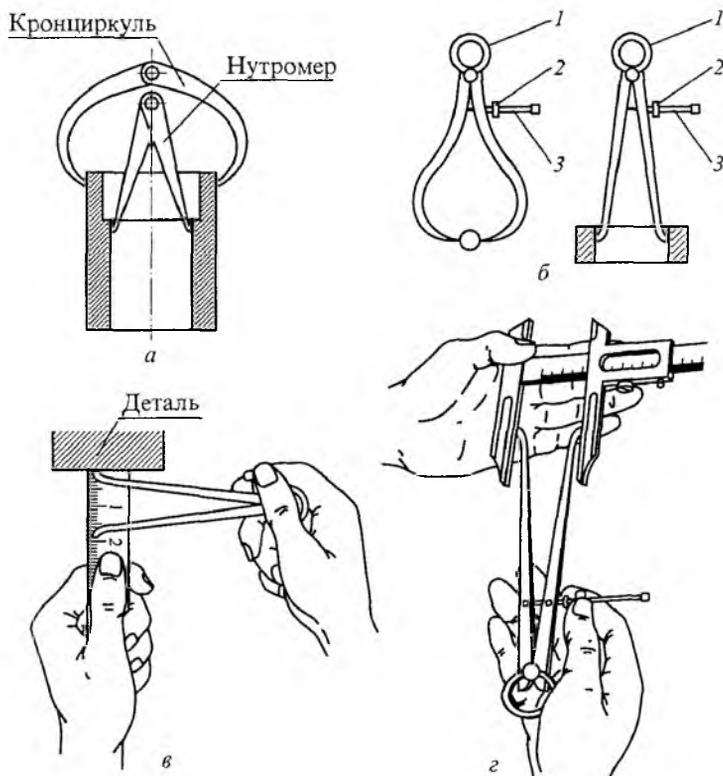


Рис. 1.11. Кронциркуль:

a – для наружных и внутренних измерений; *б* – пружинный для наружных и внутренних измерений: 1 – пружина; 2 – гайка; 3 – винт; *в*, *г* – определение размера по кронциркулю с использованием измерительной линейки и штангенциркуля

гают его ножки так, чтобы их концы касались проверяемой поверхности и перемещались по ней с небольшим усилием (рис. 1.11, *a*). Размер обработанной детали определяют, сравнивая величину разведения ножек со шкалой измерительной линейки (рис. 1.11, *в*) или штангенциркуля (рис. 1.11, *г*).

Пружинные кронциркули (рис. 1.11, *б*) более удобны в обращении и обеспечивают большую точность измерения. Под давлением кольцевой пружины 1 ножки кронциркуля стремятся разойтись, но гайка 2, установленная на стяжном винте 3, укрепленном на одной из ножек и свободно проходящем через другую ножку, препятствует этому. Вращая гайку 2 по винту 3, устанавливают ножки на измеряемый размер. Применение таких инструментов существенно повышает точность измерений, и она зависит только от точности измерения того измерительного инструмента, при помощи которого снимают размер с кронциркуля или нутроме-

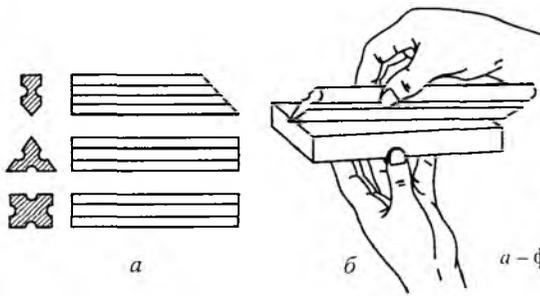


Рис. 1.12. Лекальная линейка:
 а – формы поперечного сечения;
 б – прием измерения

ра. Это позволяет получить достаточно хорошие результаты (например, при измерении диаметров проточек, выполненных в глубине отверстия).

Поверочные (лекальные) линейки служат для контроля обработанных поверхностей на прямолинейность и плоскостность. Эти линейки могут быть с двусторонним скосом, трех- и четырехгранными (рис. 1.12). Поверочные линейки изготавливают с высокой точностью. Они имеют узкие ребра с небольшим закруглением 0,1 ... 0,2 мм, что позволяет определить отклонение от прямолинейности или плоскостности поверхности с достаточно высокой точностью, используя метод световой щели, т. е. определение наличия просвета между обработанной поверхностью и поверочной линейкой. При хорошем освещении этот метод позволяет определить отклонение от прямолинейности или плоскостности в пределах до 0,002 мм, однако он не дает количественной оценки этого отклонения. Иначе говоря, по результатам контроля мы можем лишь сделать вывод о наличии или отсутствии этого дефекта.

Для контроля прямолинейности линейку нужно приложить к поверхности в направлении контролируемого параметра, например вдоль образующей цилиндра. Для контроля плоскостности линейку необходимо приложить к контролируемой поверхности как минимум в трех направлениях, при этом ни в одном из положений линейки не должно быть отклонений от прямолинейности.

Концевые меры длины

Концевые меры применяют для воспроизведения одного значения единицы длины, с их помощью производят регулировку и настройку на размер показывающих измерительных приборов (микрометров, измерительных головок и др.). Они могут быть также использованы для непосредственного измерения размеров деталей методом сравнения с мерой и выполнения точных разметочных работ.

Изготавливают концевые меры длины из высококачественной стали. Их рабочие поверхности имеют очень высокое качество отделки, т. е. шероховатость их поверхности настолько мала, что

обеспечивает притираемость, т.е. способность прочно скрепляться друг с другом.

Нормируемыми показателями концевой меры являются ее длина, отклонение длины концевой меры от номинального размера, отклонение от плоскопараллельности.

Концевые меры длины выпускают в наборах, которые обеспечивают составление блоков концевых мер длины любого размера с интервалами до 1 мкм. Составление блоков концевых мер основано на их способности сцепляться друг с другом за счет притираемости рабочих измерительных поверхностей.

Выбор мер блока заданного размера осуществляют в следующем порядке:

- подбирают меру, которая содержит наименьшую долю размера;
- размер выбранной меры длины вычитают из размера блока и определяют остаток;
- подбирают меру, которая содержит наименьшую длину остатка, и определяют новый остаток.

Подбор концевых мер длины в той же последовательности осуществляют до тех пор, пока сумма длин подобранных концевых мер не будет равна размеру собираемого блока. Из всех возможных вариантов состава блока следует выбрать тот, который содержит наименьшее число мер.

Штангенинструменты

Для измерения линейных размеров методом непосредственной оценки служат штангенинструменты. Под этим названием объединяют большую группу инструментов (рис. 1.13): штангенциркули (рис. 1.13, а, б); штангенглубиномеры (рис.1.13, в); штангенрейсмасы (рис. 1.13, г) и ряд других штангенинструментов специального назначения.

В качестве отсчетного устройства у этих инструментов используется шкала штанги (линейки) с делениями через 1 мм. Отсчет делений по этой шкале производят при помощи нониуса – вспомогательной подвижной шкалы. Нониус – равномерная дополнительная шкала с пределом измерений, равным цене деления основной шкалы. Нониусы бывают двух типов: жесткие и подвижные. Если нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом основной шкалы при плотно сжатых измерительных губках, то это означает, что инструмент правильно установлен в нулевое положение. При перемещении нулевого штриха нониуса между делениями основной шкалы штрихи нониуса будут поочередно совпадать со штрихами основной шкалы. Число десятых и сотых долей миллиметра при отсчете по нониусу равно номеру штриха нониуса, совпавшего со штрихом основной шкалы, умноженному на цену деления нониуса.

Штангенциркули

Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров. Выпускают четыре варианта штангенциркулей: ШЦ-1 (с двусторонним расположением губок); ШЦТ-1 (без губок для внутренних измерений, губки для наружных измерений выполнены из твердого сплава); ШЦ-11 и ШЦ-111. Наибольшее распространение получили штангенциркули ШЦ-1 и ШЦ-11.

По штанге штангенциркуля ШЦ-1 (см. рис. 1.13, а) перемещается рамка 3 со вспомогательной шкалой (нониусом) 5. Шкала нониуса выполнена непосредственно на рамке, которая может закрепляться в заданном положении при помощи стопорного винта 4. К рамке штанги прикреплена линейка глубиномера 6. Плотное прилегание рамки к штанге обеспечивается пружиной, которая располагается в пазу рамки.

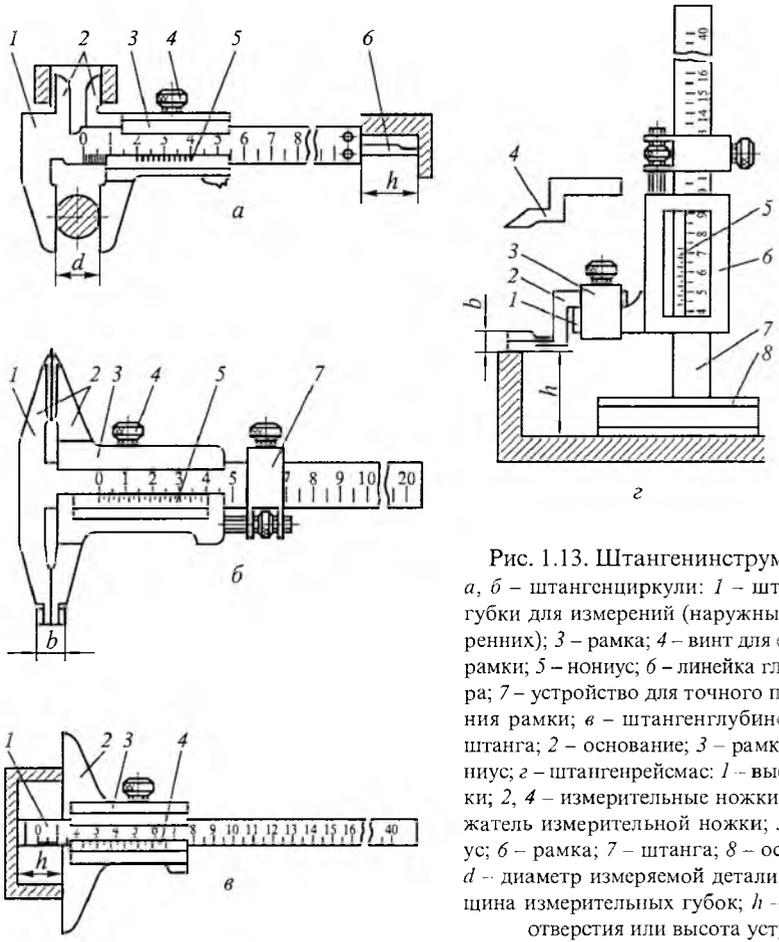


Рис. 1.13. Штангенинструменты:
 а, б – штангенциркули: 1 – штанга; 2 – губки для измерений (наружных и внутренних); 3 – рамка; 4 – винт для фиксации рамки; 5 – нониус; 6 – линейка глубиномера; 7 – устройство для точного перемещения рамки; в – штангенглубиномер: 1 – штанга; 2 – основание; 3 – рамка; 4 – нониус; з – штангенрейсмас: 1 – выступ рамки; 2, 4 – измерительные ножки; 3 – держатель измерительной ножки; 5 – нониус; 6 – рамка; 7 – штанга; 8 – основание; d – диаметр измеряемой детали; b – толщина измерительных губок; h – глубина отверстия или высота уступа

Штангенциркуль ШЦ-11 (см. рис. 1.13, б) имеет двустороннее расположение губок. Так же как и штангенциркуль ШЦ-1 он состоит из штанги 1 с неподвижными губками и рамки 3 с подвижными губками. Одна пара губок 2 предназначена для измерения наружных и внутренних размеров. Вторая пара губок 2 имеет остро заточенные концы и используется для разметки. У штангенциркуля ШЦ-11 отсутствует линейка для измерения глубины отверстий, но имеется специальное устройство 7 для точного перемещения рамки по штанге.

Остроконечными губками 2 штангенциркуля можно наносить дуги окружностей при выполнении разметочных работ. Они могут быть также использованы для определения размеров в труднодоступных местах.

Вторая пара губок предназначена для измерения как наружных, так и внутренних размеров. Поверхность губок для измерения наружных размеров плоская, а для измерения внутренних размеров – цилиндрическая. Толщина губок в сомкнутом состоянии составляет обычно 10 мм (указано на подвижной или неподвижной губке). При проведении измерений к показаниям шкалы необходимо прибавить 10 мм (толщину губок).

При измерении штангенциркулем следует проверить:

- плавность перемещения рамки по всей длине штанги;
- плотность прилегания измерительных губок друг к другу (в сведенном положении не должно быть просвета между губками);
- точность совпадения нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом шкалы, т.е. правильность установки измерительных губок на ноль;
- точность совпадения торца линейки глубиномера с торцом штанги.

Измерять следует только обработанные детали, чтобы предупредить повреждение измерительных губок. При проведении измерений необходимо точно, без перекосов, сопереживать измерительные плоскости (ребра) измерительных губок с измеряемыми поверхностями детали. При определении размера проверяемой детали следует обращать внимание на указатель точности измерения, выбитый на нониусе штангенциркуля.

Штангенглубиномер

Штангенглубиномер (см. рис. 1.13, в) предназначен для измерения глубины пазов и отверстий. Он состоит из основания 2, выполненного за одно целое с рамкой 3. В пазу основания перемещается линейка – штанга 1. На штанге может быть установлено устройство микрометрической подачи, которое обеспечивает более высокую точность измерения (на рис. 1.13, в устройство микрометрической подачи не показано). Измерение глубины отверстий и пазов производится следующим образом:

- основание штангенглубиномера устанавливается на поверхность, относительно которой производят измерения, и слегка притирают, т. е. совершают основанием круговые движения относительно поверхности, плотно прижимая его к ней. Это обеспечивает плотное прилегание основания к поверхности и повышает точность измерения;

- линейку глубиномера опускают в отверстие или паз до касания с дном;

- положение линейки штангенглубиномера относительно основания с рамкой фиксируют стопорным винтом 4 (см. рис. 1.13, а);

- извлекают глубиномер из отверстия и считывают показания так, как это было описано для штангенциркуля.

Штангенрейсмас

Штангенрейсмас (рис. 1.13, з) применяют для разметки, но он может быть использован и для измерения высоты деталей, установленных на плите.

Штангенрейсмас состоит из массивного основания 8, в котором запрессована штанга 7 со шкалой. Штанга располагается перпендикулярно опорной плоскости основания. По штанге перемещается рамка 6 с выступом 1 для крепления ножек 2 и 4. В рамке параллельно шкале штанги закреплен нониус 5, выполненный в виде отдельной пластины. На штанге установлено устройство для микрометрической подачи. На выступе 1 рамки при помощи специального держателя 3 закрепляют ножи. В комплект штангенрейсмаса входят две ножи: одна ножка 4 для разметки и вторая ножка 2 для измерений.

Измерения штангенрейсмасом производят в следующем порядке:

- на выступ 1 рамки 6 надевают держатель 3;

- в паз держателя 3 устанавливают измерительную ножку 2 и закрепляют ее стопорным винтом;

- производят проверку положения нулевого штриха нониуса;

- основание штангенрейсмаса устанавливают на контрольной плите и слегка притирают;

- измерительную ножку с рамкой перемещают по шкале штанги до соприкосновения с измеряемой поверхностью;

- фиксируют положение рамки на штанге при помощи стопорного винта;

- считывают показания по шкале штанги и нониуса так, как это было описано для штангенциркуля.

Микрометрические инструменты

Микрометрические инструменты широко применяют для контроля наружных и внутренних размеров, глубин пазов и отверстий.

Измерение микрометрическими инструментами осуществляется методами непосредственной оценки, т. е. результаты измерений непосредственно считываются со шкалы инструмента. Принцип действия этих инструментов основан на использовании пары винт-гайка, преобразующей вращательное движение винта в поступательное движение его торца (пятки).

К группе микрометрических инструментов относятся микрометры для измерения наружных размеров, микрометрические нутромеры для измерения диаметров отверстий и ширины пазов, микрометрические глубиномеры для измерения глубины отверстий и пазов и высоты уступов.

Микрометрические инструменты независимо от их конструкции состоят из корпуса и микрометрической головки, являющейся основной частью микрометрических инструментов. В зависимости от пределов измеряемых размеров микрометрические головки могут иметь различную конструкцию.

На рис. 1.14, *а* показана микрометрическая головка, которую устанавливают на микрометрические инструменты с верхним пределом измерения до 100 мм. Микрометрический винт 1 проходит через гладкое направляющее отверстие стебля 2 и ввинчивается в разрезную микрогайку 4. Микрогайку 4, имеющую три радиальных прореза, стягивают гайкой 5. Регулирование среднего диаметра резьбы микрогайки 4 для устранения зазора в винтовой паре осу-

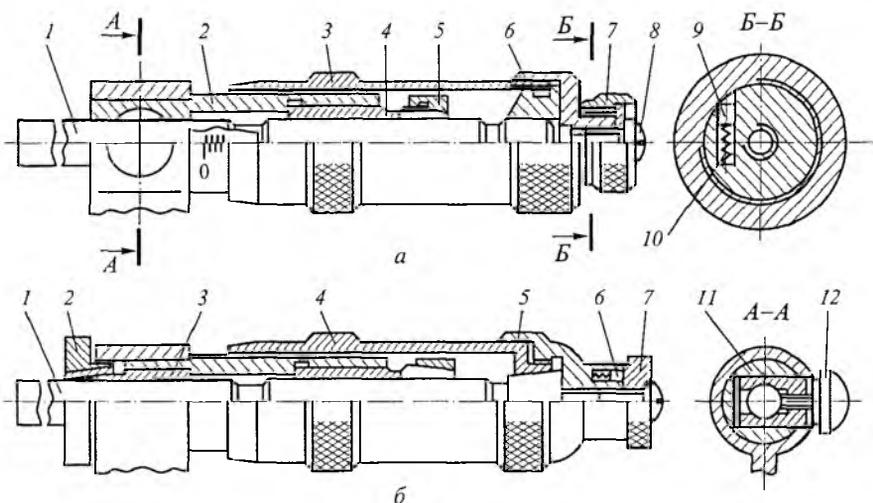


Рис. 1.14. Микрометрические головки:

а – с верхним пределом измерений до 100 мм: 1 – микрометрический винт; 2 – стемпель; 3 – барабан; 4 – микрогайка; 5 – гайка стяжная; 6 – накидной колпачок; 7 – трещотка; 8 – винт крепления трещотки; 9 – палец; 10 – пружина; 11 – втулка; 12 – винт; *б* – с верхним пределом измерений свыше 100 мм: 1 – микрометрический винт; 2 – стопорная гайка; 3 – разрезная втулка; 4 – барабан; 5 – установочный колпачок; 6 – палец; 7 – трещотка

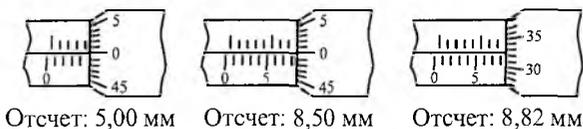


Рис. 1.15. Отсчет показаний по шкале микрометра

шествяляют гайкой 5. На микрометрическом винте 1 при помощи накидного колпачка 6 закреплен барабан 3. Палец 9, помещенный в глухое отверстие колпачка, прижимается пружиной 10 к зубчатой поверхности трещотки 7. Трещотка крепится на колпачке при помощи винта 8. При вращении трещотка передает микровинту через палец вращательный момент, обеспечивающий измерительное усилие 5...9 Н. Если измерительное усилие больше, то трещотка проворачивается с характерными щелчками. Винт 12 ввинчивается во втулку 11 и фиксирует микровинт в требуемом положении.

Микрометрические головки для микрометрических инструментов с пределами измерений свыше 100 мм имеют несколько иное устройство (рис. 1.14, б). Микровинт 1 стопорится гайкой 2, которая зажимает разрезную втулку 3. Барабан 4 закрепляется установочным колпачком 5 на конусной поверхности микровинта. Палец 6 прижимается к торцевой зубчатой поверхности трещотки 7.

Показания со шкалы микрометра считывают следующим образом (рис. 1.15):

- по основной шкале, расположенной на стебле микрометрической головки, считывают целые миллиметры и половины миллиметров, размер определяют по штриху основной шкалы, видимому из-под скоса барабана;
- по круговой шкале барабана определяют сотые доли миллиметра по штриху шкалы барабана, совпадающему с продольным штрихом основной шкалы;
- к показаниям, считанным по основной шкале, прибавляют показания, считанные со шкалы барабана. Полученная сумма и будет являться размером проверяемой детали.

Микрометры

Микрометрические инструменты основаны на применении микрометрических винтовых пар. Их конструкции весьма разнообразны. Рассмотрим только микрометры общего применения.

Гладкие микрометры МК с пределом измерений 25 мм предназначены для измерения наружных размеров деталей (рис. 1.16, а). К основным деталям и узлам гладкого микрометра относятся скоба 1, пятка 2, микровинт 4, стопор 5 винта, стебель 6, барабан 7 и трещотка 8.

На стебле 6 вдоль продольного штриха нанесена основная шкала. Цена деления основной шкалы 0,5 мм, а предел ее измерений – 25 мм. Для удобства отсчета четные штрихи шкалы, имеющие це-

лые значения размера, отложены снизу продольного штриха. На коническом срезе барабана 7 нанесено 50 делений круговой шкалы с ценой деления 0,01 мм.

При измерениях изделия помещают без перекоса между пяткой и микровинтом. Вращая барабан за трещотку до тех пор пока она не начнет проворачиваться, плотно прижимают измерительные поверхности к поверхностям детали.

Пределы измерения микрометров зависят от размера скобы и составляют 0...25; 25...50; 275...300; 300...400; 400...500; 500...600 мм. Микрометры для размеров более 300 мм оснащены сменными (рис. 1.16, б) или регулируемыми (рис. 1.16, в) пятками, обеспечивающими диапазон измерений 100 мм. Регулируемые пятки 2 крепятся в заданном положении фиксаторами 1 (см. рис. 1.16, в), а сменные пятки 3 – гайками 1 и 2 (см. рис. 1.16, б). Перед измерениями микрометры устанавливают в исходное (нулевое) положение, при котором пятка и микровинт прижаты друг к другу или к поверхности установочных мер 3 (см. рис. 1.16, а) под действием силы, ограниченной трещоткой.

При измерении микрометром необходимо придерживаться следующих основных правил:

- убедиться в правильности выбора микрометра в зависимости от размера детали (пределы измерения указаны на скобе микрометра);
- проверить плавность вращения микрометрического винта;
- убедиться в точности установки микрометра на ноль (при полном, без просвета, соприкосновении пятки скобы и торца микрометрического винта нулевые штрихи на стебле и конической части барабана должны совпадать, при этом прощелкивает механизм трещотки);
- при измерении прочно удерживать микрометр за скобу, плотно, без перекосов, сопрягая измерительные поверхности микромет-

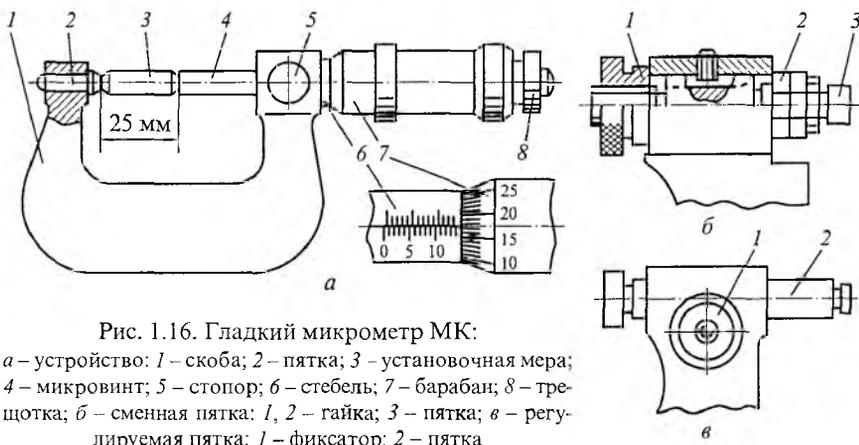


Рис. 1.16. Гладкий микрометр МК:

а – устройство: 1 – скоба; 2 – пятка; 3 – установочная мера; 4 – микровинт; 5 – стопор; 6 – стебель; 7 – барабан; 8 – трещотка; б – сменная пятка: 1, 2 – гайка; 3 – пятка; в – регулируемая пятка: 1 – фиксатор; 2 – пятка

ра с поверхностями детали, размер между которыми измеряется, вращать микрометрический винт до прощелкивания механизма трещотки.

Микрометрический глубиномер

Основанием микрометрического глубиномера (рис. 1.17) является поперечина 1, в которую запрессован стембель 4 с основной шкалой и гайкой микрометрического винта. В гайку ввинчивается микрометрический винт, на котором установлен барабан. Вращение винта осуществляется при помощи трещотки или фрикционной передачи (передачи вращательного движения за счет трения двух сопрягаемых поверхностей), которая проворачивается вхолостую, когда измерительное усилие достигает определенной величины.

При вращении барабана 2 при помощи трещотки 3 вместе с ним вращается и микрометрический винт, ввинчиваясь в микрометрическую гайку. В торце микровинта выполнено отверстие, в которое вставляют сменные измерительные стержни 6. Микрометрические глубиномеры обеспечивают диапазоны измерений 0...25; 25...50; 50...75; 75...100. Изменение диапазона измерений микрометрического глубиномера осуществляется за счет замены сменных стержней 6.

Измерения микрометрическим глубиномером необходимо выполнять в следующей последовательности:

- установить в отверстие микрометрического винта измерительный стержень, длина которого должна соответствовать глубине отверстия;

- установить микрометрический глубиномер на ноль;
- установить основание поперечины на базовую поверхность, относительно которой будут производиться измерения, и слегка притереть;

- вращая микрометрический винт, переместить измерительный стержень вниз до упора;

- зафиксировать положение микрометрического винта при помощи стопорного винта 5 и считать размер.

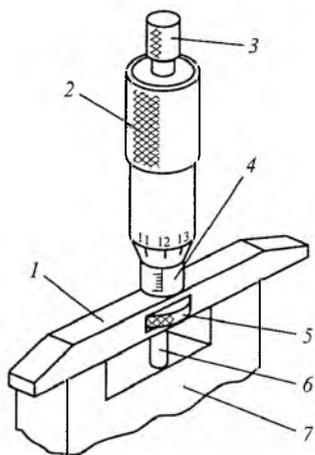


Рис. 1.17. Микрометрический глубиномер: 1 – поперечина; 2 – барабан; 3 – трещотка; 4 – стембель; 5 – стопорный винт; 6 – сменный стержень; 7 – проверяемая деталь

Микрометрический нутромер

Микрометрический нутромер (рис. 1.18) состоит из двух основных частей – микрометрической головки (рис. 1.18, *а*) и удлинителя (рис. 1.18, *б*). Микрометрическая головка была подробно описана ранее.

Микрометрические нутромеры выпускают в виде набора микрометрических головок с наконечниками и комплектом удлинителей. Установка микрометрического нутромера на ноль осуществляется с помощью специальной мини-скобы, входящей в комплект нутромера (рис. 1.18, *в*).

Пределы измерений при использовании микрометрических головок без удлинителей составляют 50...63 и 75...88 мм, а с удлинителями – 50...75; 75...175; 75...600 мм.

При измерении нутромером необходимо:

- вводить микрометрический нутромер в отверстие так, чтобы его ось находилась в диаметральной плоскости этого отверстия и была перпендикулярна к его стенкам;

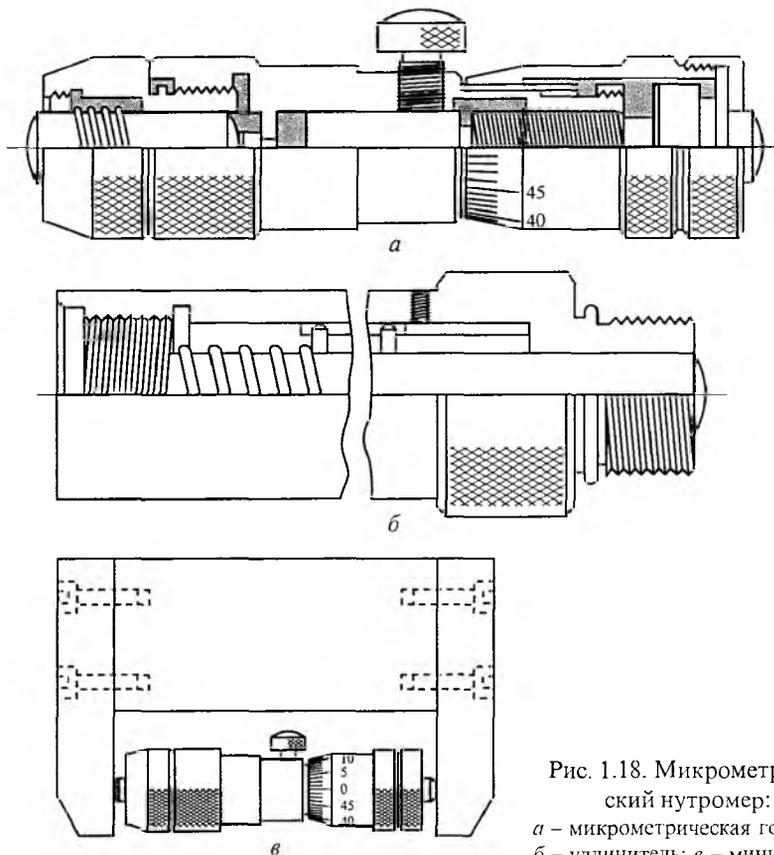


Рис. 1.18. Микрометрический нутромер:

а – микрометрическая головка;
б – удлинитель; *в* – мини-скоба

- извлекать нутромер из отверстия только при застопоренном положении микрометрического винта.

Средства измерения углов и конусов

Основным параметром, контролируемым при обработке углов и конусов, является плоский угол, за единицу которого принят градус. Градусом называется $1/360$ часть окружности, он состоит из 60 угловых минут, а минута состоит из 60 угловых секунд. Особенность угловых размеров состоит в том, что точность их изготовления и контроля зависит от длины сторон, образующих угол. Чем короче сторона, тем труднее изготовить и измерить угол. Методы измерения углов можно разделить на три основных вида:

- 1) метод сравнения с жесткими угловыми мерами;
- 2) абсолютный метод, основанный на применении измерительных инструментов с угловой шкалой (угол при этом отсчитывают непосредственно по шкале прибора в угловых единицах);
- 3) косвенный метод, состоящий в измерении линейных размеров, связанных с углом конуса тригонометрическими зависимостями.

Угловые меры и угольники

Угловые меры (рис. 1.19, *a*) изготавливают в виде прямых призм и применяют для контроля углов и градуировки угломерных инст-

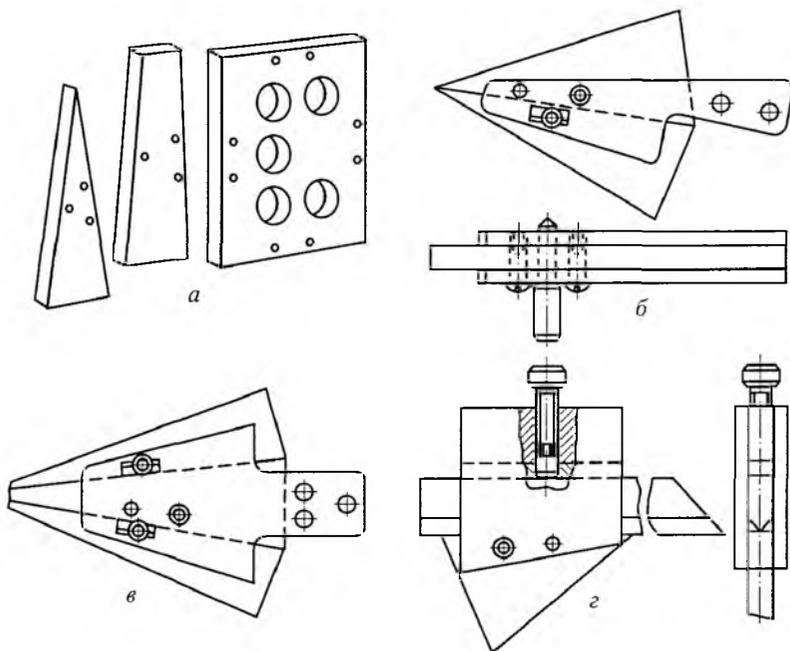


Рис. 1.19. Угловые меры (*a*) и державки для их применения (*б-г*)

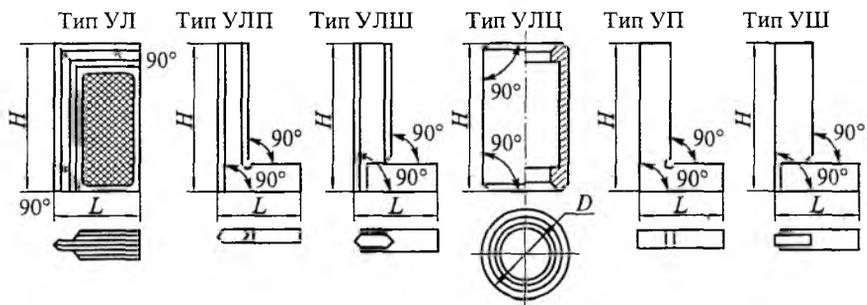


Рис. 1.20. Угольники:

H и L – соответственно высота и длина вертикальной полки; D – диаметр цилиндрического угольника

рументов и угловых шаблонов. Угловые меры аналогичны рассмотренным ранее плоскопараллельным концевым мерам длины. Угловые меры выпускают в виде наборов с градацией углов через 2° , 1° , $1'$, $15''$ и различными номинальными значениями углов. Изготавливают угловые меры четырех классов точности (00, 0, 1, 2) и аттестуют на разряды. Угловые меры могут притираться друг к другу, но их сцепление менее надежно, чем у плоскопараллельных концевых мер длины, поэтому блоки угловых мер соединяют друг с другом при помощи специальных приспособлений. Плитки в блоки соединяют при помощи державок (рис. 1.19, б–з), винтов и конических штифтов. Державки (см. рис. 1.19, б, в) позволяют собирать блоки из двух и трех угловых мер. Для получения дополнительных углов применяют державки со специальными лекальными линейками (см. рис. 1.19, з). Контроль углов угловыми мерами производят обычно на просвет. В случае отсутствия угловой меры с необходимыми значениями угла или в случае, когда изделие не позволяет использовать угловую меру, изготавливают специальный угловой шаблон.

Для контроля и разметки прямых углов (90°) предназначены проверочные угольники (рис. 1.20), которые применяют также для контроля взаимного расположения поверхностей деталей при сборке. Изготавливают угольники следующих типов УЛ, УЛП, УЛШ, УЛЦ, УП, УШ.

Угольники типов УЛ, УЛП и УЛШ предназначены для точных лекальных работ, они имеют две острые рабочие грани.

Угольники типа УП и УШ используют при слесарной сборке, обработке и ремонте.

Угольники типа УЛЦ представляют собой отрезок вала с торцами, перпендикулярными образующей цилиндрической поверхности. Эти угольники используют для проверки других угольников, так как они позволяют получить точное значение угла 90° .

Угломеры

Для контроля углов методом непосредственной оценки в машиностроении широко применяют угломеры с нониусом. Эти угломеры выпускают двух типов: УН – для измерения наружных и внутренних углов (рис. 1.21, а) и УМ – для измерения только наружных углов (рис. 1.21, б).

Угломер типа УН состоит из основания 2 с нанесенной по окружности градусной шкалой, которое жестко соединено с линейкой 3. Линейка имеет снаружи доведенную измерительную поверхность. По основанию 2 перемещается сектор 5 с нониусом 1 и стопором 4. К сектору крепят угольник 6 при помощи державки 9. К угольнику 6 крепят съемную линейку 7 при помощи державки 8. Варианты измерений показаны на рис. 1.22. Угломер позволяет измерять углы в диапазоне от 0 до 50° (рис. 1.22, а). Для измерения углов в диапазоне от 50 до 140° с угломера снимают угольник, а на его место устанавливают линейки (рис. 1.22, б). Чтобы измерить наружные углы в диапазоне от 140 до 230°, необходимо снять линейку, измерения в этом случае ведут с использованием угольника. Если с угломера снять угольник, линейку и державки, то с его помощью можно будет контролировать размеры углов в диапазоне от 240 до 320°. Следовательно, общий диапазон измерений угломером УН составляет от 0 до 320° для наружных углов.

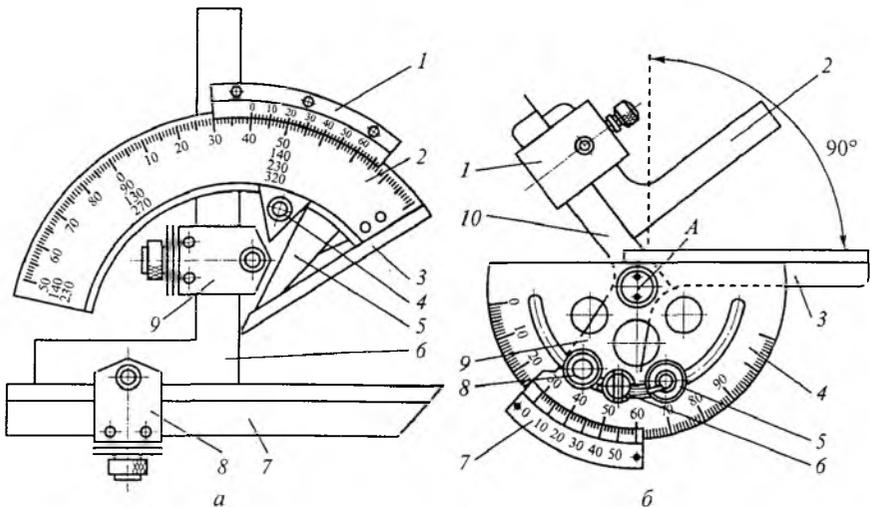


Рис. 1.21. Угломеры:

а – для измерения наружных и внутренних углов: 1 – нониус; 2 – основание; 3 – линейка; 4 – стопор; 5 – сектор; 6 – угольник; 7 – съемная линейка; 8 – державка линейки; 9 – державка угольника; б – для измерения только наружных углов: 1 – державка угольника; 2 – угольник; 3 – линейка; 4 – основание; 5, 8 – стопорные винты; 6 – винт микрометрической подачи; 7 – нониус; 9 – сектор; 10 – подвижная линейка; А – ось

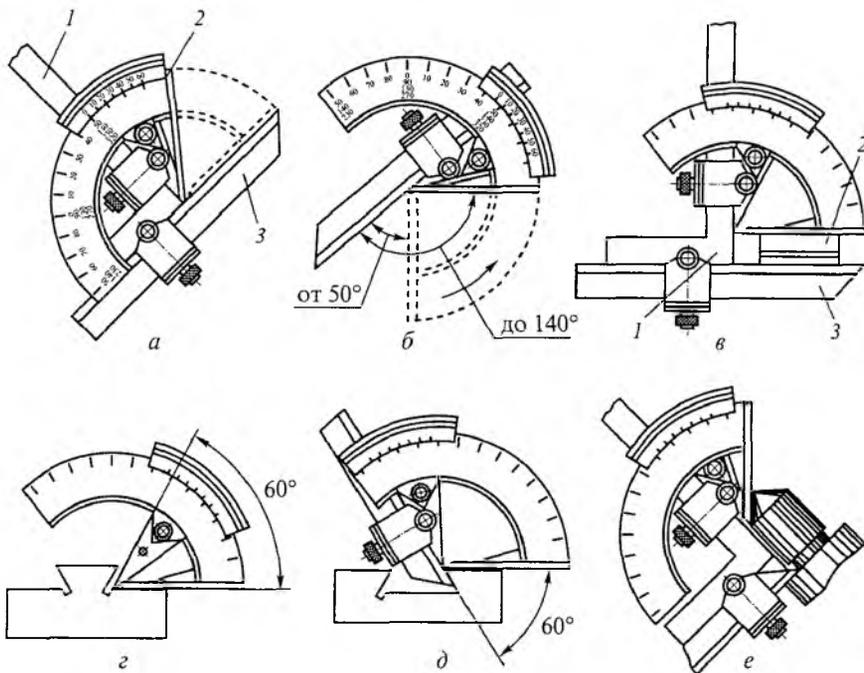


Рис. 1.22. Приемы измерения углов различной величины:
а, в – до 90° : 1 – угольник; 2 – блок концевых мер длины; 3 – линейка; *б* – до 140° ; *г, д* – до 60° ; *е* – внутренних углов; пунктиром показаны положения подвижной измерительной линейки при измерении минимального размера в заданном диапазоне

При измерении углов деталей сложных контуров необходима установка угломера на заданную величину длины прямолинейного контура. Такая установка осуществляется при помощи блока концевых мер длины 2, который устанавливается на съемную линейку 3, а основание угломера перемещают по угольнику 1 так, чтобы измерительная линейка была установлена на блоке концевых мер. Схема такой установки приведена на рис. 1.22, *в*.

Если с угломера снять угольник и линейку, то им можно измерять внутренние углы в диапазоне от 40° до 180° (рис. 1.22, *г*).

Измерение углов в труднодоступных местах производят по схеме, показанной на рис. 1.22, *д*.

Угломер типа УМ (см. рис. 1.21, *б*) широко применяется при обучении слесарному делу. Он состоит из основания 4 со шкалой, проградуированной в градусах. На основании закреплена линейка 3. Подвижная линейка 10 с сектором 9 и нониусом 7 может поворачиваться на оси А, фиксация линейки в момент измерения осуществляется стопорным винтом 5. Угломер имеет винт 6 для микрометрической подачи измерительной подвижной линейки 10 с сектором 9. На подвижной линейке крепится угольник 2 при помощи

державки 1. Угломер обеспечивает измерение углов в диапазоне от 0 до 180°. Для измерения углов свыше 90° угольник 2 необходимо снять, в этом случае для получения значения угла к показаниям по шкалам угломера прибавляют 90°.

При работе с угломером типа УМ необходимо:

- определить способ измерения угла (с использованием угольника или без него);
- убедиться в плавности перемещения сектора угломера;
- убедиться в точности установки угломера на ноль;
- при измерении прочно удерживать угломер за корпус;
- измерительная поверхность должна плотно прилегать к поверхности детали (без просвета и перекоса);
- обратить внимание на достигаемую точность измерений, которая выбита на нониусе.

Индикаторные инструменты

Индикаторные инструменты обеспечивают преобразование малых отклонений размеров изделий от заданного номинального размера в удобные для отсчета перемещения стрелки по шкале. К этим инструментам относятся измерительные головки, которые применяются для определения отклонений линейных размеров от номинального и отклонений от заданной формы – овальность, огранка, прямолинейность, плоскостность и т. д. При измерении индикаторными приборами в большинстве случаев используют метод сравнения с эталонной мерой.

Измерительные головки имеют механическое преобразующее устройство, которое обеспечивает преобразование малых перемещений наконечника инструмента в большие перемещения стрелки указателя. Перемещения стрелки указателя наблюдают на шкале отсчетного устройства. Различают измерительные головки зубчатые и рычажно-зубчатые.

Зубчатые измерительные головки (рис. 1.23) – индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм изготавливают следующих основных типов: ИЧ02; ИЧ05; ИЧ10; ИЧ25. Измерительный стержень у этих индикаторов перемещается параллельно шкале и обеспечивает диапазоны измерений соответственно 0... 2; 0... 5; 0... 10; 0... 25 мм.

Индикатор часового типа состоит из корпуса 8, в котором закреплена гильза 5 для присоединения индикатора к измерительному приспособлению. В направляющих гильзы перемещается измерительный стержень 6 с наконечником 7. На измерительном стержне 6 нарезана зубчатая рейка 11. Рейка находится в зацеплении с зубчатым колесом 10 (рис. 1.23, б). Зубчатое колесо 10 закреплено на одной оси с зубчатым колесом 9. Зубчатое колесо 9 находится в зацеплении с зубчатым колесом 8, на оси которого установлена стрел-

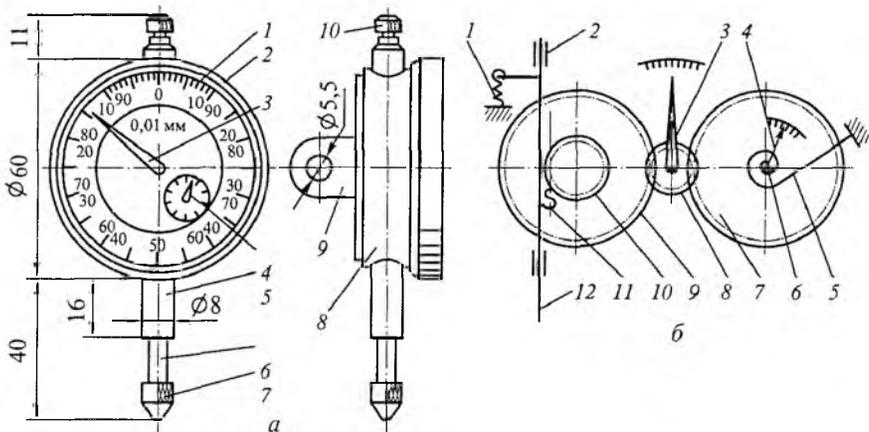


Рис. 1.23. Зубчатая измерительная головка (все размеры указаны в миллиметрах):

а – общий вид: 1 – измерительная шкала; 2 – кольцо для установки шкалы на ноль; 3 – стрелка-указатель; 4 – стрелка отсчета числа оборотов; 5 – гильза; 6 – стержень; 7 – наконечник; 8 – корпус; 9 – крепежное ушко; 10 – головка отвода измерительного стержня; *б* – кинематическая схема: 1 – пружина; 2 – гильза; 3 – стрелка-указатель; 4 – стрелка контроля числа оборотов; 5 – пружинка; 6 – ось; 7–10 – зубчатые колеса; 11 – зубчатая рейка; 12 – наконечник

ка-указатель 3. Стрелка осуществляет отсчет перемещений наконечника 12. Величина перемещения измерительного стержня определяется по шкале индикатора. Зубчатое колесо 7 обеспечивает выбор бокового зазора в зубчатых передачах под действием пружины 5. На оси зубчатого колеса 7 установлена стрелка 4, которая фиксирует количество оборотов стрелки 3. Измерительное усилие создается за счет пружины 1, которая прижимает наконечник 12 к контролируемой поверхности. Индикатор можно установить в измерительное приспособление не только при помощи гильзы 5, но и при помощи ушка 9. При смене контролируемой детали измерительный наконечник отводят от ее поверхности при помощи головки 10.

Настройку индикатора часового типа на заданный размер производят в следующей последовательности:

- укрепляют индикатор в измерительном приспособлении – стойке;
- на контрольной плите устанавливают блок концевых мер длины, размер которого соответствует номинальному размеру проверяемой детали;
- опускают индикатор по колонке стойки так, чтобы наконечник соприкоснулся с поверхностью меры и стрелка индикатора отклонилась от нулевого положения. Положение индикатора на стойке фиксируют. Шкалу устанавливают в нулевое положение;

- поднимая и опуская измерительный стержень за головку, проверяют постоянно показаний индикатора. Если наблюдается отклонение стрелки от нуля, то настройку повторяют;
- отводят стержень и снимают блок концевых мер длины.

После этого производят контроль заданного размера детали, устанавливая ее вместо снятых концевых мер длины.

К рычажно-зубчатым измерительным головкам относятся индикаторы типа ИГ. Рычажно-зубчатый индикатор состоит из корпуса 2 (рис. 1.24, а) с установленным в нем циферблатом 1. Отсчет показаний осуществляется при помощи стрелки 9. Для подъема измерительного наконечника 5 при установке и снятии контролируемой детали служит арретир (рычаг) 8. В корпус 2 вмонтирована гильза 7, которая обеспечивает установку индикатора в измерительное приспособление. Для указания поля допуска на циферблате 1 в корпус индикатора устанавливают указатели-ограничители 3. Точная установка нуля осуществляется при помощи винта 4.

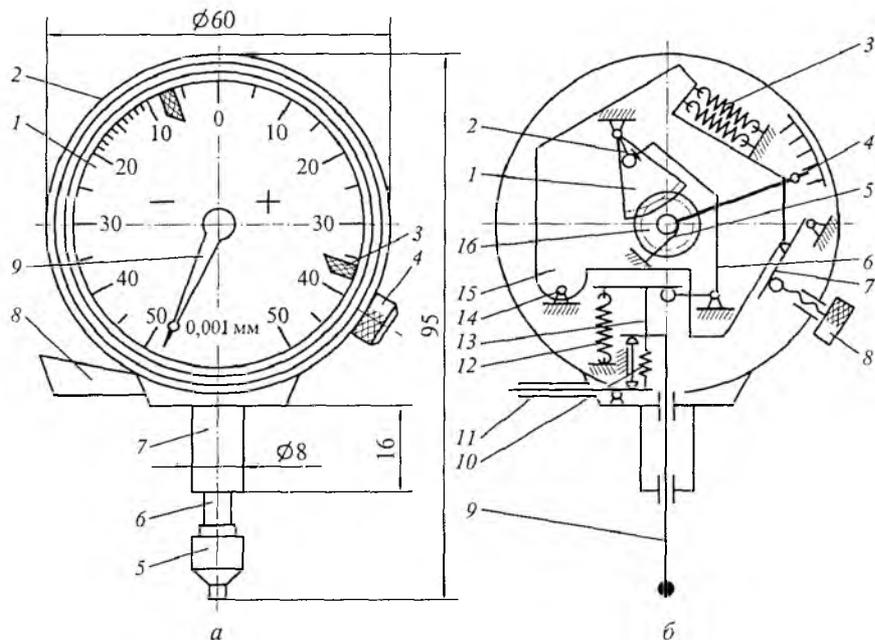


Рис. 1.24. Индикаторы рычажно-зубчатые (все размеры указаны в миллиметрах):

а - общий вид; 1 - циферблат; 2 - корпус; 3 - указатель-ограничитель; 4 - винт установки на ноль; 5 - наконечник; 6 - измерительный стержень; 7 - гильза; 8 - арретир (рычаг); 9 - стрелка; б - кинематическая схема: 1 - зубчатый сектор; 2, 6, 7, 13 - рычаги; 3, 5, 10, 12 - пружины; 4 - стрелка-указатель; 8 - винт; 9 - измерительный стержень; 11 - арретир (рычаг); 14 - ось; 15 - плата; 16 - зубчатое колесо

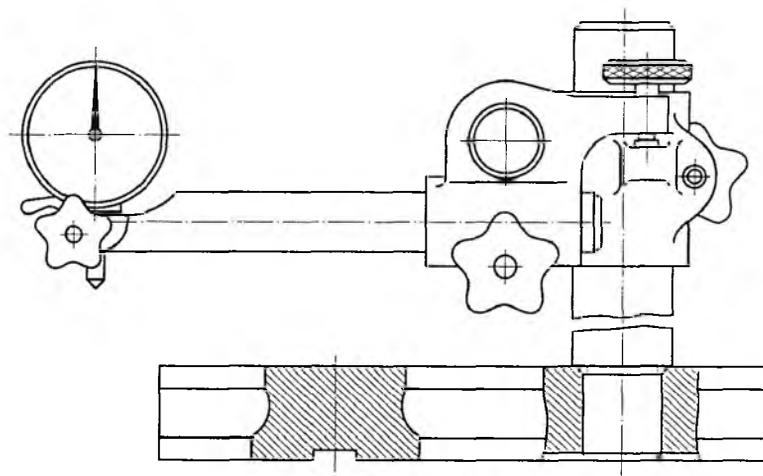


Рис. 1.25. Стойка

Механизм (рис. 1.24, б) индикатора состоит из двух неравноплечих рычажных пар и одной зубчатой передачи. Перемещение измерительного стержня 9 через рычаг 13 передается малому плечу рычага 6. Большое плечо рычага 6 передает движение рычагу 2 зубчатого сектора 1. Зубчатый сектор поворачивает зубчатое колесо 16, на оси которого установлена стрелка-указатель 4. На этой же оси установлена втулка со спиральной пружиной 5, обеспечивающей устранение зазоров в передаче. Измерительное усилие в приборе создается двумя пружинами 12, которые прикреплены к рычагу 13. Весь механизм смонтирован на плате 15. Для установки на ноль плату 15 поворачивают вокруг оси 14 при помощи винта 8 и рычага 7. К рычагу 7 плата 15 прижимается под воздействием пружины 3. Арретир (рычаг) 11 для подъема измерительного стержня 9 в свободном состоянии отжимается от рычага 13 пружиной 10.

Для крепления индикаторов при проведении измерений применяют штативы и стойки (рис. 1.25).

Калибры

Калибрами называются бесшкальные меры, которые предназначены для контроля размеров, формы и расположения поверхностей деталей. По методу контроля калибры делят на нормальные и предельные. *Нормальные калибры* копируют размеры и форму изделий.

Предельные калибры воспроизводят размеры, соответствующие верхней и нижней границам допуска на изделие. При контроле используют проходной и непроходной предельные калибры. По конструкции предельные калибры делят на нерегулируемые и регулируемые. Регулируемые калибры позволяют компенсировать их из-

нос или устанавливать калибр на другой размер; предельные калибры могут быть однопредельными и двухпредельными, объединяющими проходной и непроходной калибры. Оба предельных калибра могут быть расположены с одной стороны. В этом случае предельные калибры называют односторонними.

Комплексные калибры (рис. 1.26) предназначены для контроля нескольких размеров изделия (например, деталей шлицевого соединения).

Дифференциальные калибры (рис. 1.27) позволяют контролировать только один размер (например, калибр для контроля ширины шпоночного паза).

По назначению различают рабочие калибры для контроля изделий при изготовлении; калибры контролера (для проверки изделий работниками службы технического контроля); приемные калибры для контроля изделий заказчиком; контрольные калибры для проверки размеров рабочих и приемных калибров. В качестве калибра контролера используют частично изношенные проходные и неизношенные непроходные калибры.

На калибры наносят маркировку, в которой указывают параметры контролируемых деталей: номинальный размер, обозначение поля допуска и предельные отклонения.

Нормальные калибр-шаблоны (рис. 1.28) применяют для контроля размеров и формы изделий сложного профиля. Шаблоны 1 могут прикладываться к проверяемому профилю изделия 2 (рис. 1.28, а) или накладываться на изделие 2 с совмещением профилей (рис. 1.28, б). В первом случае отклонение профиля изделия от профиля шаблона определяют на «краску», если отклонение менее 3 мкм, или на просвет, если отклонение больше 3 мкм. При проверке на «краску» поверхность шаблона покрывают тонким слоем краски и прикладывают его к изделию. По отпечатку краски на поверхности проверяемого изделия судят о плотности прилегания шаблона.

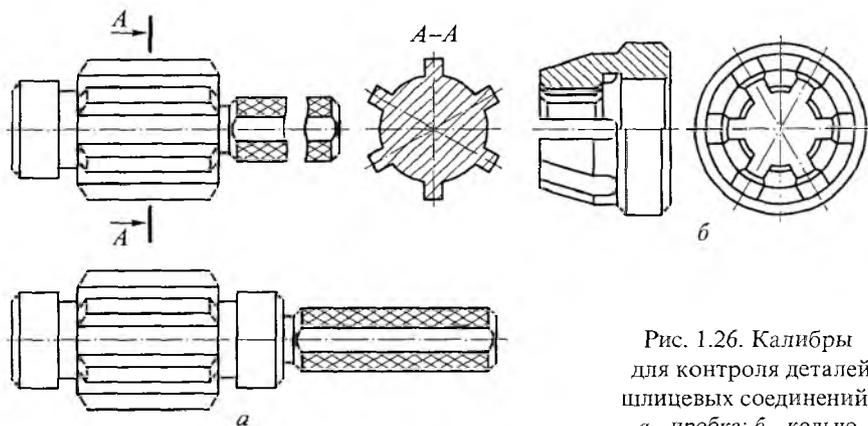
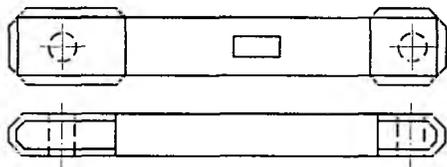


Рис. 1.26. Калибры для контроля деталей шлицевых соединений:
а – пробка; б – кольцо

Рис. 1.27. Калибр для контроля ширины шпоночного паз



При контроле изделия путем совмещения профилей отклонение профиля определяют при помощи индикатора (см. рис. 1.28, б). Индикатор применяют в тех случаях, когда величина отклонения составляет не более 5 мкм в большую или меньшую сторону, если эта величина больше, то отклонение оценивают визуально.

Для определения радиусов закруглений от 1 до 25 мм применяют радиусные шаблоны (рис. 1.29), которые представляют собой стальные пластины с профилем дуги окружности соответствующего радиуса. Они комплектуются в наборы, состоящие из пластин с выпуклыми 1 или вогнутыми 3 профилями. Пластины собирают в обойму 2. При контроле радиусные шаблоны, как правило, прикладывают к профилю изделия. Если в сопряжении нет зазора, то радиусы изделия и шаблона равны.

Достаточно распространенным инструментом являются *щупы*, которые представляют собой набор пластин определенной толщины (рис. 1.30). Щупы являются нормальными калибрами при проверке зазоров между поверхностями, они выпускаются с номинальными размерами 0,02... 1,0 мм, с градацией через 0,01 и 0,05 мм. По длине различают щупы двух исполнений: 200 и 100 мм. Щупы длиной 100 мм изготавливают как в виде отдельных пластин, так и в виде наборов, а при длине 200 мм – только в виде отдельных пластин. При измерении зазора в него вводят щуп или набор щупов. При измерении щуп должен перемещаться в зазоре с небольшим усилием, т. е. он не должен проваливаться в зазор и перемещаться свободно.

При измерении зазоров щупом следует выполнять ряд правил:

- перед измерением зазора убедиться в плавности перемещения пластин щупа;

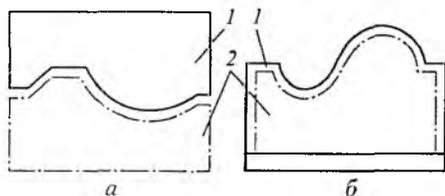


Рис. 1.28. Шаблоны:

а – для наружного контура; б – для внутреннего контура; 1 – шаблон; 2 – изделие

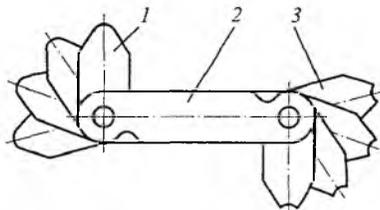


Рис. 1.29. Радиусные шаблоны:

1 – пластины с выпуклыми профилями; 2 – обойма; 3 – пластины с вогнутыми профилями

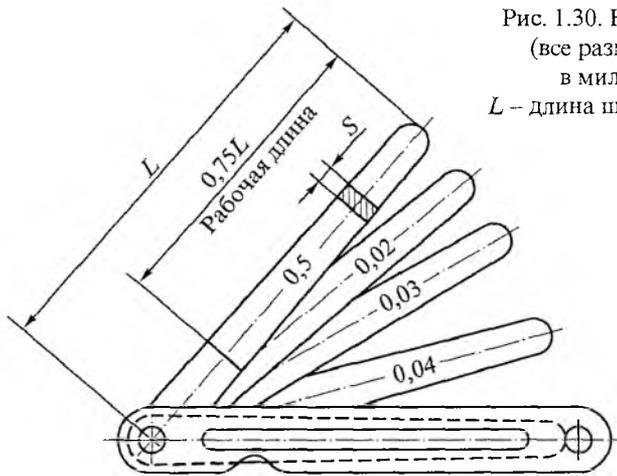


Рис. 1.30. Комплект щупов
(все размеры указаны
в миллиметрах):
 L – длина щупа; S – толщина
щупа

- если перемещение пластин в зазоре затруднено, то их следует слегка смазать;
- величину зазора определять по суммарной величине набора пластин щупа, полностью вошедших в зазор по всей его длине;
- при измерении величины зазора не прикладывать к щупу больших усилий во избежание поломки пластин или их деформирования.

Наиболее распространенными предельными калибрами являются *калибр-скобы* для контроля гладких валов и *калибр-пробки* для контроля гладких отверстий.

Калибр-скобы имеют различные конструкции (рис. 1.31). Их изготавливают одно- и двусторонними из листового материала (рис. 1.31, *а, б*). Такие скобы применяют для валов диаметром от 1 до 500 мм. Для контроля валов диаметром от 3 до 100 мм применяют скобы, изготовленные из штампованных заготовок. Такие скобы обладают повышенной износостойкостью и долговечностью.

Штампованные скобы изготавливают, как правило, односторонними (рис. 1.31, *в*), а также со сменными измерительными губками (рис. 1.31, *г*).

Повышенная долговечность этих скоб по сравнению со скобами из листовых заготовок объясняется их повышенной жесткостью и более широкой измерительной рабочей поверхностью.

Калибр-пробки для контроля отверстий небольшого диаметра (1...3 мм) изготавливают двусторонними со вставками из калиброванной проволоки (рис. 1.32, *а*).

Двусторонние калибр-пробки, имеющие вставки с коническими хвостовиками (рис. 1.32, *б*), применяют для контроля отверстий диаметром от 3 до 50 мм. Длина проходного калибра у этих пробок больше, чем длина непроходного. Для этих же размеров иногда применяют односторонние пробки, у которых проходной и не-

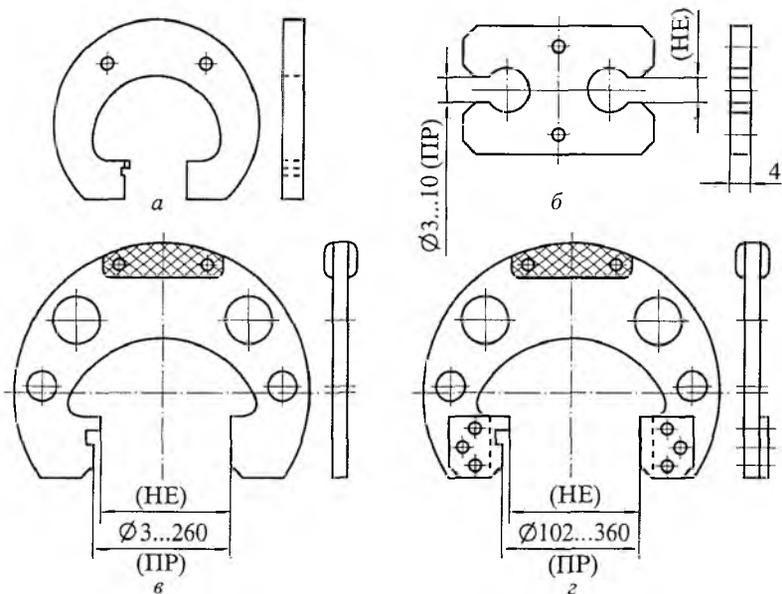


Рис. 1.31. Калибр-скобы (все размеры указаны в миллиметрах):
а, б – скобы из листового материала; *в* – штампованные скобы; *г* – штампованные скобы со сменными измерительными губками; НЕ и ПР – соответственно непроходная и проходная сторона калибра

проходной калибр расположены по одну сторону рукоятки, однако такие пробки сложны в изготовлении и не позволяют контролировать неглубокие глухие и длинные отверстия, поэтому они используются редко.

Для контроля отверстий диаметром от 50 до 100 мм применяют двусторонние пробки с насадками (рис. 1.32, *в*), имеющие полный профиль. Пользование такими калибрами затруднительно из-за их большой массы, поэтому при контроле отверстий большого диаметра чаще используют пробки с неполными профилями. Калибр-пробки с неполным профилем изготавливают двусторонними из листовых заготовок, их применяют для контроля отверстий с размерами от 50 до 250 мм. Калибр-пробки с неполным профилем могут изготавливаться и односторонними.

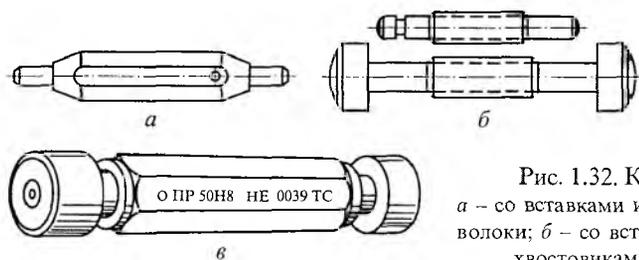


Рис. 1.32. Калибр-пробки:
а – со вставками из калиброванной проволоки; *б* – со вставками с коническими хвостовиками; *в* – с насадками

Контроль отверстий диаметром от 250 до 1000 мм производят предельными нутромерами или штихмассами. У нутромеров измерительные поверхности выполняют цилиндрическими, а у штихмасс – сферическими. Штихмассы и нутромеры применяют в виде комплектов, состоящих из двух калибров – проходного и непроходного.

Контрольные вопросы

1. Почему точность измерительного инструмента должна быть выше, чем точность изготовления детали, которая этим инструментом проверяется?
2. Что является объединяющим для группы инструментов, называемых штангенинструментами?
3. Какова роль нониуса в процессе измерения штангенинструментами?
4. Какова роль микрометрической передачи винт–гайка и трещоточного механизма в работе микрометрических инструментов?
5. Для чего в слесарном деле используют индикатор?
6. Почему при измерении щупом нельзя прикладывать большие усилия?
7. Как угломером УН измерить угол меньше 90° ?

1.4. Конструкционные и инструментальные материалы

Конструкционные материалы

Детали машин и механизмов отличаются большим разнообразием, поэтому для их изготовления требуются материалы с различными свойствами. Для правильного выбора материала и разработки соответствующего технологического процесса необходимо иметь представление о структуре материалов, применяемых в машиностроении для выпуска деталей машин и механизмов.

Металлические и большинство неметаллических материалов, применяемых в машиностроении, имеют кристаллическую структуру. Характерной особенностью кристаллического строения материалов является возможность сохранять приданную им форму при эксплуатации. Всем конструкционным материалам присуща анизотропия, т. е. неравномерность свойств в различных направлениях.

В технике в большинстве случаев применяют не чистые металлы, а сплавы, состоящие из двух или нескольких элементов. Широкое применение сплавов обусловлено их свойствами, которые можно направленно изменять, вводя разные компоненты в различном количестве в основной металл сплава.

При выборе материала для изготовления деталей машин исходят из комплекса свойств, которые подразделяют на механические, физико-химические, технологические и эксплуатационные.

К основным *механическим свойствам* относятся прочность, пластичность, твердость и износостойкость.

Под *прочностью* понимается способность материала сопротивляться деформации или разрушению под действием внешних сил.

Пластичность – это способность твердых материалов изменять без разрушения форму и размеры под влиянием внешней нагрузки, устойчиво сохраняя полученную форму и размеры после снятия нагрузки.

Твердость – это способность материала сопротивляться проникновению в него инородного тела, например, шарика при испытании материала на твердость по методу Бринелля.

Износостойкость – это способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Технологические свойства металлов и сплавов характеризуют их способность поддаваться различным методам горячей и холодной обработки. Основными технологическими свойствами конструкционных материалов являются ковкость, свариваемость и обрабатываемость резанием.

Ковкость – это способность материала деформироваться с минимальным сопротивлением под воздействием внешней нагрузки, принимать и сохранять заданную форму.

Свариваемость – это способность материала образовывать неразъемное соединение с комплексом свойств, обеспечивающих работоспособность конструкции.

Обрабатываемость – это свойство металла поддаваться обработке резанием. Критериями обрабатываемости являются режимы резания и качество обработанной поверхности.

К конструкционным материалам относятся черные и цветные металлы и их сплавы, а также пластические массы. Поскольку пластические массы не подвергают, как правило, слесарной обработке, коротко рассмотрим только черные и цветные металлы и их сплавы.

Черные металлы

К *черным металлам* относят чугун и сталь, которые представляют собой сплавы железа и углерода.

Чугун – это сплав железа с углеродом при содержании углерода 2,14... 4,5%. Помимо углерода в сплав могут входить некоторые количества кремния, марганца и других элементов в небольших количествах. В зависимости от технологических свойств различают несколько видов чугунов: серый, высокопрочный, ковкий и легированный.

Серый чугун маркируют буквами СЧ и цифрами, указывающими его прочность при растяжении.

Высокопрочный чугун получают в результате добавления при плавке в серый чугун 0,3... 1,0% магния и до 0,5% церия. Маркируют этот чугун буквами ВЧ и цифрами, указывающими его прочность при растяжении.

Ковкий чугун отличается высокой вязкостью. Он обозначается буквами КЧ и двумя цифрами, первая из которых обозначает предел прочности на растяжение, а вторая – относительное удлинение в процентах.

Легированные чугуны получают введением легирующих элементов (хрома, кремния, алюминия, марганца и др.). Эти чугуны маркируют буквами и цифрами (например, ЧХ1, ЧХ9Н5 и т.п.), где буква Ч обозначает чугун, буквы Х и Н – легирующие элементы, а цифры – содержание этих легирующих элементов в процентах.

Стали также представляют собой сплавы железа с углеродом (до 2,14%) и другими элементами. С повышением содержания углерода механическая прочность стали повышается и соответственно ухудшается ее обрабатываемость. Конструкционные стали делят на углеродистые и легированные.

Углеродистые стали обыкновенного качества обозначают буквами Ст и цифрами по порядку от 0 до 6, например Ст3. Чем больше число в обозначении марки стали, тем больше углерода она содержит. Качественные углеродистые стали также обозначают буквами Ст и цифрами, указывающими содержание углерода в сотых долях процента.

Легированные стали обозначают цифрами и буквами, например 20Х, 40ХС, 20ХН3А. Первая цифра показывает содержание углерода в сплаве в сотых долях процента, буквы – присутствие в сплаве соответствующего легирующего элемента, цифра, следующая за буквой, – процентное содержание легирующего элемента. Если после буквы цифра отсутствует, то это означает, что данного элемента в сплаве содержится менее 1%.

Цветные металлы и сплавы

Медь, алюминий, цинк, марганец, титан и другие цветные металлы широко применяют в промышленности, однако в качестве конструкционных материалов используются сплавы этих металлов. Наиболее широкое применение получили сплавы на основе меди (латунь, бронза) и алюминия.

Латунь – это сплав меди с цинком, обозначается буквой Л и двузначным числом, показывающим процентное содержание меди в сплаве.

Бронза – это сплав меди с оловом, алюминием, марганцем, кремнием и другими элементами. Бронзы обозначают буквами Бр, начальными буквами основных элементов, вошедших в сплав и цифрами, указывающими процентное содержание этих элементов в сплаве. Например, сплав БрЩЗЦ12С5 содержит 3% олова, 12% цинка и 5% свинца, остальное – медь.

Алюминиевые сплавы – это сплавы алюминия с различными добавками (кремний, марганец, медь и др.), повышающими прочность сплава.

Инструментальные материалы

Из-за неблагоприятных условий работы (большие нагрузки, высокие температуры, трение) материалы, применяемые для изготовления инструментов должны удовлетворять более жестким эксплуатационным требованиям, чем конструкционные материалы. Материал рабочей части инструмента должен отличаться высокой твердостью и прочностью, важнейшей характеристикой рабочей части инструмента является его высокая износостойкость. Для изготовления инструментов, применяемых при слесарной обработке деталей машин, в основном используют инструментальные углеродистые и легированные стали, быстрорежущие стали и твердые сплавы.

Углеродистые инструментальные стали

Эти стали содержат 0,9... 1,3% углерода. Для изготовления инструментов применяют качественные инструментальные стали марок У10А, У11А, У12А, которые после термической обработки имеют твердость HRC 60... 62 и сохраняют свойства до температуры 200... 250 °С. Такие стали имеют ограниченное применение, так как теряют свои свойства при достаточно низких температурах. Из них изготавливают метчики, плашки, ножовочные полотна, зубила, чертилки и другие ручные слесарные инструменты, при работе которыми в зоне обработки не возникает высоких температур, способных привести к потере инструментом его функциональных свойств.

Легированные инструментальные стали

В отличие от углеродистых инструментальных сталей легированные содержат дополнительно в качестве легирующих элементов хром Х, вольфрам В, ванадий Ф, кремний Г и некоторые другие элементы. После термической обработки легированные стали имеют несколько большую, по сравнению с углеродистыми, твердость (HRC 62... 64) и не изменяют своих режущих свойств при температуре 250... 300 °С.

Для изготовления сверл, протяжек, метчиков, плашек, разверток и некоторых других слесарных инструментов для механизированных работ используют легированные инструментальные стали марок 9ХВГ, ХВГ, ХГ, 9ХС, 6ХС.

Быстрорежущие стали

Само название этого инструментального материала говорит о том, что из него изготавливают инструменты для механизированных методов слесарной обработки.

Эти стали в качестве легирующих добавок содержат вольфрам (8,5... 19%), хром (3,8... 4,4%), кобальт (2,0... 10,0%) и ванадий (2,0... 10,0%). Для изготовления режущих инструментов использу-

ют быстрорежущие стали марок P9, P12, P18, P6M3, P6M5, P9Ф5, P14Ф4, P18Ф2, P9K5, P9K10, P10K5Ф2, P10K5Ф5. Режущий инструмент из этих сталей имеет твердость HRC 62...65 и сохраняет режущие свойства при температуре до 600 °С. Это обуславливает их применение для изготовления инструментов, применяемых при механизированной обработке, когда в процессе резания возникает значительное трение и происходит повышение температуры в зоне обработки. Однако этот материал обладает повышенной хрупкостью, что ограничивает его использование для изготовления ударного инструмента, например зубил.

В связи с высокой стоимостью быстрорежущей стали из нее изготавливают только рабочую часть инструментов, а корпус выполняют из конструкционной стали. Соединение рабочей части и корпуса может быть неразъемным (сварным) или разъемным (при помощи болтов и винтов).

Твердые сплавы

Исходным материалом для получения твердых сплавов являются порошки карбидов тугоплавких металлов, связанные металлическим кобальтом. Порошки смешивают в определенных пропорциях, прессуют в формах и спекают при температуре 1500...2000 °С. При спекании твердые сплавы приобретают высокую твердость и в термической обработке не нуждаются. Эта твердость сохраняется при нагреве до 900 °С, поэтому оснащенный твердым сплавом инструмент более стоек по сравнению с инструментом из инструментальных и быстрорежущих сталей. Использование инструмента из твердых сплавов позволяет вести обработку механизированным инструментом и на металлорежущих станках со скоростями резания до 800 м/мин. Твердые сплавы химически пассивны к воздействию кислот и щелочей, а некоторые из них почти не окисляются даже при высоких температурах (600...800 °С). Это позволяет вести обработку с использованием специальных смазывающе-охлаждающих жидкостей, которые улучшают условия обработки и продлевают срок службы инструмента.

Твердые сплавы разделяют на три группы.

Вольфрамовые (однокарбидные) твердые сплавы, содержащие карбиды вольфрама (ВК2, ВК3, ВК4, ВК6, ВК8 и др.). Цифры в обозначении марки твердого сплава показывают содержание кобальта в процентах, остальное – карбид вольфрама. Сплавы этой группы применяют для обработки чугуна и других хрупких материалов при прерывистом резании (строгание, фрезерование). Кроме того, инструменты из сплава этой группы используют при обработке жаропрочных и титановых сплавов, так как *вольфрамокобальтовые* твердые сплавы не содержат титана. Поскольку жаропрочные стали содержат титан, то применение инструментального материала с наличием титана может привести к адгезии – схва-

тиванию с последующим вырыванием частиц инструментального материала стружкой или материалом заготовки. Это приводит к преждевременному выходу инструмента из строя.

Титановольфрамовые (двухкарбидные) твердые сплавы содержат карбиды вольфрама и титана (Т5К10, Т14К8, Т15К6 и др.). Цифры в обозначении марки твердого сплава показывают процентное содержание карбида титана и кобальта в процентах, остальное – карбид вольфрама. Инструменты, изготовленные из твердых сплавов этой группы, применяют для обработки сталей.

Титанотанталовольфрамовые (трехкарбидные) твердые сплавы, содержащие карбиды титана, карбиды тантала, карбиды вольфрама и кобальт (ТТ7К12, ТТ7К15, ТТ8К6). Цифры в обозначении марки твердого сплава показывают суммарное процентное содержание карбидов титана и карбидов тантала и кобальта, остальное – карбид вольфрама. Твердые сплавы этой группы характеризуются повышенной износостойкостью, прочностью и вязкостью, что обуславливает их применение при обработке труднообрабатываемых сталей аустенитного класса.

1.5. Резание металлов

Под резанием понимается процесс пластического деформирования и удаление слоя материала под действием клинообразного твердого тела – инструмента. Для осуществления процесса резания необходимо выполнение двух основных условий: заготовка и инструмент должны перемещаться друг относительно друга; твердость режущего инструмента должна превосходить твердость обрабатываемой заготовки.

Основными видами обработки резанием являются точение, строгание, сверление, фрезерование, шлифование. Эти виды обработки осуществляются на металлорежущих станках различными режущими инструментами (резцами, сверлами, фрезами), причем все режущие элементы имеют форму клина.

Процесс резания металла протекает в следующей последовательности. Под воздействием силы P режущий клин внедряется в обрабатываемый материал и сжимает его передней поверхностью OB (рис. 1.33). По мере продвижения клина деформация металла возрастает и срезаемый слой толщиной a превращается в стружку, которая перемещается по передней поверхности. Основная деформация металла происходит в зоне OML , называемой зоной стружкообразования. Положение начальной зоны стружкообразования определяется положением режущей кромки, обозначенной на схеме буквой O . Достигнув конечной зоны OM , он получает наибольшую степень деформации и, соответственно, наибольшую твердость, свойственную уже образовавшейся стружке. При резании дефор-

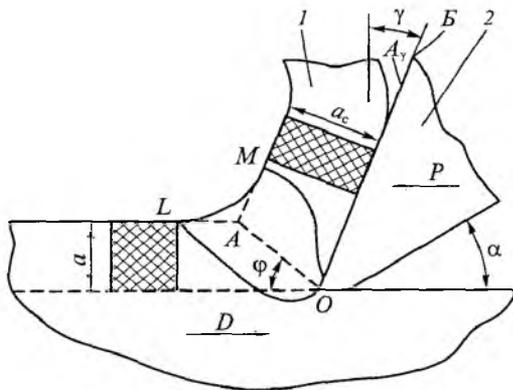


Рис. 1.33. Схема процесса резания:

1 – стружка; 2 – режущий клин; a – толщина снимаемого слоя; a_c – толщина стружки; A_y – передняя поверхность режущего клина; γ – передний угол; α – задний угол; φ – угол стружкообразования; OML – зона стружкообразования; P – сила резания; D – направление движения заготовки

мазия распространяется и на поверхностный слой обрабатываемой заготовки. Следовательно, в результате обработки резанием физико-механические свойства поверхностного слоя обработанной детали отличаются от соответствующих данных исходного материала. Параметры, определяющие относительное перемещение заготовки и инструмента в процессе резания, называются элементами процесса резания.

Элементы процесса резания

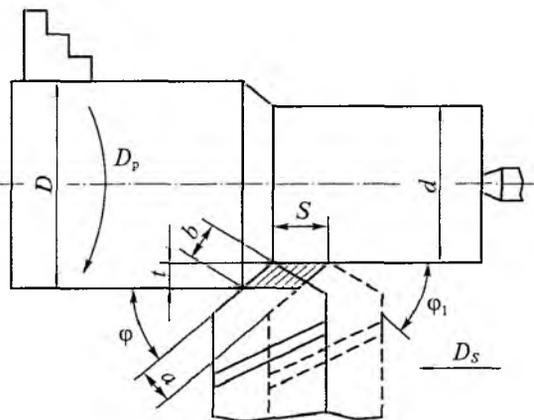
Относительное перемещение заготовки и инструмента складывается из двух движений: главного движения, определяющего скорость резания, и вспомогательного движения – движения подачи, обеспечивающего постоянство протекания процесса резания. Помимо того, к элементам процесса резания (рис. 1.34) относится глубина резания. Рассмотрим более подробно, что собой представляют эти элементы процесса резания, которые в совокупности называются режимами резания.

Скорость резания – это скорость рассматриваемой точки режущей кромки инструмента или заготовки в главном движении. Скорость резания измеряют в м/мин при всех видах обработки, кроме шлифования и полирования, где ее измеряют в м/с.

Подача – это отношение расстояния, пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки в направлении движения подачи, к соответствующему числу циклов или определенных долей циклов другого движения. Под циклом движения понимается полный оборот, ход или двойной ход режущего инструмента или заготовки. При разных технологических методах обработки подача измеряется в следующих единицах: мм/об (подача на оборот) – при точении, сверлении, фрезеровании; мм/ход (подача на ход); мм/дв. ход (подача на двойной ход) – при строгании и долблении; мм/зуб (подача на зуб) – при фрезеровании.

Рис. 1.34. Элементы процесса резания:

D – диаметр обрабатываемой заготовки; d – диаметр обработанной детали; D_p – направление вращения заготовки; φ – главный угол в плане; φ_1 – вспомогательный угол в плане; t – глубина резания; b – ширина срезаемого слоя; a – толщина срезаемого слоя; S – подача; D_s – направление подачи



Движение подачи может быть продольным (направленным вдоль оси обрабатываемой заготовки), поперечным (направленным перпендикулярно оси заготовки), наклонным (направленным под углом к оси обрабатываемой заготовки) и круговым (по окружности обрабатываемой заготовки).

Глубина резания определяется как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно обработанной поверхности.

В процессе резания с заготовки удаляют определенный слой материала, который называют срезаемым слоем. Срезаемый слой материала характеризуют определенные элементы.

К элементам процесса резания можно также отнести основное время, которое является одной из составляющих штучного времени.

Штучное время – это интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий, или равный календарному времени сборочной операции.

Элементы срезаемого слоя

На рис. 1.34 показано положение режущей кромки резца после перемещения его на расстояние, численно равное подаче. Затрихованный участок представляет собой площадь срезаемого слоя $F = a \times b$, где a и b – соответственно толщина и ширина срезаемого слоя.

Толщина срезаемого слоя – это длина нормали к поверхности резания, проведенная через рассматриваемую точку режущей кромки и ограниченная сечением срезаемого слоя.

Ширина срезаемого слоя – это длина стороны сечения срезаемого слоя, образованной поверхностью резания.

Между толщиной и шириной срезаемого слоя, глубиной резания и подачей существуют следующие соотношения: $a = S \sin \varphi$; $b = t / \sin \varphi$.

Площадь срезаемого слоя представляет собой площадь номинального или расчетного сечения. Действительное же значение площади сечения срезаемого слоя меньше площади номинального сечения на величину, равную площади осевого сечения гребешков, остающихся на обработанной поверхности. Разность между площадями номинального и действительного сечения заметна лишь при больших подачах (более 2 мм/об), поэтому в практических условиях площадь сечения срезаемого слоя определяют как произведение глубины резания и подачи.

Контрольные вопросы

1. Почему углы заточки металлорежущего инструмента имеют значительную величину, в то время как нож (бритва) затачивается с минимальными углами?
2. Можно ли добиться значительного увеличения производительности труда при увеличении подачи инструмента и почему?
3. Можно ли добиться увеличения производительности труда за счет увеличения глубины резания и почему?
4. Какие параметры следует учитывать при определении скорости резания?

ГЛАВА 2

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ

2.1. Разметка

Разметка – это операция по нанесению на поверхность заготовки линий (рисок), определяющих контуры изготавливаемой детали, являющаяся частью некоторых технологических операций. Несмотря на большие затраты ручного высококвалифицированного труда, разметка используется достаточно широко, в том числе на предприятиях массового производства. Обычно разметочные работы не контролируются, поэтому допущенные при их выполнении ошибки выявляются в большинстве случаев в готовых деталях. Исправить такие ошибки достаточно сложно, а иногда просто невозможно. В зависимости от особенностей технологического процесса различают плоскостную и пространственную разметки.

Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.

Пространственная разметка – это нанесение рисок на поверхностях заготовки, связанных между собой взаимным расположением.

В зависимости от способа нанесения контура на поверхность заготовки применяют различные инструменты, многие из которых используются и для пространственной, и для плоскостной разметки. Некоторые различия существуют лишь в наборе разметочных приспособлений, который значительно шире при пространственной разметке.

Инструменты, приспособления и материалы, применяемые при разметке

Чертилки являются наиболее простым инструментом для нанесения контура детали на поверхность заготовки и представляют собой стержень с заостренным концом рабочей части. Изготавливают чертилки из инструментальных углеродистых сталей марок У10А и У12А в двух вариантах: односторонние (рис. 2.1, а, б) и двусторонние (рис. 2.1, в, г). Чертилки изготавливают длиной 10...120 мм. Рабочая часть чертилки закаливается на длине 20...30 мм до твердости HRC 58...60 и затачивается под углом 15...20°. Риски на

поверхность детали наносят чертилкой, используя масштабную линейку, шаблон или образец.

Рейсмас используют для нанесения рисок на вертикальной плоскости заготовки (рис. 2.2). Он представляет собой чертилку 2, закрепленную на вертикальной стойке, установленной на массивном основании. При необходимости нанесения рисок с более высокой точностью используют инструмент со шкалой – *штангенрейсмас* (см. рис. 1.13, з). Для установки рейсмаса на заданный размер можно использовать блоки концевых мер длины, а если не требуется очень высокая точность разметки, то используют *вертикальную масштабную линейку 1* (см. рис. 2.2).

Разметочные циркули применяют для нанесения дуг окружностей и деления отрезков и углов на равные части (рис. 2.3). Разметочные циркули изготавливают в двух вариантах: простой (рис. 2.3, а), позволяющий фиксировать положение ножек после их установки на размер, и пружинный (рис. 2.3, б), применяемый для более точной установки размера. Для разметки контуров ответственных деталей используют разметочный *штангенциркуль* (см. рис. 1.13, б).

Для того чтобы разметочные риски были четко видны на размеченной поверхности, на них наносят точечные углубления – *керны*, которые наносятся специальным инструментом – *кернером*.

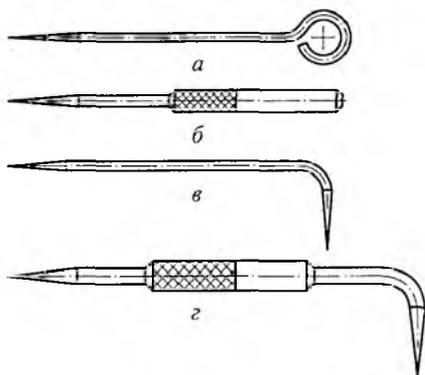


Рис. 2.1. Чертилки:
а – односторонняя с кольцом; б – односторонняя с ручкой; в – двусторонняя; г – двусторонняя с ручкой

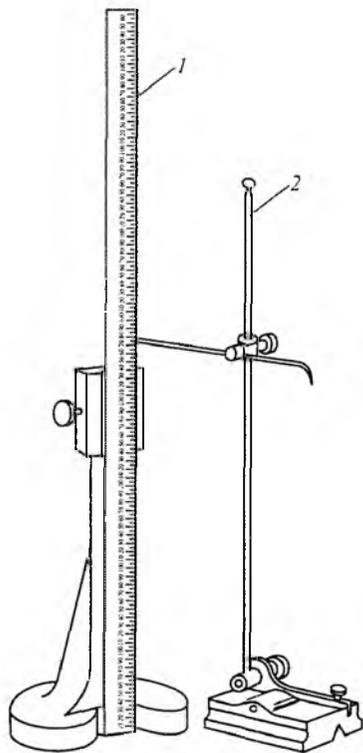


Рис. 2.2. Рейсмас:
1 – вертикальная масштабная линейка;
2 – чертилка, закрепленная на вертикальной стойке

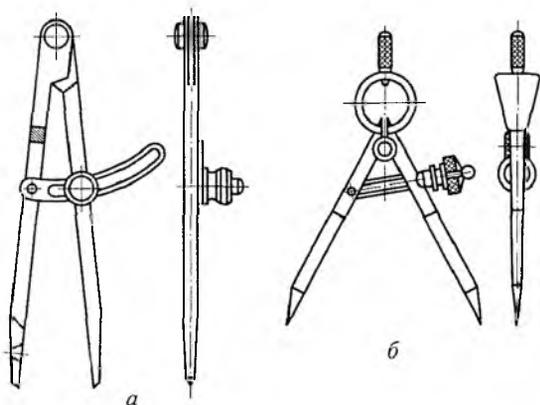


Рис. 2.3. Циркуль разметочный:
a – простой; *б* – пружинный

Кернеры (рис. 2.4) изготавливают из инструментальной стали У7А. Твердость на длине рабочей части (15... 30 мм) должна быть HRC 52... 57. В ряде случаев применяют кернеры специальной конструкции. Так, например для нанесения керновых углублений при делении окружности на равные части целесообразно использовать кернер, предложенный Ю. В. Козловским (рис. 2.5), который позволяет значительно повысить производительность и точность при их нанесении. Внутри корпуса 1 кернера располагается пружина 13 и боек 2. К корпусу с помощью пружины 5 и винтов 12 и 14 крепятся ножки 6 и 11, которые благодаря гайке 7 могут одновременно перемещаться, обеспечивая настройку на заданный размер. Сменные иглы 9 и 10 крепятся к ножкам при помощи гаек 8. При настройке кернера положение бойка с ударной головкой 3 фиксируется резьбовой втулкой 4.

Разметку с использованием этого кернера осуществляют в такой последовательности:

- острие игл 9 и 10 устанавливают в риску предварительно проведённой на заготовке окружности;
- наносят удар по ударной головке 3, производя кернение первой точки;
- корпус кернера поворачивают вокруг одной из игл до тех пор, пока вторая игла не совпадет с размеченной окружностью, вновь наносят удар по ударной головке 3. Операцию повторяют до тех пор, пока вся окружность не будет поделена на равные части. При этом точность разметки увеличивается, так как благодаря использованию игл настройку кернера на заданный размер можно осуществлять с использованием блока концевых мер длины.

При необходимости кернения центровых отверстий на торцах валов удобно пользоваться специальным приспособлением для кернения – *колоколом* (рис. 2.6, *a*). Это



Рис. 2.4. Кернер

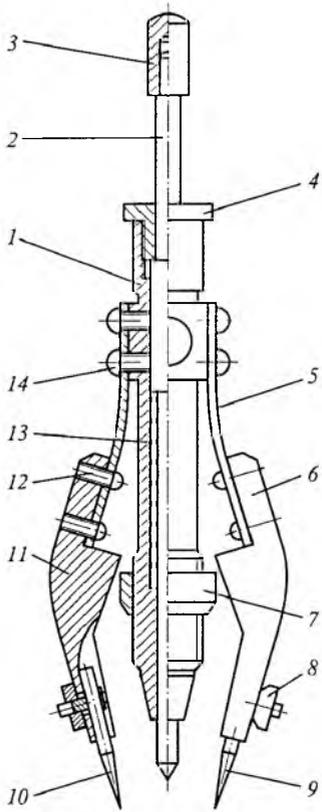


Рис. 2.5. Кернер
Ю.В. Козловского:

1 – корпус; 2 – боек; 3 – ударная головка; 4 – втулка; 5, 13 – пружины; 6, 11 – ножки; 7, 8 – гайки; 9, 10 – сменные иглы; 12, 14 – винты

приспособление позволяет наносить керновые углубления на центрах торцевых поверхностей валов без их предварительной разметки.

Для этих же целей можно использовать угольник-центроискатель (рис. 2.6, б, в), состоящий из угольника 1 с прикрепленной к нему линейкой 2, кромка которой делит прямой угол пополам. Для определения центра инструмент укладывают на торец детали так, чтобы внутренние полки угольника касались ее цилиндрической поверхности и проводят чертилкой линию вдоль линейки. Затем центроискатель поворачивают на произвольный угол и проводят вторую риску. Пересечение нанесенных на торец детали линий определит положение ее центра.

Довольно часто для отыскания центров на торцах цилиндрических деталей применяют центроискатель-транспортёр (рис. 2.6, г), который состоит из линейки 2, скрепленной с угольником 3. Транспортёр 4 можно перемещать по линейке 2 и фиксировать в нужном положении при помощи стопорного винта 1. Транспортёр накладывают на торцевую поверхность вала так, чтобы боковые полки угольника касались цилиндрической поверхности вала. Линейка при этом проходит через центр торца вала. Устанавливая транспортёр в двух положениях на пересечении рисок, определяют центр торца вала. Если требуется выполнить отверстие, расположенное на некотором расстоянии от центра вала и под определенным углом, пользуются транспортёром, перемещая его относительно линейки на заданную величину и поворачивая на необходимый угол. В точке пересечения линейки и основания транспортёра накернивают центр будущего отверстия, имеющего смещение относительно оси вала.

Упростить процесс кернения позволяет применение автоматического механического кернера (рис. 2.7), состоящего из корпуса, собранного из трех частей: 3, 5, 6. В корпусе помещены две пружины 7 и 11, стержень 2 с кернером 1, ударник 8 со смещающимся сухарем 10 и плоская пружина 4. Кернение осуществляется нажа-

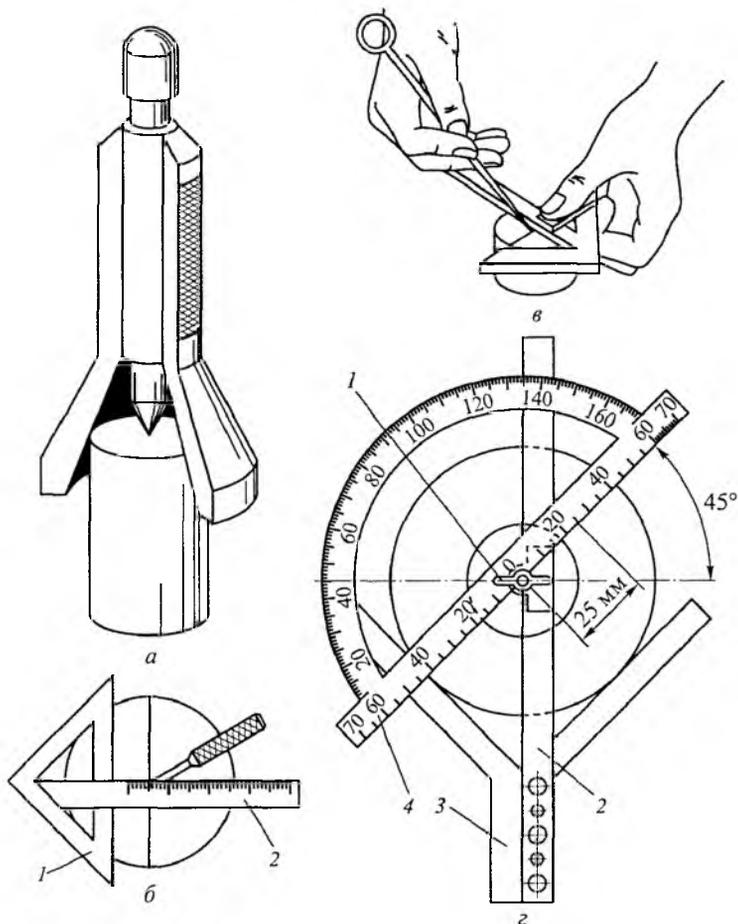


Рис. 2.6. Инструменты для нанесения центровых отверстий:

a – коловал; *б*, *в* – угольник-центроискатель: 1 – угольник; 2 – линейка; *г* – центроискатель-транспортир: 1 – стопорный винт; 2 – линейка; 3 – угольник; 4 – транспортир

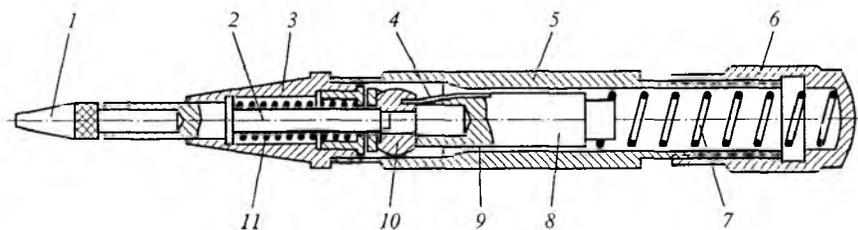


Рис. 2.7. Автоматический механический кернер:

1 – кернер; 2 – стержень; 3, 5, 6 – составные части кернера; 4 – плоская пружина; 7, 11 – пружины; 8 – ударник; 9 – заплечик; 10 – сухарь

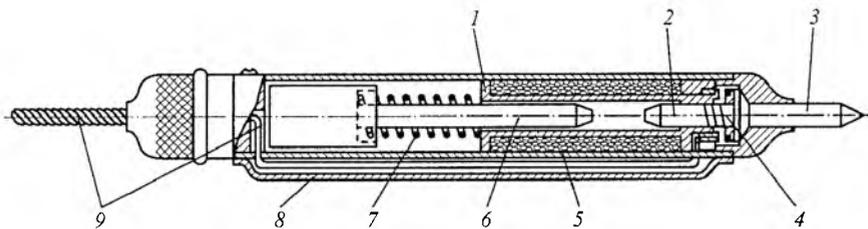


Рис. 2.8. Электрический кернер:

1 – втулка; 2 – стержень; 3 – кернер; 4, 7 – пружины; 5 – катушка; 6 – ударник; 8 – корпус; 9 – электрическая цепь

тием на заготовку острием кернера, при этом внутренний конец стержня 2 упирается в сухарь, в результате чего ударник перемещается вверх и сжимает пружину 7. Упираясь в ребро заплечика 9, сухарь сдвигается в сторону и его кромка сходит со стержня 2. В этот момент ударник под действием силы сжатой пружины наносит по концу стержня с кернером сильный удар, после чего пружина 7 восстанавливает нормальное положение кернера. Применение такого кернера не требует использования специального ударного инструмента – молотка, что существенно упрощает работу по нанесению керновых углублений.

Для механизации разметочных работ может быть использован электрический кернер (рис. 2.8), который состоит из корпуса 8, пружин 4 и 7, ударника 6, катушки 5 с обмоткой из лакированной проволоки, стержня 2 с кернером 3 и электропроводки. При нажатии установленного на разметочной риске острия кернера, элект-

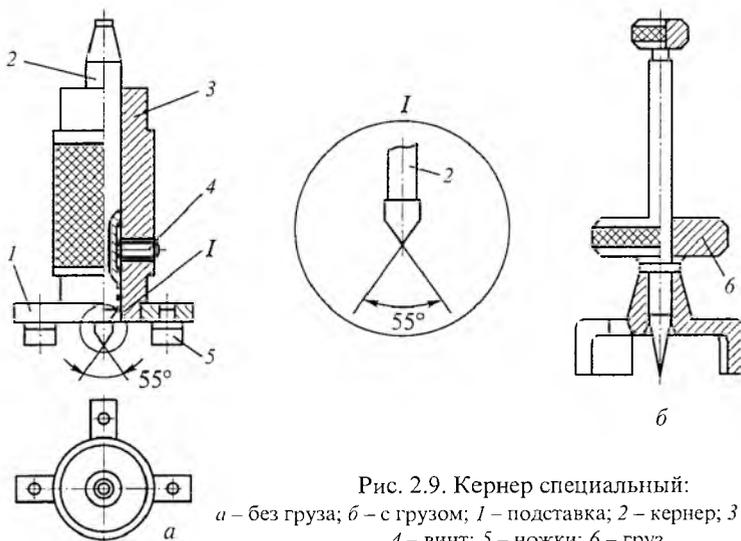


Рис. 2.9. Кернер специальный:

а – без груза; б – с грузом; 1 – подставка; 2 – кернер; 3 – стойка; 4 – винт; 5 – ножки; 6 – груз

рическая цепь 9 замыкается и ток проходит через катушку, создавая магнитное поле. Ударник при этом мгновенно втягивается в катушку и наносит удар по стержню с кернером. Во время переноса кернера в другую точку пружина 4 размыкает цепь, а пружина 7 возвращает ударник в исходное положение.

Для точного кернения применяют специальные кернеры (рис. 2.9). Кернер, изображенный на рис. 2.9, а, представляет собой стойку 3 с кернером 2. Углубления рисок перед кернением смазывают маслом, кернер ножками 5, закрепленными в подставке 1, устанавливают на пересекающиеся риски детали так, чтобы две ножки, расположенные на одной прямой, попали в одну риску, а третья ножка – в риску, перпендикулярную первой. Тогда кернер точно попадет в точку пересечения рисок. Винт 4 предохраняет кернер от проворачивания и выпадания из корпуса.

Другая конструкция кернера того же назначения приведена на рис. 2.9, б. От предыдущей конструкции этот кернер отличается тем, что удар по керну производится специальным грузом 6, который при ударе упирается в буртик кернера.

В качестве ударного инструмента при выполнении керновых углублений используют слесарный молоток, который должен иметь небольшой вес. В зависимости от того, насколько глубоко должно быть керновое углубление, применяют молотки массой от 50 до 200 г.

При выполнении пространственной разметки необходимо применение ряда приспособлений, которые позволяли бы выставлять размечаемую деталь в определенном положении и кантовать (переворачивать) ее в процессе разметки.

Для этих целей при пространственной разметке используют разметочные плиты, призмы, угольники, разметочные ящики, разметочные клинья, домкраты.

Разметочные плиты (рис. 2.10) отливают из серого чугуна, их рабочие поверхности должны быть точно обработаны. На верхней плоскости больших разметочных плит строгают продольные и поперечные канавки небольшой глубины, разделяя поверхность плиты на квадратные участки. Устанавливают разметочные плиты на специальных подставках и тумбах (рис. 2.10, а) с ящиками для хранения разметочных инструментов и приспособлений. Разметочные плиты небольшого размера располагают на столах (рис. 2.10, б).

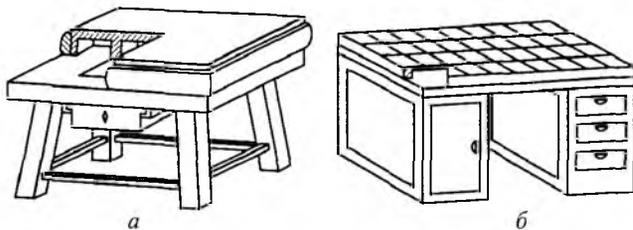


Рис. 2.10. Разметочная плита:
а – на подставке;
б – на столе

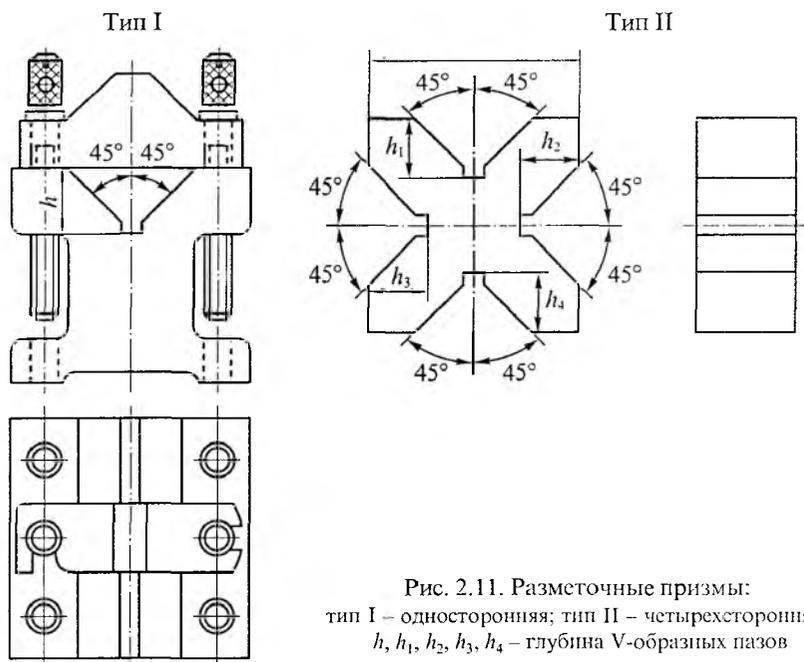


Рис. 2.11. Разметочные призмы:
 тип I – односторонняя; тип II – четырехсторонняя;
 h, h_1, h_2, h_3, h_4 – глубина V-образных пазов

Рабочие поверхности разметочной плиты не должны иметь значительных отклонений от плоскости. Величина этих отклонений зависит от размеров плиты и приводится в соответствующих справочниках.

Призмы разметочные (рис. 2.11) изготавливают с одной и двумя призматическими выемками. По точности различают призмы нормальной и повышенной точности. Призмы нормальной точности изготавливают из сталей марок ХГ и Х или из углеродистой инструментальной стали марки У12. Твердость рабочих поверхностей призм должна быть не менее HRC 56. Призмы повышенной точности изготавливают из серого чугуна марки СЧ15-23.

При разметке ступенчатых валов применяют призмы с винтовой опорой (рис. 2.12) и призмы с подвижными щечками, или регулируемые призмы (рис. 2.13).

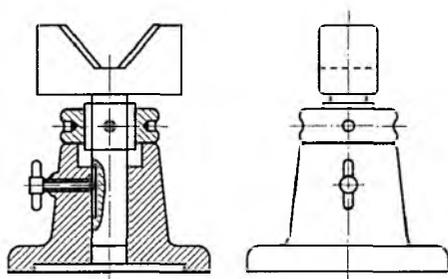


Рис. 2.12. Призма с винтовой опорой

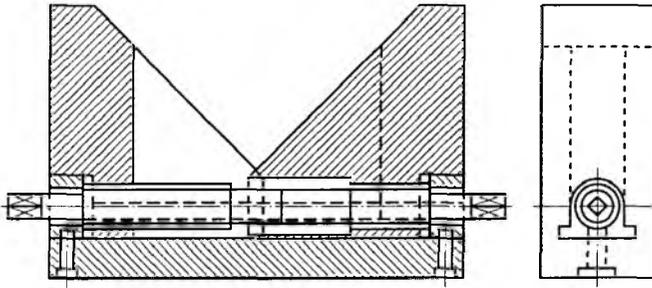


Рис. 2.13. Регулируемая призма

Угольники с полкой (рис. 2.14) применяют как для плоскостной, так и для пространственной разметки. При плоскостной разметке угольники используют для проведения рисок, параллельных одной из сторон заготовки (если эта сторона предварительно обработана), и для нанесения рисок в вертикальной плоскости. Во втором случае полку разметочного угольника устанавливают на разметочной плите. При пространственной разметке угольник используют для выверки положения деталей в разметочном приспособлении в вертикальной плоскости. В этом случае также применяют разметочный угольник с полкой.

Разметочные ящики (рис. 2.15) применяют для установки на них при разметке заготовок сложной формы. Они представляют собой пустотелый параллелепипед с выполненными на его поверхностях отверстиями для закрепления заготовок. При больших размерах разметочных ящиков с целью увеличения жесткости конструкции во внутренней их полости выполняют перегородки.

Разметочные клинья (рис. 2.16) применяют при необходимости регулирования положения размечаемой заготовки по высоте в незначительных пределах.

Домкраты (рис. 2.17) используют так же, как и регулируемые клинья для регулировки и выверки положения размечаемой заготовки по высоте, если деталь имеет достаточно большую массу. Опора



Рис. 2.14. Угольник с полкой:
а – угольник; б, в – примеры использования

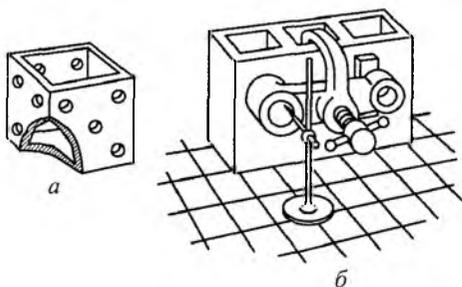


Рис. 2.15. Разметочный ящик:
а – общий вид; б – пример использования

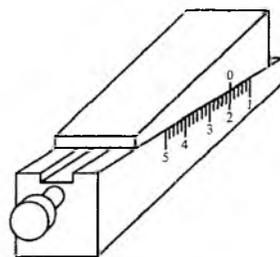


Рис. 2.16. Разметочный клин

домкрата, на которую устанавливают размечаемую заготовку, может быть шаровой (рис. 2.17, а) или призматической (рис. 2.17, б).

Для того чтобы разметочные риски были четко видны на поверхности размечаемой заготовки, эту поверхность следует окрасить, т. е. покрыть составом, цвет которого контрастен цвету материала размечаемой заготовки. Для окрашивания размечаемых поверхностей используют специальные составы.

Материалы для окрашивания поверхностей выбирают в зависимости от материала заготовки, которая подвергается разметке, и от состояния размечаемой поверхности. Для окрашивания размечаемых поверхностей используют: раствор мела в воде с добавлением столярного клея, обеспечивающего надежное сцепление красящего состава с поверхностью размечаемой заготовки, и сиккатива, способствующего быстрому высыханию этого состава; медный купорос, представляющий собой сернокислую медь и в результате происходящих химических реакций обеспечивающий образование на поверхности заготовки тонкого и прочного слоя меди; быстро сохнущие краски и эмали.

Выбор красящего состава для нанесения на поверхность заготовки

зависит от материала заготовки и состояния размечаемой поверхности. Необработанные поверхности заготовок, полученных методом литья иликовки, окрашивают при помощи сухого мела или раствора мела в воде. Обработанные механическим путем (предварительное опилование, строгание, фрезерование и др.) поверхности заготовок окрашивают раствором медного купороса. Медный купорос может быть применен только в тех случаях,

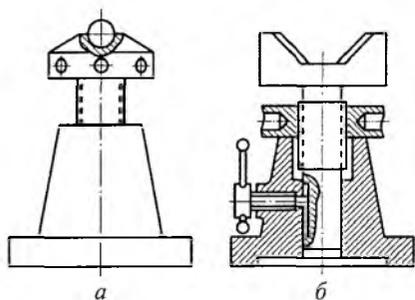


Рис. 2.17. Домкраты с шаровой (а) и призматической (б) опорой для заготовки

когда заготовки выполнены из черного металла, так как между цветными металлами и медным купоросом не происходит химической реакции с осаждением меди на поверхности заготовки.

Заготовки из медных, алюминиевых и титановых сплавов с предварительно обработанными поверхностями окрашивают, используя быстросохнущие лаки и краски.

Подготовка поверхностей под разметку

Подготовительные работы при разметке включают в себя подготовку красителей, подготовку поверхностей к окрашиванию и непосредственно окрашивание.

Мел с добавлением столярного клея и сиккатива разводят до консистенции жидкой сметаны. Медный купорос растворяют в воде в соотношении 1:10 или используют твердый медный купорос, которым натирают поверхность размечаемой заготовки. Лаки и эмали применяют в готовом виде.

Перед окраской размечаемую поверхность необходимо очистить от грязи, пыли, следов окалины и обезжирить. От пыли и грязи поверхность заготовки очищают ветошью, окалину удаляют при помощи корцовочных щеток, т. е. щеток, изготовленных из небольших тонких отрезков стальной или медной проволоки. Удаление жировой пленки с поверхности заготовки производится при помощи органических и неорганических растворителей (ацетон, бензин, керосин, дихлорэтан и др.), при этом следует учитывать пожарную безопасность обезжиривающего состава и его токсичность. При наличии вытяжной вентиляции практически нет ограничений на применение обезжиривающих составов, а при ее отсутствии для обезжиривания поверхностей следует использовать уайт-спирит, который при незначительной пожарной опасности обладает и малой токсичностью.

После подготовки поверхности под окраску приступают непосредственно к окрашиванию, нанося состав на поверхность заготовки равномерно, тонким слоем. Для нанесения окрашивающего состава пользуются кистью и тампоном.

Затем выполняют разметку. Вначале определяют базу, от которой будут наноситься риски. *Базой* называется поверхность или специально подготовленные риски, от которых производят измерения и отсчеты размеров в процессе разметки. При плоскостной разметке базой могут служить обработанные наружные кромки плоских заготовок, а также риски (обычно центровые), наносимые в этом случае в первую очередь. Если базой является наружная плоскость заготовки, то ее нужно предварительно выровнять, а если две взаимно-перпендикулярные кромки заготовки, то до разметки их следует обработать под прямым углом. При точной разметке базовые поверхности должны быть точно обработаны под лекальную линейку и угольник.

Риски при разметке обычно наносят в следующем порядке. Сначала все горизонтальные, затем вертикальные, после этого наклонные, и в последнюю очередь – окружности, дуги и закругления. Если базой являются центровые риски, то с них начинают разметку, а затем, пользуясь ими, наносят все остальные риски. Разметка считается законченной, если изображение на плоскости заготовки полностью соответствует чертежу. Убедившись в правильности разметки, все линии накернивают для того, чтобы они не стерлись при обработке детали. Керны должны быть неглубокими и разделяться разметочными рисками пополам. Разметка производится несколькими способами: по чертежу, по шаблону, по образцу и по месту.

При разметке по чертежу на поверхность размечаемой заготовки переносят контур детали в соответствии с размерами, указанными на чертеже. При разметке по шаблону на поверхность заготовки переносят контур шаблона, накладывая его на заготовку. При разметке по образцу на поверхность заготовки переносят контур образца, который накладывают на поверхность заготовки. Образец отличается от шаблона тем, что он имеет разовое применение.

Разметка по месту производится в тех случаях, когда детали являются сопрягаемыми, и одна из них соединяется с другой в определенном положении. В этом случае одна из деталей выполняет роль шаблона.

Правила выполнения приемов разметки

При выполнении разметочных работ необходимо придерживаться следующих основных правил.

1. Слой окрашивающего состава, наносимого на поверхность заготовки, должен быть тонким, равномерным по толщине и полностью покрывать размечаемую поверхность. К разметке следует приступать только после его полного высыхания.

2. При проведении риски точно совмещать линейку с исходными отметками на детали и плотно прижимать к заготовке.

3. Прежде чем провести риску, следует убедиться, что чертилка (циркуль) хорошо заточена. Тупую чертилку (циркуль) необходимо повторно заточить.

4. Риску проводить одним непрерывным движением чертилки вдоль линейки, не наносить риску дважды по одному и тому же месту, так как это приводит к ее раздвоению.

5. При кернении разметочных рисок:

- убедиться в правильности заточки кернера, при необходимости заточить повторно;

- кернение производить легкими ударами молотка по кернеру так, чтобы глубина кернового углубления составляла примерно 0,5 мм. При накернивании длинных рисок (более 150 мм) расстояние между углублениями должно быть 25... 30 мм, при накернивании коротких рисок (менее 150 мм) расстояние между углублениями долж-

но быть 10... 15 мм, линии малых окружностей диаметром до 15 мм накернивают в четырех взаимно-перпендикулярных точках;

- линии больших окружностей диаметром более 15 мм накернивают равномерно в 6... 8 местах, дуги в сопряжениях следует накернивать с меньшими промежутками между углублениями, чем на прямолинейных участках;

- точки сопряжения и пересечения рисок необходимо обязательно накернивать; центр отверстия или дуги накернивают глубже, чем риску, диаметр отверстия при этом должен быть равен приблизительно 1,0 мм.

6. При разметке отверстия или дуги точно устанавливать раствор циркуля на требуемый размер, прочно фиксировать раствор циркуля прижимным винтом дуги циркуля. При проведении дуги циркуль слегка наклонять в сторону движения.

7. Если при сопряжении прямолинейных и криволинейных рисок они не совпали, размечаемое место детали закрасить заново и разметку повторить.

8. При разметке по шаблону (образцу) плотно прижимать его к детали, следить, чтобы он не сместился в процессе разметки. При возможности закреплять шаблон на поверхности размечаемой заготовки (например, струбциной).

9. При разметке центра на торце цилиндрической детали кернером-центроискателем (колоколом) следить за установкой центроискателя строго по оси детали, точность разметки проверять раздвижным центроискателем.

10. При разметке центра на торце цилиндрической детали угольником-центроискателем следить за плотным прилеганием полок центроискателя к цилиндрической части детали.

11. При разметке центра отверстия детали с помощью раздвижного центроискателя следить за перпендикулярностью установки деревянного бруска с пластиной оси отверстия (центр отверстия при этом определяют «на глаз» внутри четырех дуг – засечек на пластине), проверять точность разметки по внутренней поверхности отверстия или контрольной риске на торце детали.

12. При разметке «от кромки» обработанной детали следует плотно прижимать полку угольника с широким основанием к кромке детали.

13. При разметке «от осевых линий» размеры отсчитывают от двух контрольных керновых углублений, расположенных на краях этих линий.

14. При разметке при помощи рейсмаса размеры отсчитывают или от нулевой отметки вертикальной линейки, или от базового центра отверстия на детали в зависимости от ее конфигурации. Риску на заготовке следует проводить, наклоня чертилку рейсмаса в сторону движения на угол 60... 70° и плотно прижимая его основание к разметочной плите. Следить за прочностью крепления

иглы-чертилки на штанге рейсмаса. При разметке партии одинаковых деталей пользоваться многоигольчатым рейсмасом. Типичные дефекты при выполнении разметки, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Типичные дефекты при выполнении разметки, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Раздвоенная риска	Линейка слабо прижималась к детали. Риска проводилась дважды по одному и тому же месту. Разметка проводилась тупой чертилкой	Линейку плотно прижимать к детали, риску проводить только один раз. Заточить чертилку
Керновое углубление не на риску	При установке кернера его острие не попало на риску. Кернение производилось тупым кернером. Кернер сместился с риски перед ударом молотком	Точно устанавливать кернер в углубление риски, прочно удерживать его при кернении. При необходимости кернер заточить
Раздвоенная или смещенная риска размеченной дуги или окружности	Опорная (неподвижная) ножка циркуля тупая. Малая глубина кернового углубления в центре окружности или дуги. Сильное нажатие на подвижную ножку циркуля в процессе разметки	Разметку производить только циркулем с остро заточенными ножками, плавными несильными движениями циркуля, наклоняя его в сторону движения
Риски не сопряжены друг с другом	Неточно установлена линейка по рискам. Смещение линейки во время нанесения риски. Неточно установлен размер циркуля; опорная ножка циркуля выскочила из кернового углубления при проведении риски	Точно соблюдать все правила разметки. Прочно удерживать линейку и циркуль в процессе разметки
Непараллельные или перпендикулярные друг другу риски	Керновые углубления на исходных рисках смещены. Неточно установлена линейка по рискам и дугам. Слабо закреплена зажимной винт циркуля	Точно устанавливать линейку по исходным рискам. Прочно прижимать ее к детали. Следить за зажимом ножек циркуля

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Углы между рисками не соответствуют заданным	Керновые углубления на исходных рисках смещены. Нарушена последовательность построения угла. Неточно установлена линейка по рискам и керновым углублениям	Керновые углубления наносить только по углублению риски. Следить за заточкой кернера и чертилки. Точно устанавливать линейку по рискам и керновым углублениям
Размеченный контур не соответствует шаблону	Шаблон во время разметки был неплотно прижат к поверхности заготовки, в результате чего сместился при нанесении разметочных рисок	Плотно прижимать шаблон к поверхности заготовки в процессе разметки. При возможности закреплять шаблон на заготовке при помощи струбины
При разметке при помощи рейсмаса риска не прямолинейна	Неустойчиво установлена размечаемая деталь. Слабо закреплена игла рейсмаса на стойке. На разметочную плиту под основание рейсмаса попала грязь	Проверить прочность (без качки) установки детали на разметочной плите. Тщательно протереть разметочную плиту перед разметкой. Прочно закреплять разметочную иглу на штанге рейсмаса
Не совпадают центры отверстий и цилиндрических частей деталей	Некачественно определены центры отверстий и цилиндрических частей детали	Проверить разметку центров

Механизация разметочных работ

Проверка и разметка заготовок на обычных разметочных плитах с применением штангенрейсмасов, концевых мер длины и ручного вспомогательного инструмента не соответствует современному уровню развития техники и технологии производства.

Для разметки крупных заготовок целесообразно использовать трехкоординатные разметочные машины с цифровой индикацией положения разметочной иглы (рис. 2.18). Измерительная головка 1 с разметочной иглой 3 может перемещаться в продольном и поперечном направлениях по траверсе 2 машины. Вертикальное перемещение иглы осуществляется с помощью специального устройства. Перемещения вдоль координатных осей могут происходить

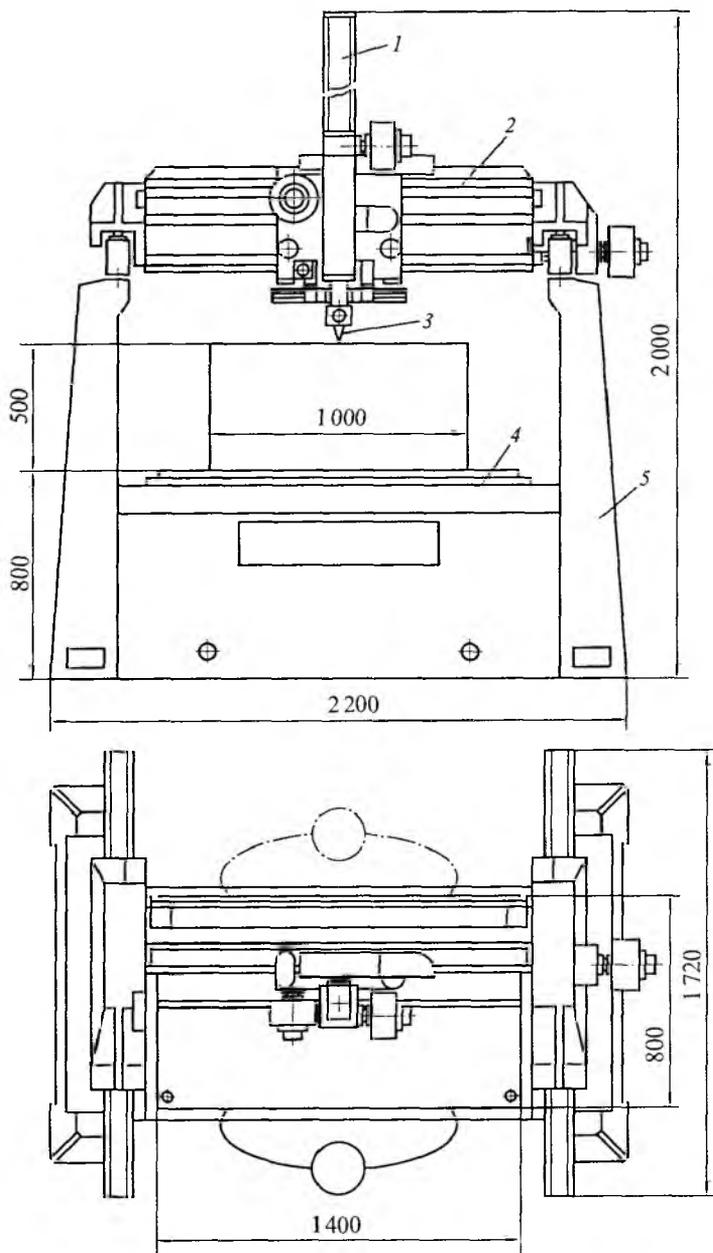


Рис. 2.18. Координатно-разметочная машина с цифровой индикацией
 (все размеры указаны в миллиметрах):
 1 – измерительная головка; 2 – траверса; 3 – разметочная игла; 4 – стол; 5 – станина

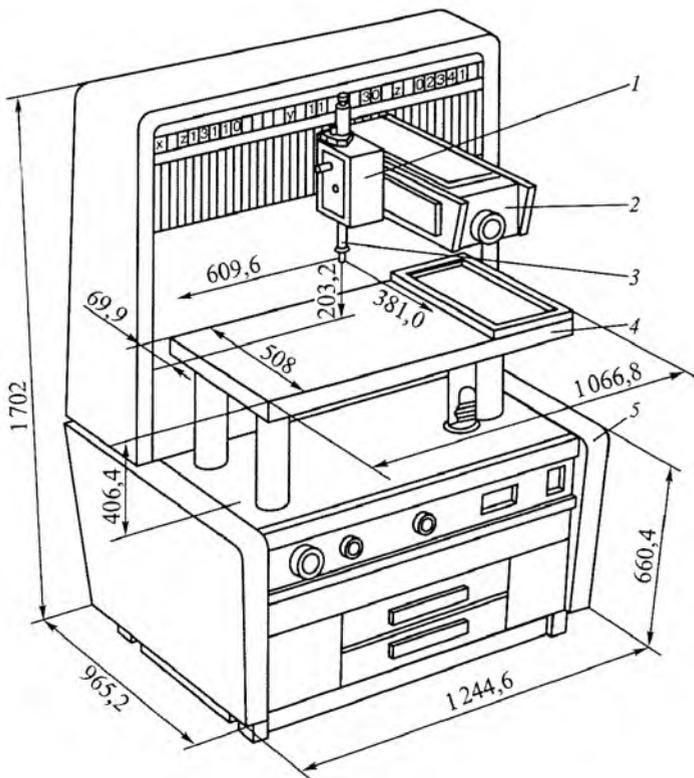


Рис. 2.19. Координатно-разметочная машина для малогабаритных деталей (все размеры указаны в миллиметрах):

1 – измерительная головка; 2 – траверса; 3 – разметочная игла; 4 – стол; 5 – станина

последовательно или одновременно. Положение разметочной иглы фиксируется на световом табло. В комплект поставки к разметочным машинам обычно включают иглы-чертилки для проведения разметочных рисок, оправки для проверки отверстий, сверлильную машину (пневматическую или электрическую) для засверливания центровых отверстий. Разметку заготовок средних и мелких корпусных деталей выполняют на координатно-разметочных машинах небольших размеров (рис. 2.19).

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор положения заготовки при разметке?
2. Как установить на разметочной плите заготовку с обработанной поверхностью и заготовку, не имеющую такой поверхности?
3. В каких случаях при пространственной разметке применяют координатно-разметочные машины?

2.2. Рубка металла

Рубкой называется операция по снятию с заготовки слоя материала, а также разрубание металла (листового, полосового, профильного) на части режущими инструментами (зубилом, крейцмейселем или канавочником при помощи молотка). Точность обработки при рубке не превышает 0,7 мм. В современном машиностроении к процессу рубки металла прибегают лишь в тех случаях, когда заготовка по тем или иным причинам не может быть обработана на металлорежущих станках. Рубкой выполняют следующие работы: удаление лишних слоев материала с поверхностей заготовок (обрубка литья, сварных швов, прорубание кромок под сварку и пр.); обрубку кромок и заусенцев на кованных и литых заготовках; разрубание на части листового материала; вырубку отверстий в листовом материале; прорубание смазочных канавок и др.

Производится рубка в тисках на плите или на наковальне. Заготовки больших размеров при рубке закрепляют в ступовых тисках. Обрубка литья, сварных швов и приливов в крупных деталях осуществляется на месте. Ручная рубка весьма тяжелая и трудоемкая операция, поэтому необходимо стремиться максимально ее механизировать.

Инструменты, применяемые при рубке

Инструменты, применяемые при рубке, относятся к режущим, они изготавливаются из углеродистых инструментальных сталей марок У7, У8, У8А. Твердость рабочей части режущих инструментов после термической обработки должна составлять не менее НРС 53...56 на длине 30 мм, а ударной части – НРС 30...35 на длине 15 мм. Размеры режущих инструментов для рубки зависят от характера выполняемых работ и выбираются из стандартного ряда. В качестве ударного инструмента при рубке используют молотки различных размеров и конструкций. Наиболее часто при рубке используют слесарные молотки с круглым бойком различной массы.

Слесарное зубило (рис. 2.20) состоит из трех частей: рабочей, средней, ударной. Как и при любой обработке резанием, режущая часть инструмента представляет собой клин (рис. 2.20, а).

Действие клинообразного инструмента на обрабатываемый металл изменяется в зависимости от положения клина и направления действия силы, приложенной к его основанию. Различают два основных вида работы клина при рубке:

- ось клина и направление действия силы, приложенной к нему, перпендикулярны к поверхности заготовки. В этом случае заготовка разрубается на части (рис. 2.20, б);

• ось клина и направление действия силы, приложенной к его основанию, образуют с поверхностью заготовки угол, меньший 90° . В этом случае с заготовки снимается стружка (рис. 2.20, в).

Плоскости, ограничивающие режущую часть инструмента (см. рис. 2.20, в), называются поверхностями. Поверхность, по которой сходит стружка в процессе резания, называется передней, а противоположная ей поверхность, обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки, – задней. Их пересечение образует режущую кромку инструмента. Угол между поверхностями, образующими рабочую часть инструмента, называется углом заострения и обозначается греческой буквой β (бета). Угол между передней и обработанной поверхностями называется углом резания и обозначается буквой δ (дельта). Угол между передней поверхностью и плоскостью, проведенной через режущую кромку перпендикулярно поверхности резания, называется передним углом и обозначается буквой γ (гамма).

Угол, образуемый задней и обработанной поверхностями, называется задним углом и обозначается буквой α (альфа).

Чем меньше угол заострения режущего клина, тем меньшее усилие необходимо прикладывать при резании. Однако с уменьшением угла резания уменьшается и поперечное сечение режущей части инструмента, а следовательно, и его прочность. В связи с этим величину угла заострения необходимо выбирать с учетом твердости обрабатываемого материала, которая определяет силу резания,

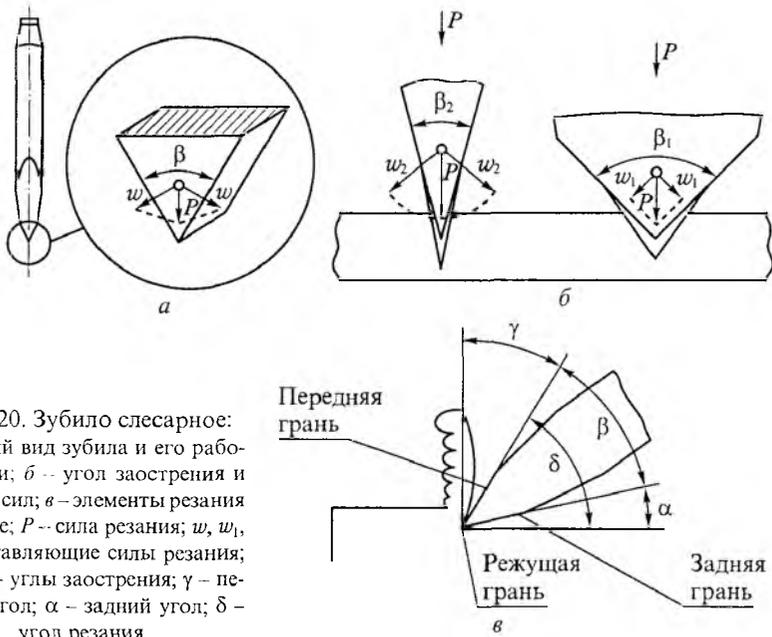


Рис. 2.20. Зубило слесарное: а – общий вид зубила и его рабочей части; б – угол заострения и действие сил; в – элементы резания при рубке; P – сила резания; w , w_1 , w_2 – составляющие силы резания; β , β_1 , β_2 – углы заострения; γ – передний угол; α – задний угол; δ – угол резания

необходимую для отделения слоя металла с поверхности заготовки, и силу удара по инструменту, необходимую для создания усилия резания.

С увеличением твердости материала необходимо увеличивать и угол заострения режущего клина, так как сила удара по инструменту достаточно велика и его поперечное сечение должно обеспечить необходимую для восприятия этой силы площадь поперечного сечения. Значения этого угла для различных материалов составляют приблизительно: чугун и бронза – 70° ; сталь средней твердости – 60° ; латунь, медь – 45° ; алюминиевые сплавы – 35° .

Задний угол α определяет величину трения между задней поверхностью инструмента и обрабатываемой поверхностью заготовки, его величина колеблется в пределах от 3 до 8° . Регулируется величина заднего угла изменением наклона зубила относительно обрабатываемой поверхности.

Крейцмейсель (рис. 2.21) отличается от зубила более узкой режущей кромкой. Крейцмейсель применяют для вырубания канавок, прорубания шпоночных пазов и тому подобных работ. С целью предупреждения заклинивания крейцмейселя при работе его рабочая часть имеет постепенное сужение от режущей кромки к рукоятке. Термическая обработка рабочей и ударной частей, а также геометрические параметры режущей части и порядок определения углов заострения режущей части у крейцмейселей точно такие же, как и у зубила.

Канавочник (рис. 2.22) применяется для вырубания смазочных канавок во вкладышах и втулках подшипников скольжения и профильных канавок специального назначения. Режущие кромки канавочника могут иметь прямолинейную или полукруглую форму, которая выбирается в зависимости от профиля прорубаемой канавки. Канавочник отличается от зубила и крейцмейселя только формой рабочей части. Требования в отношении термической обработки и выбора углов заточки для канавочников такие же, как для зубила и крейцмейселя.

Слесарные молотки (рис. 2.23) применяются при рубке в качестве ударного инструмента для создания силы резания и бывают двух видов – с круглым (рис. 2.23, а) и квадратным (рис. 2.23, б) бойком. Противоположный бойку конец молотка называют носком, он имеет клинообразную форму и скруглен на конце. Моло-

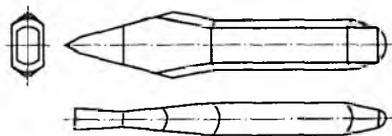


Рис. 2.21. Крейцмейсель



Рис. 2.22. Канавочник

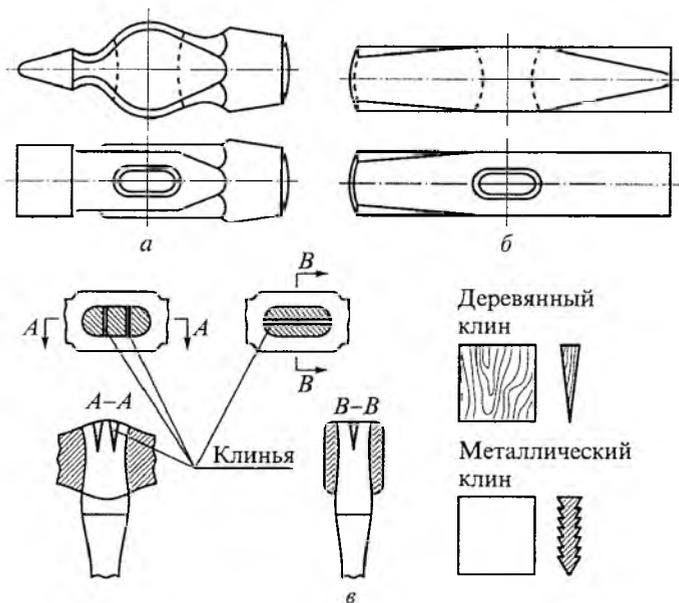


Рис. 2.23. Молотки слесарные:

a – с круглым бойком; *б* – с квадратным бойком; *в* – способы крепления ручки

ток закрепляют на ручке, которую при работе удерживают в руке, нанося удары по инструменту (зубилу, крейцмейселю, канавочнику). Для надежного удерживания молотка на рукоятке и предупреждения его соскакивания во время работы используют деревянные или металлические клинья (обычно один-два клина), которые забивают в рукоятку (рис. 2.23, *в*) там, где она входит в отверстие молотка.

Рубку заготовок небольшого размера (до 150 мм) из листового материала, широких поверхностей стальных и чугунных заготовок небольших размеров, а также прорубание канавок во вкладышах подшипников выполняют в тисках.

На плите или наковальне выполняют разрубание заготовок на части или вырубание по контуру заготовок из листового материала. Рубку на плите применяют в тех случаях, когда обрабатываемую заготовку невозможно или сложно закрепить в тисках.

Для того чтобы придать рабочей части зубила, крейцмейселя или канавочника необходимый угол заострения, нужно произвести его заточку.

Заточка режущего инструмента осуществляется на заточных станках (рис. 2.24, *а*). Затачиваемый инструмент устанавливают на подручник *З* и с легким нажимом медленно перемещают его по всей ширине шлифовального круга. В процессе заточки инструмент периодически охлаждают в воде. Заточку поверхностей режущего

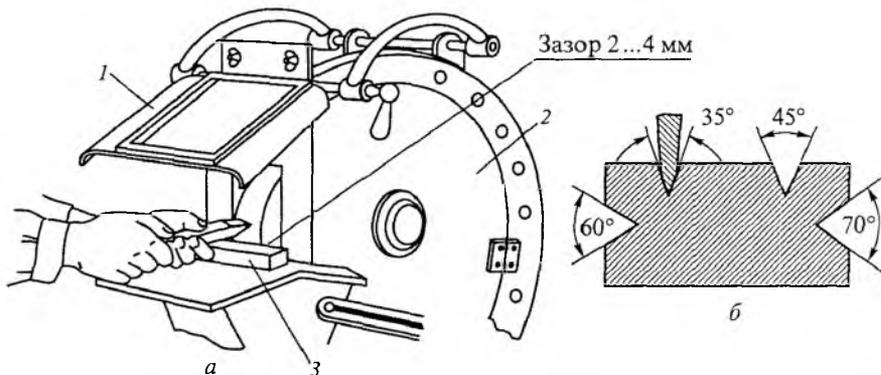


Рис. 2.24. Заточной станок:

а – заточной узел станка; *б* – шаблон для контроля углов заточки; 1 – защитный экран; 2 – кожух; 3 – подручник

клины ведут поочередно – то одну сторону, то другую, что обеспечивает равномерность заточки и получение правильного угла заострения рабочей части инструмента. Шлифовальный круг в процессе работы должен быть закрыт кожухом 2. Защита глаз от попадания абразивной пыли производится с помощью специального защитного экрана 1 или защитных очков. Контроль угла заострения режущего инструмента в процессе заточки осуществляют при помощи специального шаблона (рис. 2.24, б).

Основные правила и способы выполнения работ при рубке

1. При рубке листового и полосового металла толщиной до 3 мм по уровню губок тисков следует соблюдать следующие правила:

- часть заготовки, уходящая в стружку, должна располагаться выше уровня губок тисков;
- риска на заготовке должна находиться точно на уровне губок тисков, перекос заготовки не допустим;

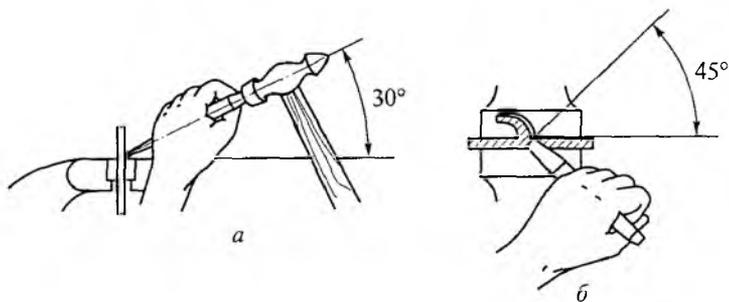


Рис. 2.25. Рубка по уровню тисков:

а и *б* – угол наклона зубила соответственно в вертикальной и горизонтальной плоскости

- заготовка не должна выступать за правый торец губок тисков;
- рубку по уровню тисков выполнять серединой режущей кромки инструмента, располагая его под углом 45° к заготовке (рис. 2.25, б). Угол наклона зубила в зависимости от угла заострения рабочей части составляет от 30 до 35° (рис. 2.25, а).

2. При рубке полосового (листового) материала на плите (наковальне) следует выполнять следующие требования:

- режущую кромку зубила затачивать не прямолинейно, а с некоторой кривизной (рис. 2.26);
- разрубание листового материала по прямой линии производить, начиная от дальней кромки листа к передней, при этом зубило должно располагаться точно по разметочной риске. При рубке передвигать лист таким образом, чтобы место удара находилось приблизительно посередине плиты;
- при вырубании из листового материала заготовки криволинейного профиля (рис. 2.27) оставлять припуск $1,0 \dots 1,5$ мм для последующей ее обработки, например, опиливанием;
- разрубание полосы выполнять по разметке с обеих сторон примерно на половину толщины полосы, после чего переломить ее в тисках или на ребре плиты (наковальни); силу удара регулировать в зависимости от толщины разрубаемого материала.

3. При срубании слоя металла на широкой поверхности детали сначала при помощи крейцмейселя прорубить канавки глубиной $1,5 \dots 2,0$ мм по всей поверхности детали (рис. 2.28, а), затем зубилом срубить оставшиеся выступы (рис. 2.28, б). При необходимости повторять рубку до тех пор, пока не будут достигнуты заданные размеры детали. Толщину снимаемого слоя металла регулировать наклоном крейцмейселя или зубила и силой удара, наносимого по инструменту. При возможности рубку заменить строганием или фрезерованием.

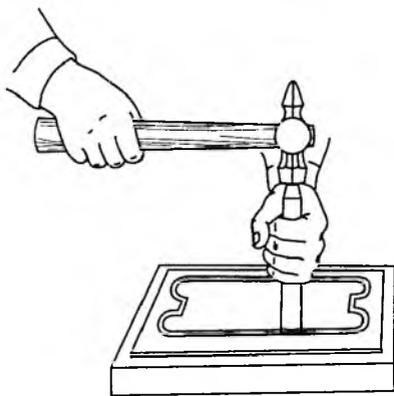


Рис. 2.26. Рубка листового материала

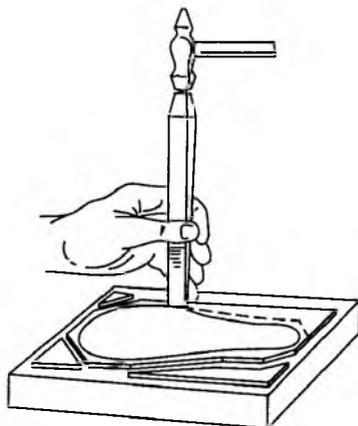


Рис. 2.27. Вырубание заготовки из листового материала

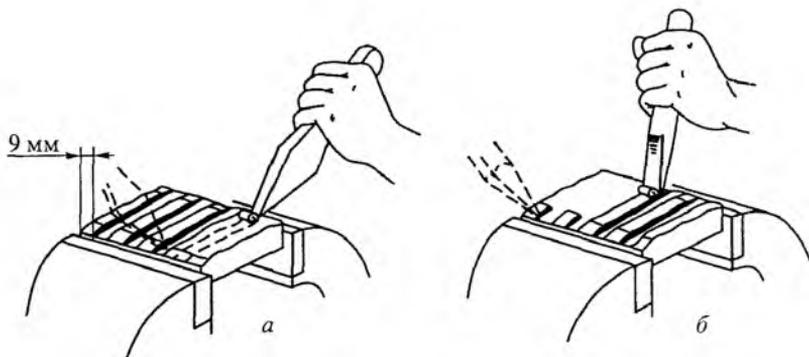


Рис. 2.28. Срубание материала с широкой поверхности:
а – прорубание канавок; *б* – срубание выступов

4. Прорубание криволинейных канавок на заготовке выполнять канавочником за один или несколько проходов в зависимости от обрабатываемого материала и требований к качеству обработки. Объем срезаемого материала регулировать наклоном канавочника и силой удара по инструменту.

5. При заточке инструмента необходимо выполнять следующие требования:

- устанавливать подручник заточного станка таким образом, чтобы зазор между подручником и заточным кругом не превышал 3 мм;
- прижимать инструмент режущей частью к периферии заточного круга, опираясь при этом на подручник;
- периодически охлаждать инструмент водой, опуская его в специальную емкость. Охлаждение производится с целью предупреждения перегрева инструмента в процессе затачивания и отпуска его рабочей части, приводящего к снижению твердости режущей части инструмента;
- проверять угол заточки инструмента по шаблону;
- следить за симметричностью лезвия инструмента относительно его оси.

При рубке и заточке режущего инструмента необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- устанавливать на верстак защитный экран;
- прочно закреплять заготовку в тисках;
- не пользоваться молотком, зубилом, канавочником, крестмейселем с расплюснутым бойком. Расклепанную часть бойка удалять на заточном станке;
- не пользоваться молотком, слабонасаженным на рукоятку;
- выполнять рубку только острозаточенным инструментом;
- пользоваться индивидуальными защитными очками или защитным экраном, установленным на станке, во избежание травм глаз.

Ручные механизированные инструменты

Наиболее радикальным средством механизации рубки является ее замена станочными методами обработки (фрезерование, строгание, шлифование), однако на практике это не всегда представляется возможным. Например, удаление облоя и литниковых систем на крупных поковках и отливках с использованием металлорежущих станков весьма затруднительно. В этих случаях для механизации рубки применяются пневматические и электрические инструменты. Наиболее широко используются инструменты, у которых главное движение осуществляется от электрического или пневматического двигателя, а вспомогательные движения и управление инструментом – вручную. По характеру главного движения различают механизированные инструменты с возвратно-поступательным и вращательным движением.

К первой группе инструментов относится *ручной пневматический молоток* (рис. 2.29), состоящий из ствола 8, ударника 7, воздухораспределительного устройства 5 и пускового устройства 3 с рукояткой 1. В корпус пускового устройства вмонтированы клапан 4 и штуцер 2, в конце ствола запрессована концевая втулка 10, в которую входит хвостовик зубила 9. Возвратно-поступательное движение ударника осуществляется при поочередной подаче воздуха в полости цилиндра по каналам воздухораспределительного

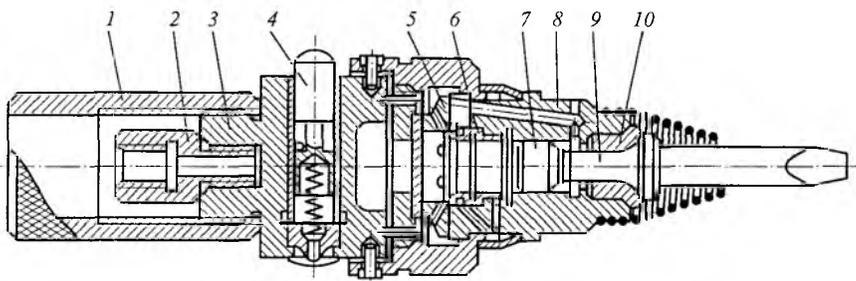


Рис. 2.29. Ручной пневматический молоток:

1 – рукоятка; 2 – штуцер; 3 – пусковое устройство; 4 – клапан; 5 – воздухораспределительное устройство; 6 – втулка; 7 – ударник; 8 – ствол; 9 – хвостовик зубила; 10 – концевая втулка

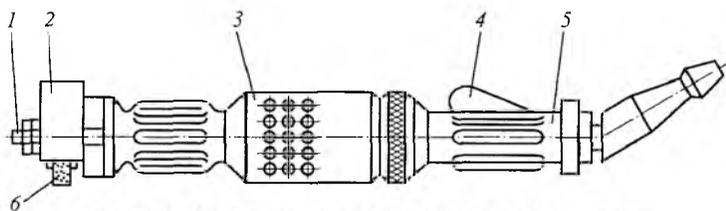


Рис. 2.30. Пневматическая шлифовальная машина:

1 – шпиндель; 2 – кожух; 3 – корпус; 4 – курок; 5 – рукоятка; 6 – шлифовальный круг

Типичные дефекты при рубке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Рубка листовой стали в тисках</i>		
Обрубленная кромка детали криволинейна	Деталь слабо зажата в тисках	Прочно закреплять деталь в тисках
Стороны вырубленной детали непараллельные	Перекося разметочных рисок. Перекося заготовки в тисках	Соблюдать правила разметки, точно устанавливать деталь в тисках по разметочной риске
«Рваная» кромка детали	Рубка выполнялась слишком сильными ударами или тупым зубилом	Перед рубкой убедиться в правильной заточке зубила. Силу ударов регулировать в зависимости от толщины заготовки. Угол наклона зубила должен быть не менее 30°
<i>Прорубание канавок</i>		
«Рваные» кромки канавки	Неправильная заточка крейцмейселя	Крейцмейсель затачивать с поднутрением режущей кромки
Глубина канавки неодинакова по ее длине	В процессе рубки не производилось регулирование наклона крейцмейселя	При рубке толщину срезаемого слоя материала, а следовательно, и глубину канавки регулировать наклоном крейцмейселя
Сколы на конце канавки	Не обрублена фаска на детали	Перед началом рубки (особенно хрупких металлов) обязательно срубить фаску на ребре заготовки в месте выхода крейцмейселя

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Срубание слоя металла на широкой поверхности</i>		
Грубые завалы и зарубы на обработанной поверхности	Рубка осуществлялась тупым зубилом. Неправильная установка зубила в процессе рубки. Неравномерность силы ударов молотком по зубилу в процессе рубки	Наиболее рационально производить срубание выступов между прорубленными ранее канавками способом «елочка». Толщину снимаемого слоя регулировать наклоном зубила
Сколы на кромке детали	Не обрублены фаски на детали	Перед рубкой широкой поверхности детали (особенно хрупкого материала) обязательно срубить фаски со всех ребер детали
<i>Рубка листовой, полосовой и прутковой стали на плите</i>		
Непрямолинейная кромка отрубленной детали	Нарушение правил разметки детали. Рубка велась не по разметочной риске	Следить за прямолинейностью риски разметки. Точно устанавливать зубило на риску
Кромка отрубленной детали имеет глубокие зарубы и сколы	Неправильная заточка зубила. Неточная установка зубила на разметочную риску. Рубка выполнялась слишком слабыми ударами с «пристукиванием» или тупым зубилом	Для рубки листового металла зубило следует затачивать слегка закругленно. Рубку производить энергичными ударами без «пристукивания». Прочно удерживать зубило на риске разметки

устройства и ствола. Подача воздуха в полости цилиндра осуществляется автоматически с помощью золотника. Частота ударов зубила составляет 2800...3000 в минуту.

Для гашения вибраций при использовании молотка применяются специальные защитные рукоятки, изолированные от корпуса кольцами и амортизаторами, а для снижения шума используется глушитель. Для предупреждения вылета инструмента при холостых ходах предусмотрено специальное устройство.

Пневматические шлифовальные машины используются для зачистки сварных швов и подготовки поверхностей под дальнейшую обработку. Наибольшее распространение получили шлифовальные машины с прямым расположением шпинделя (рис. 2.30).

Прямая пневматическая шлифовальная машина, у которой ось шпинделя соосна с валом двигателя, состоит из корпуса 3 с вмонтированным в него пневматическим ротационным двигателем, рукоятки 5 с пусковым механизмом и плоского шлифовального круга 6, расположенного на шпинделе 1 и закрытого кожухом 2. Пуск машины осуществляется нажатием на курок 4 пускового механизма, при этом открывается доступ воздуха к ротационному двигателю.

Типичные дефекты при рубке, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 2.2.

Контрольные вопросы

1. Почему угол заточки зубила, крейцмейселя, канавочника увеличивается по мере увеличения твердости обрабатываемого материала?

2. Чем можно объяснить, что рабочая и ударная части зубила подвергаются термической обработке, в то время как средняя их часть, удерживаемая в руке, остается сырой?

3. Почему при заточке крейцмейселя следует выполнять поднутрение режущей кромки?

4. В каких случаях и с какой целью перед началом рубки на кромках деталей выполняют фаски?

5. Почему при рубке листового материала на плите режущая кромка зубила должна иметь криволинейную форму?

2.3. Правка металла

Правка – это операция по выпрямлению изогнутого или покоробленного металла, которой можно подвергать только пластичные материалы: алюминий, сталь, медь, латунь, титан. Правку осуществляют на специальных правильных плитах, которые изготавливаются из чугуна или стали. Правку мелких деталей можно производить на кузнечных наковальнях. Правка металлов выполняется молотками различных типов в зависимости от состояния поверхности и материала детали, подвергаемой правке.

При правке заготовок с необработанной поверхностью используют молотки с круглыми бойками массой 400 г. Круглый боек оставляет на поверхности меньшие следы, чем квадратный.

При правке заготовок с обработанной поверхностью используют молотки, имеющие бойки с мягкими вставками (из меди, алюминия), которые не оставляют следов на поверхности. При правке листового материала используют деревянные молотки – киянки, а очень тонкие листы правят деревянными или металлическими брусками – гладилками.

Правку осуществляют несколькими способами: изгибом, вытягиванием и выглаживанием.

Правку изгибом применяют при выправлении круглого (прутки) и профильного материала, которые имеют достаточно большое поперечное сечение. В этом случае пользуются молотками со стальными бойками. Заготовка располагается на правильной плите изгибом вверх и удары наносят по выпуклым местам, изгибая заготовку в сторону, противоположную имеющемуся изгибу. По мере выправления заготовки силу удара уменьшают.

Правку вытягиванием используют при выправлении листового материала, имеющего выпуклости или волнистость. Производят такую правку молотками с бойками из мягких металлов или киянками. В этом случае заготовку укладывают на правильную плиту выпуклостями вверх и наносят частые несильные удары, начиная от границы выпуклости, по направлению к краю заготовки. Сила ударов постепенно уменьшается. При этом металл вытягивается к краям заготовки и выпуклость за счет этого вытяжения выправляется.

Правку выглаживанием применяют в тех случаях, когда заготовка имеет очень малую толщину. Выглаживание осуществляют деревянными или металлическими брусками. Заготовку выглаживают на правильной плите, вытягивая материал при помощи гладилок от края неровности к краю заготовки, и за счет вытягивания материала добиваются выравнивания поверхности заготовки.

Термически обработанные (закаленные) заготовки правят (рихтуют) специальными рихтовочными молотками.

В зависимости от конструкции заготовки применяют различные способы правки.

Инструменты и приспособления, применяемые при правке

Правильные плиты (рис. 2.31) изготавливают из серого чугуна с рабочими поверхностями $1,5 \times 5,0$; $2,0 \times 2,0$; $1,5 \times 3,0$; $2,0 \times 4,0$ м. На таких плитах правят профильные заготовки и заготовки из листового и полосового материала, а также прутки из черного и цветного металла.

Рихтовальные бабки (рис. 2.32) применяют, как правило, для правки и рихтовки заготовок из металлов высокой твердости или предварительно закаленных металлов. Рихтовальные бабки изготавливают из стальных заготовок диаметром $200 \dots 250$ мм, их рабочая часть имеет сферическую или цилиндрическую форму.

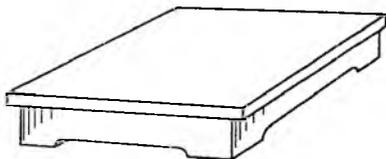


Рис. 2.31. Правильная плита

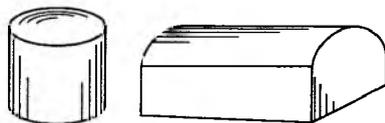


Рис. 2.32. Рихтовальные бабки

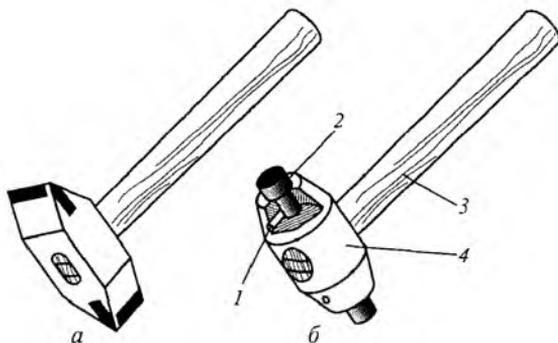


Рис. 2.33. Молотки с мягкими вставками: а – с призматической; б – с цилиндрической: 1 – штифт; 2 – боек; 3 – рукоятка; 4 – корпус

Молотки при правке применяют для приложения силового усилия в месте правки. В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемой заготовки и ее толщины выбирают различные типы молотков. При правке заготовок из пруткового и полосового материала применяют молотки с квадратным и круглым бойком, изготовленные из стали У8А.

Для правки обработанных поверхностей применяются молотки с мягкими вставками из алюминия и его сплавов или из меди (рис. 2.33). Боек 2 крепится в корпусе 4 при помощи штифта 1, молоток насаживают на рукоятку 3 с соблюдением тех же требований, что и при насаживании на рукоятку молотков со стальными бойками.

Кувалды представляют собой молотки большой массы (2,0... 5,0 кг) и используются для правки круглого и профильного проката большого поперечного сечения в тех случаях, когда сила удара, наносимого обычным слесарным молотком, недостаточна для выправления деформированной заготовки.

Киянки – это молотки, ударная часть которых выполнена из дерева твердых пород, ими правят листовую материал из металлов высокой пластичности. Характерная особенность правки киянками в том, что они практически не оставляют следов на выправляемой поверхности.

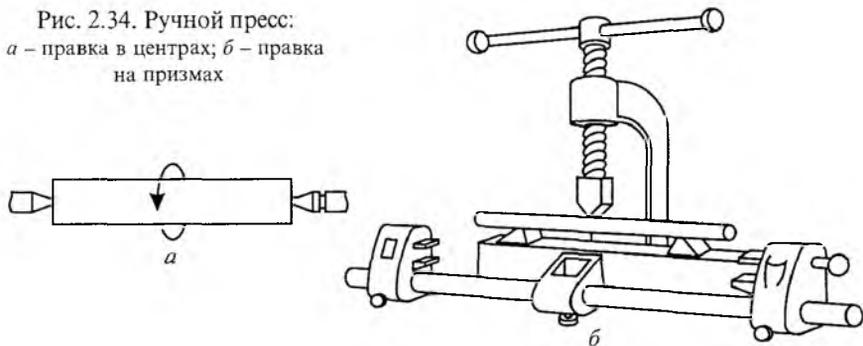
Гладилки металлические или деревянные (из твердых пород дерева: бук, дуб, самшит) предназначены для выправления (выглаживания) листового материала небольшой толщины (до 0,5 мм). Этот инструмент в процессе обработки, как правило, не оставляет следов в виде вмятин.

Механизация при правке

Для механизации работ при правке используют различные правильные машины.

Простейшим устройством для механизации правки является *ручной пресс* (рис. 2.34), с помощью которого осуществляют правку профильного проката и пруткового материала. Правку прутково-

Рис. 2.34. Ручной пресс:
 а – правка в центрах; б – правка
 на призмах



го материала на этом прессе производят в центрах (рис. 2.34, а) или на призмах (рис. 2.34, б). Профильный прокат правят только на призмах.

В большинстве случаев для правки листового и профильного проката используют специальные *правильные машины* (рис. 2.35, а), в которых основными рабочими органами являются правильные вальцы (рис. 2.35, б). При правке лист подается в валки и благодаря силе трения, возникающей между валками и листом, втягивается между ними. Проходя между валками, лист перегибается то в одну, то в другую сторону, и его волокна выравниваются. Для исправления лист пропускают через валки многократно, иногда до пяти раз и более.

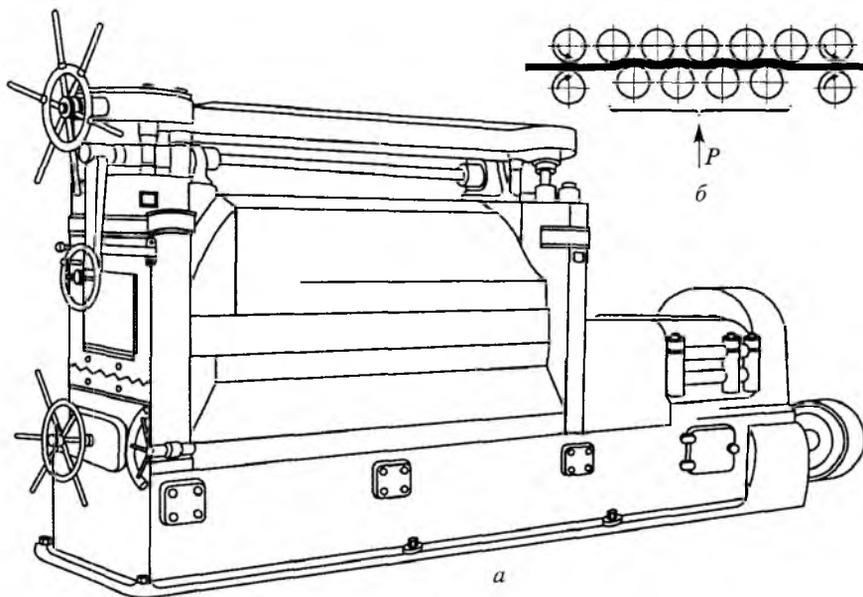


Рис. 2.35. Правильная машина:
 а – общий вид; б – схема правки; Р – усилие правки

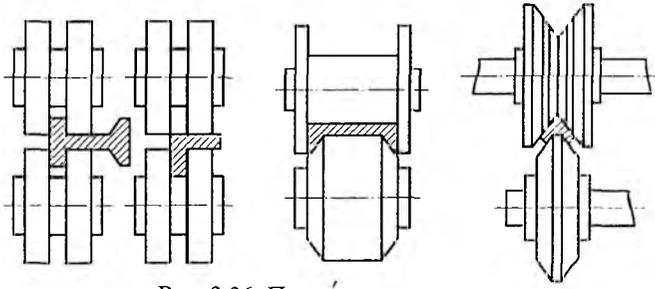


Рис. 2.36. Правильные вальцы

Кроме того, в правильных вальцах можно править и профильный прокат. Вальцы для правки профильного проката практически не отличаются от вальцов для правки листового материала. Различие состоит в конструкции правильных вальцов, которые должны иметь профиль, соответствующий профилю материала, подвергаемого правке (рис. 2.36).

Основные правила выполнения работ при правке

1. При правке полосового и пруткового материала (круглого, квадратного или шестигранного сечения) выправляемая деталь должна касаться правильной плиты или наковальни не менее чем в двух точках (рис. 2.37). Правку деформированной заготовки при этом нужно осуществлять за счет ее изгиба в сторону, противоположную имеющейся деформации.

2. Силу ударов молотком или кувалдой распределять по длине деформированного участка и регулировать в зависимости от площади поперечного сечения материала, подлежащего правке, и величины деформации.

3. При правке обработанных валов во избежание появления вмятин на обработанной поверхности необходимо пользоваться опорными призмами и прокладками из мягкого металла (рис. 2.38).

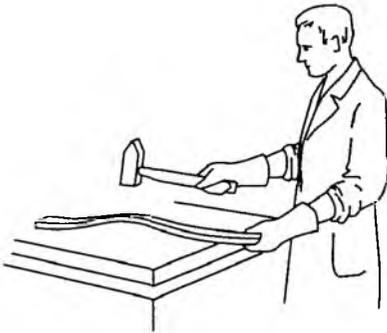


Рис. 2.37. Правка полосового и пруткового материала

4. Правку листового материала толщиной 0,5...0,7 мм необходимо производить при помощи деревянных молотков – киянок (рис. 2.39). При отсутствии киянок допускается использование обычного стального молотка, но при этом необходимо между молотком и выправляемой поверхностью помещать деревянную проставку.

5. При правке полос, изогнутых по ребру (рихтовке), а также листового материала со значи-

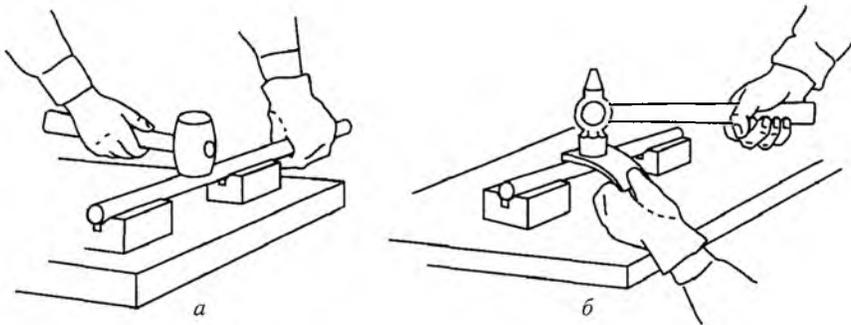


Рис. 2.38. Правка обработанных валов:
а – киянкой; *б* – с прокладкой

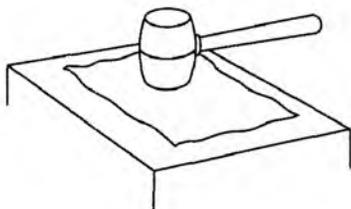


Рис. 2.39. Правка листового материала киянкой

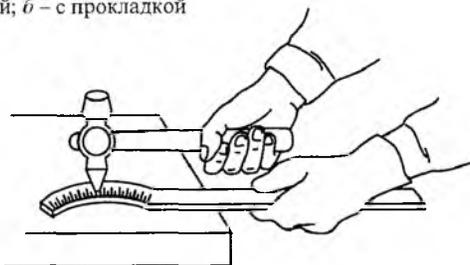


Рис. 2.40. Правка полосы, изогнутой по ребру

тельными деформациями необходимо применять способ правки растяжением (рис. 2.40).

6. Правку полос с винтовым изгибом необходимо выполнять в ручных тисочках (рис. 2.41, б).

7. Контроль качества правки следует производить в зависимости от конфигурации заготовки и ее исходного состояния: на «глаз» (рис. 2.42) – визуально, линейкой, перекаtywанием по плите; «на



Рис. 2.41. Правка полосы с винтовым изгибом:
а – полоса с двойным изгибом; *б* – правка полосы в ручных тисочках

Типичные дефекты при правке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
После правки обработанной детали в ней имеются вмятины	Правка производилась ударами молотка или кувалды непосредственно по детали	Правку производить через прокладку или наставку из мягкого металла, при правке обработанные цилиндрические детали устанавливать на призмы
После правки листового материала киянкой или молотком через деревянную наставку лист значительно деформирован	Применялись недостаточно эффективные способы правки	Применить способ правки путем растяжения металла по краям выпуклости, чередуя этот способ с правкой прямыми ударами
После рихтовки полоса непрямолинейна по ребру	Процесс правки не окончен	Правку заканчивать ударами по ребрам полосы, переворачивая ее в процессе правки на 180°

карандаш» (рис. 2.43) – путем вращения выправленного вала в центрах ручного винтового пресса.

8. При правке полосового и пруткового материала на плите (наковальне) необходимо пользоваться перчатками, правку выполнять молотком или кувалдой, прочно насаженной на рукоятку.

Типичные дефекты при правке, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 2.3.

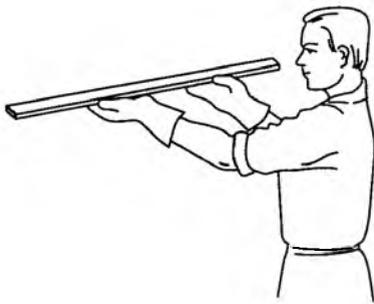


Рис. 2.42. Контроль правки визуально

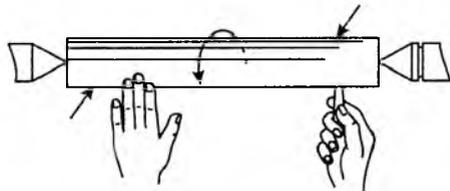


Рис. 2.43. Контроль правки «на карандаш»

Контрольные вопросы

1. Почему при правке металлов рекомендуют применять молоток с круглым, а не квадратным бойком?
2. Почему при правке мягких материалов и тонких листов рекомендуется использовать прокладки?
3. Чем вызвана необходимость использования молотков с вставками из твердых материалов при рихтовке заготовок?
4. С какой целью при правке валов с предварительно обработанными поверхностями применяют для их установки призмы?
5. В чем состоят особенности правки деталей, подвергшихся термической обработке?

2.4. Гибка металла

Гибкой (изгибанием) называется операция, в результате которой заготовка принимает требуемую форму (конфигурацию) и размеры за счет растяжения наружных слоев металла и сжатия внутренних. Во время изгибания все наружные слои материала растягиваются, увеличиваясь в размере, а внутренние – сжимаются, соответственно уменьшаясь в размере. И только слои металла, находящиеся вдоль оси изгибаемой заготовки, сохраняют после изгибания свои первоначальные размеры. Важным при гибке является определение размеров заготовок. При этом все расчеты ведутся относительно нейтральной линии, т. е. тех слоев материала заготовки, которые при гибке не изменяются в размерах. В случае, если на чертеже детали, которая должна быть получена гибкой, не указан размер заготовок, слесарь должен самостоятельно определить этот размер. Расчет производят, подсчитывая размер детали по средней линии (определяют длину прямолинейных участков, подсчитывают длину изогнутых участков и суммируют полученные данные). Общая длина заготовок при гибке с закруглениями подсчитывается по следующей формуле:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + \pi r_1 \alpha_1 / 180 + \dots + \pi r_n \alpha_n / 180,$$

где $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ – длина прямолинейных участков заготовки; r_1, \dots, \dots, r_n – радиусы соответствующих закруглений; $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ – углы загиба.

Если при гибке угол изгиба не должен иметь закругления, то длину заготовки определяют по следующей формуле:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + (0,5 \dots 0,8)Sk,$$

где $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ – длина прямолинейных участков детали; S – толщина материала детали; k – число загибов без закругления.

Гибка может выполняться вручную, с применением различных гибочных приспособлений и при помощи специальных гибочных машин.

Инструменты, приспособления и материалы, применяемые при гибке

В качестве инструментов при гибке листового материала толщиной от 0,5 мм, полосового и пруткового материала толщиной до 6,0 мм применяют стальные слесарные молотки с квадратными и круглыми бойками массой от 500 до 1000 г, молотки с мягкими вставками, деревянные молотки, плоскогубцы и круглогубцы. Выбор инструмента зависит от материала заготовки, размеров ее сечения и конструкции детали, которая должна получиться в результате гибки.

Гибку молотком производят в слесарных плоскопараллельных тисках с использованием оправок (рис. 2.44), форма которых должна соответствовать форме изгибаемой детали с учетом деформации металла.

Молотки с мягкими вставками (см. рис. 2.33) и деревянные молотки – киянки применяют для гибки тонколистового материала толщиной до 0,5 мм, заготовок из цветных металлов и предварительно обработанных заготовок. Гибку производят в тисках с применением оправок и накладок (на губки тисков) из мягкого материала.

Плоскогубцы и круглогубцы применяют при гибке профильного проката толщиной менее 0,5 мм и проволоки. Плоскогубцы (рис. 2.45) предназначены для захвата и удержания заготовок в процессе гибки. Они имеют прорезь около шарнира. Наличие прорези позволяет производить откусывание проволоки. Круглогубцы (рис. 2.46) также обеспечивают захват и удержание заготовки в процессе гибки и, кроме того, позволяют производить гибку проволоки.

Ручная гибка в тисках – сложная и трудоемкая операция, поэтому для снижения трудовых затрат и повышения качества ручной гибки используют различные приспособления. Эти приспособления, как правило, предназначены для выполнения узкого круга операций и изготавливаются специально для них. На рис. 2.47 показана

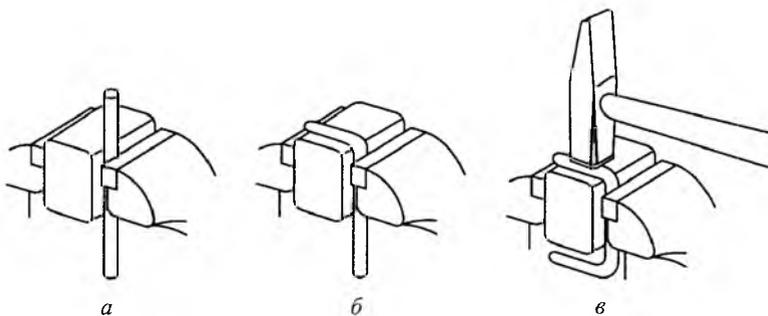


Рис. 2.44. Гибка на оправке:

а–в – последовательность выполнения операции

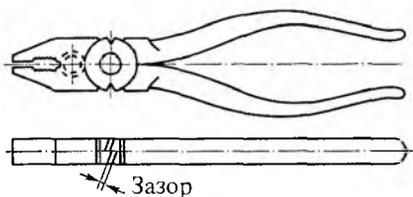


Рис. 2.45. Плоскогубцы

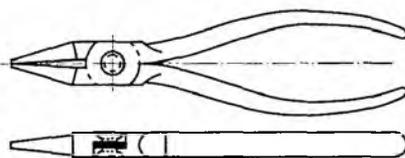


Рис. 2.46. Круглогубцы

но приспособление для гибки угольника ножовки. Перед началом гибки ролик 2 гибочного приспособления смазывают машинным маслом. Рычаг 1 с гибочным роликом 2 отводят в верхнее положение А. Заготовку вставляют в отверстие, образовавшееся между роликом 2 и оправкой 4. Рычаг 1 перемещают в нижнее положение Б, придавая заготовке 3 заданную форму.

По аналогичной схеме работают и другие гибочные приспособления, например, приспособление для гибки кольца из прутка круглого сечения (рис. 2.48).

Наиболее сложной операцией является гибка труб. Необходимость в гибке труб возникает в процессе сборочных и ремонтных операций. Гибку труб производят как в холодном, так и в горячем состоянии. Для предупреждения появления деформаций внутреннего просвета трубы в виде складок и сплющивания стенок гибку осуществляют с применением специальных наполнителей. Эти особенности обуславливают применение при гибке труб некоторых специфических инструментов, приспособлений и материалов.

Приспособления для нагрева труб. Гибку труб в горячем состоянии выполняют после предварительного нагрева токами высокой частоты (ТВЧ), в пламенных печах или горнах, газоацетиленовыми

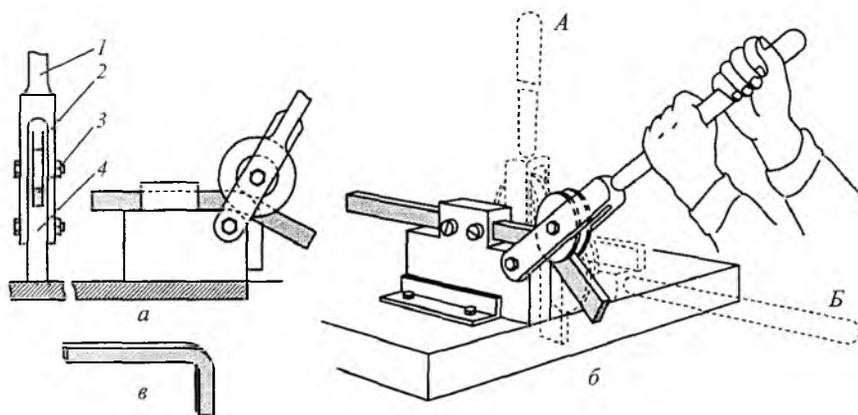


Рис. 2.47. Приспособление для гибки рамки ножовочного станка:
а, б – схемы применения приспособления; в – готовая рамка; 1 – рычаг; 2 – ролик; 3 – заготовка; 4 – оправка; А, Б – соответственно верхнее и нижнее положения рычага

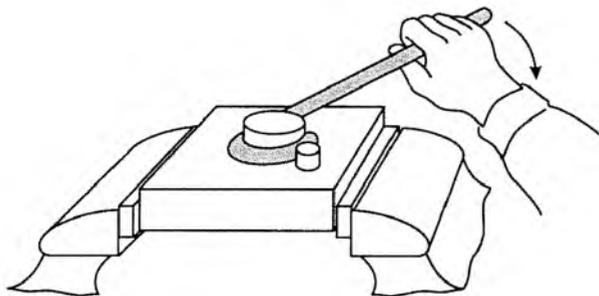


Рис. 2.48. Приспособление для гибки кольца

горелками или паяльными лампами непосредственно на месте гибки. Наиболее рациональным методом нагрева является нагрев ТВЧ, при котором нагрев осуществляется в кольцевом индукторе под действием магнитного поля, создаваемого токами высокой частоты.

Наполнители при гибке труб выбирают в зависимости от материала трубы, ее размеров и способа гибки. В качестве наполнителей используют:

- песок – при гибке труб диаметром от 10 мм и более из отожженной стали с радиусом гибки более 200 мм, если она осуществляется и в холодном, и в горячем состоянии; труб диаметром свыше 10 мм из отожженной меди и латуни при радиусе гибки до 100 мм в горячем состоянии;
- канифоль – при гибке в холодном состоянии труб из отожженных меди и латуни при радиусе гибки до 100 мм.

Применение наполнителя при гибке труб не требуется, если они изготовлены из отожженной стали, имеют диаметр до 10 мм и радиус гибки более 50 мм. Гибка в этом случае производится в холодном состоянии. Также без наполнителя гнут в холодном состоянии трубы из латуни и меди диаметром до 10 мм при радиусе гибки свыше 100 мм. Без наполнителя производят гибку труб в специальных приспособлениях, где противодействие, препятствующее появлению деформаций внутреннего просвета трубы, создается другими способами.

Простейшим приспособлением для гибки труб является плита, закрепляемая на верстаке или в тисках, с отверстиями, в которых устанавливаются штифты (см. рис. 2.47). Штифты выполняют роль упоров, необходимых при гибке трубы. Применяются также роликовые приспособления различных конструкций.

Механизация при гибке

Гибка – весьма трудоемкая и сложная операция, поэтому предпринимаются попытки ее механизировать. Для механизации работ при гибке используют различные гибочные машины. Рассмотрим подробнее конструкции некоторых из них.

Листогибочные вальцы (рис. 2.49) состоят из двух нижних валков 5, которым сообщают вращательное движение при помощи механизма привода 1 и верхнего валка 2, смонтированного на плите 4. Верхний валок движется от изгибаемого листа 3 и имеет возможность перемещаться по высоте для придания листу заданного радиуса при гибке. Для получения конической формы изгибаемой детали верхнему валку придают наклон, равный углу наклона образующей конуса.

Листогибочные прессы (рис. 2.50) применяют для выполнения самых разных работ – от гибки кромок до гибки профилей в одной или нескольких плоскостях под разными углами. Гибка профилей осуществляется пуансоном 2 (рис. 2.50, б), закрепленным на раме ползуна 1, на матрице 3, которая устанавливается на подкладке 4 плиты 5 прессы или непосредственно на плите. Пуансоны различаются по форме и радиусам гибки. Рабочая часть матрицы представляет собой гнездо, выполненное обычно в форме угольника или прямого паза. Применяемые для гибки пуансоны 2 и матрицы 3 для гибки различных профилей показаны на рис. 2.50, в.

Роликовые гибочные станки (рис. 2.51) применяются для гибки профилей различных сечений и бывают трех- и четырехроликотые. Трехроликотый станок для гибки профилей из полос, изготовленных из алюминиевых сплавов толщиной до 2,5 мм, пока-

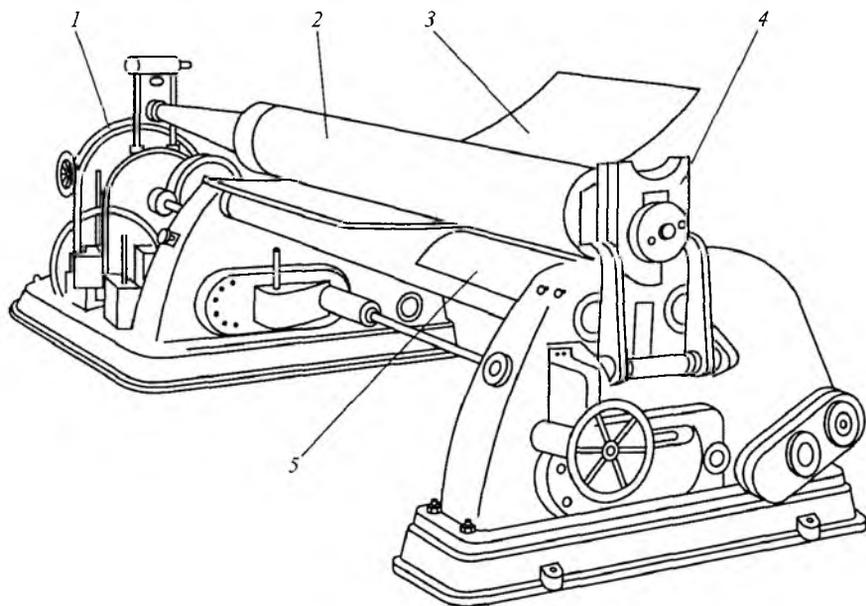


Рис. 2.49. Листогибочные вальцы:

1 – механизм привода; 2 – верхний валок; 3 – изгибаемый лист; 4 – плита; 5 – нижний валок

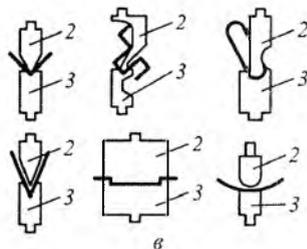
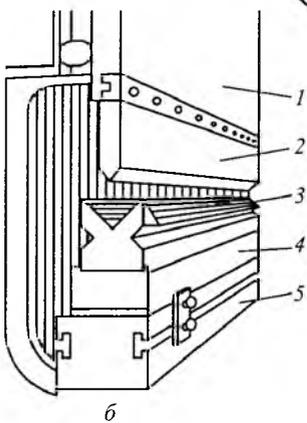
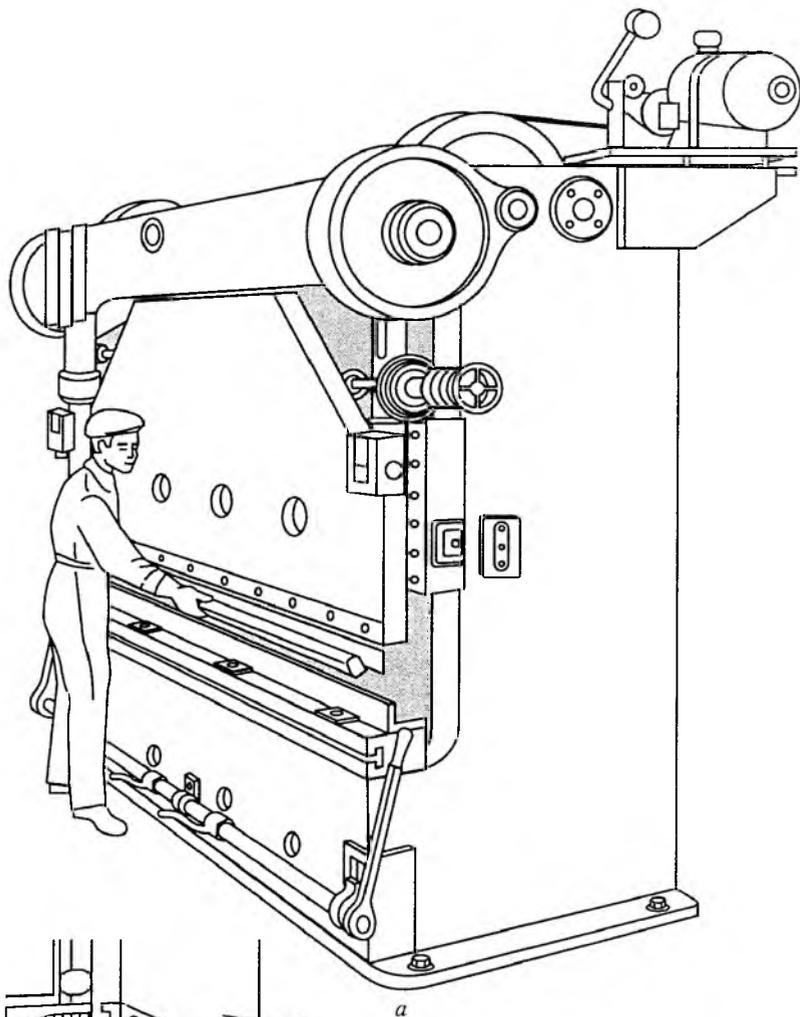


Рис. 2.50. Листогибочный пресс:

a – общий вид; *б* – конструктивная схема; *в* – формы изгибаемого профиля; 1 – рама ползуна; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – подкладка; 5 – плита

зан на рис. 2.51, а. Он состоит из верхнего ролика 2, наладка которого относительно двух нажимных роликов 3 и 4 осуществляется вращением рукоятки 1. Прижимы 5 устанавливают так, чтобы ролики свободно скользили по полкам профиля, не давая ему скручиваться при гибке.

Профили, имеющие форму кругов, спиралей или криволинейные очертания изгибают на четырехроликовых станках (рис. 2.51, б). Такой станок состоит из станины 1, внутри которой смонтирован приводной механизм для ведущих роликов 3 и 5, подающих заготовку, и двух нажимных роликов 4 и 7, изгибающих заготовку 6. Требуемый радиус гибки устанавливается вращением рукояток 2 и 8.

Станок для гибки труб с нагревом токами высокой частоты (рис. 2.52) предназначен для гибки труб с наружным диаметром от 95 до 300 мм и состоит из двух частей – механической и электрической. Механическая часть – это собственно станок для гибки труб; в электрическую часть входят электрооборудование станка и установка для нагрева токами высокой частоты. Станок состоит из сварной станины 1 коробчатого типа, на которой расположены каретка 6 для закрепления трубы, механизм продольной подачи 2, ка-

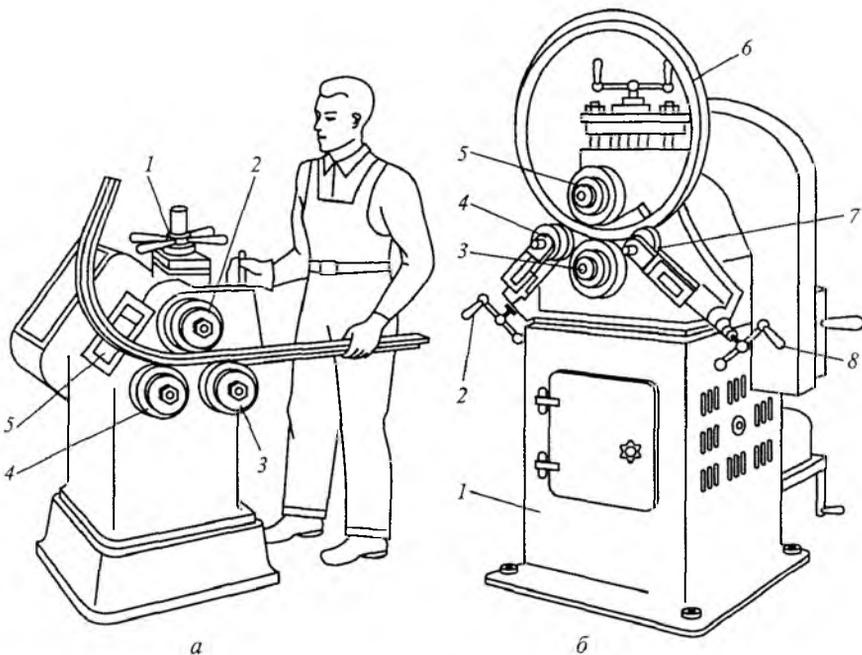


Рис. 2.51. Роликовый гибочный станок:

а – трехроликовый: 1 – рукоятка; 2 – верхний ролик; 3, 4 – нажимные ролики; 5 – прижимы; б – четырехроликовый: 1 – станина; 2, 8 – рукоятки; 3, 5 – ведущие ролики; 4, 7 – нажимные ролики; 6 – заготовка

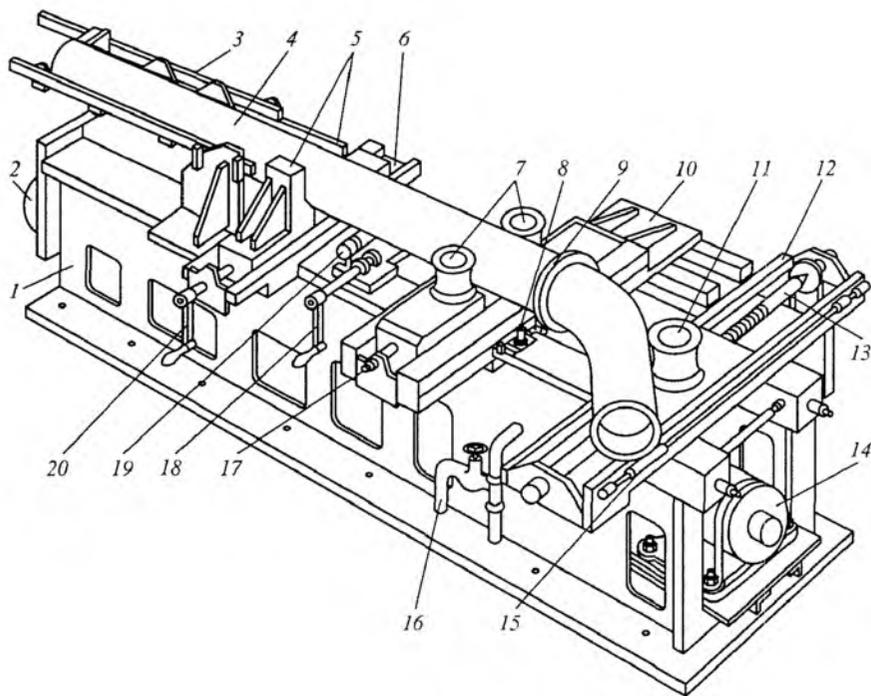


Рис. 2.52. Станок для гибки труб с нагревом токами высокой частоты:

1 – станина; 2 – механизм продольной подачи; 3 – удлинитель; 4 – изгибаемая труба; 5 – губки; 6, 10 – каретки; 7 – направляющие ролики; 8 – держатель индуктора; 9 – индуктор; 11 – нажимной ролик; 12 – каретка нажимного ролика; 13 – винт поперечной подачи; 14 – механизм поперечной подачи; 15 – конечный выключатель; 16 – система охлаждения; 17 – ходовой винт; 18, 20 – рукоятки; 19 – ролик

ретка 10 направляющих роликов, каретка 12 нажимного ролика, а также индуктор 9 для индукционного нагрева трубы. Каретка 6 закрепления трубы перемещается вдоль станины при помощи ходового винта продольной подачи. Закрепление трубы на каретке 6 осуществляется при помощи двух губок 5, одна из которых подвижна. Подвижная губка перемещается при помощи рукоятки 20 вручную и прижимает трубу к неподвижной губке. Ось изгибаемой трубы 4 эксцентрична по отношению к станине (величина эксцентриситета различна для труб разного диаметра).

Каретка 10 направляющих роликов служит для направления движения трубы при гибке и для восприятия реакции от изгибающего усилия. Она перемещается ходовыми винтами, связанными между собой конической передачей. Один из направляющих роликов 7 укреплен на ползуне и может перемещаться вручную винтом 17. Оба ролика свободно вращаются на своих осях. На каретке направляющих роликов закреплены держатель 8 индуктора, высокочастот-

ный трансформатор (на рисунке не показан) и элементы системы охлаждения 16.

Каретка нажимного ролика закреплена неподвижно. По основанию каретки перемещается ползун с запрессованной осью, на которой и вращается нажимной ролик. Перемещение ползуна осуществляется с помощью ходового винта, приводимого в движение механизмом поперечной подачи 14. На каретке нажимного ролика установлены два конечных выключателя 15 для ограничения хода нажимного ролика 11 в зависимости от выбранного радиуса гибки. Сменный индуктор 9 для нагрева труб представляет собой кольцо из медной трубки, которое охлаждается водой, подводимой по гибкому шлангу.

Для дополнительной поддержки изгибаемой трубы на станке установлен специальный ролик 19, который может перемещаться с помощью рукоятки 18 в зависимости от длины трубы. При гибке очень длинных труб к каретке зажима присоединяют специальные удлинители 3, которые поддерживают свисающую часть трубы.

Правила выполнения работ при ручной гибке металла

1. При изгибании листового и полосового материала в тисках разметочную риску необходимо располагать точно, без перекосов, на уровне губок тисков в сторону изгиба. Полосовой материал тол-

Таблица 2.4

Типичные дефекты при гибке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причины	Способ предупреждения
При изгибании уголка из полосы он получился перекошенным	Неправильное закрепление заготовки в тисках	Закреплять полосу так, чтобы риска разметки точно располагалась по уровню губок тисков. Перпендикулярность полосы губкам тисков проверять угольником
Размеры изогнутой детали не соответствуют заданным	Неточный расчет развертки, неправильно выбрана оправка	Расчет развертки детали производить с учетом припуска на загиб и последующую обработку. Точно производить разметку мест изгиба. Применять оправки, точно соответствующие заданным размерам детали
Вмятины (трещины) при изгибании трубы с наполнителем	Труба недостаточно плотно набита наполнителем	Трубу при заполнении наполнителем (сухим песком) располагать вертикально. Постукивать по трубе со всех сторон молотком

щиной свыше 3,0 мм следует изгибать только в сторону неподвижной губки тисков.

2. При гибке из полос и прутков деталей типа уголков, скоб разной конфигурации, крючков, колец и других деталей следует предварительно рассчитывать длину элементов и общую длину развертки детали, размечая при этом места изгиба. При необходимости использовать мерные оправки.

3. При массовом изготовлении деталей типа скоб необходимо применять оправки, размеры которых соответствуют размерам элементов детали, что исключает текущую разметку мест изгиба.

4. При гибке листового и полосового металла в приспособлениях необходимо строго придерживаться прилагаемых к ним инструкций.

5. При гибке газовых или водопроводных труб любым методом шов должен располагаться внутри изгиба.

Типичные дефекты при гибке, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 2.4.

Контрольные вопросы

1. Почему расчет длины заготовки для последующей гибки производят по нейтральной линии?

2. Почему при использовании наполнителя при гибке труб не происходят деформации?

3. В каких случаях и почему при гибке используют молотки с мягкими вставками?

4. Что учитывается при выборе ударного инструмента для гибки?

5. Почему при использовании специальных гибочных приспособлений при гибке труб не требуется применение наполнителя?

2.5. Резка металла

Разрезание – это операция, связанная с разделением материалов на части с помощью ножовочного полотна, ножниц и другого режущего инструмента. В зависимости от применяемого инструмента разрезание может осуществляться со снятием стружки или без снятия.

Инструменты и приспособления, применяемые при резке

Наибольшее распространение получило разрезание металлов ручными слесарными ножовками и ножницами. Для разрезания листового и пруткового материала применяют ручные рычажные и гильотинные ножницы.

Ручные слесарные ножовки предназначены в основном для разрезания сортового и профильного проката вручную, а также для

разрезания толстых листов и полос, прорезания пазов и шлицев в головках винтов, обрезания заготовок по контуру и других работ. Разрезание выполняется при помощи ножовочных полотен, которые изготавливают из углеродистой (марки Р9 или Р18) или легированной (марки Х6ВФ) инструментальной стали и после нарезания зубьев закаливают. Наиболее распространены ножовочные полотна шириной 13 и 16 мм при толщине от 0,5 до 0,8 мм и длиной 250... 300 мм. Для осуществления резания полотно устанавливают в специальном ножовочном станке. Ножовочные станки бывают двух типов: цельные и раздвижные, позволяющие устанавливать в станок ножовочное полотно разной длины.

Цельный ножовочный станок (рис. 2.53) состоит из станка 1, натяжного винта с барашковой гайкой 6 и рукоятки 2. Ножовочное полотно 4 устанавливают в прорези головок 5 и фиксируют его при помощи штифтов 3.

Раздвижной ножовочный станок (рис. 2.54) отличается тем, что состоит из двух частей, соединенных при помощи обоймы. Обойма жестко крепится на одной половине станка, а другая половина может изменять свое положение по длине за счет установки впрессованного в нее штифта, который фиксируется в специальных пазах обоймы.

На одной из сторон ножовочного полотна по всей длине нарезают зубья (рис. 2.55, а). Каждому зубу ножовочного полотна придается форма режущего клина, которая характеризуется определенными геометрическими параметрами: задним углом α , углом заострения β , передним углом γ и углом резания δ . Между углами, характеризующими геометрию режущего клина зубьев ножовочного полотна, существуют зависимости: $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$; $\alpha + \beta = \delta$.

Поскольку работа (движения) ножовочного полотна, осуществляется в ограниченном пространстве, то для предупреждения его заклинивания в процессе работы зубья ножовочного полотна должны быть разведены. В зависимости от величины шага зубьев, т. е. от расстояния между двумя соседними зубьями, различают разводку по зубу (рис. 2.55, б) и разводку по полотну (рис. 2.55, в). Разводка

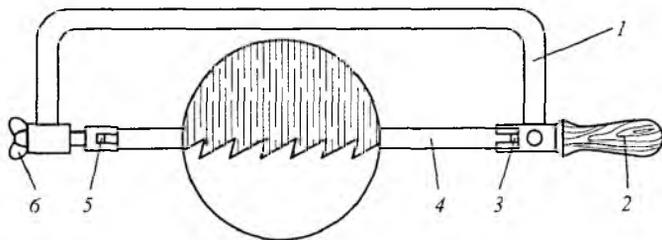


Рис. 2.53. Цельный ножовочный станок:

1 - станок; 2 - рукоятка; 3 - штифты; 4 - ножовочное полотно; 5 - головки крепления ножовочного полотна; 6 - натяжной винт с гайкой

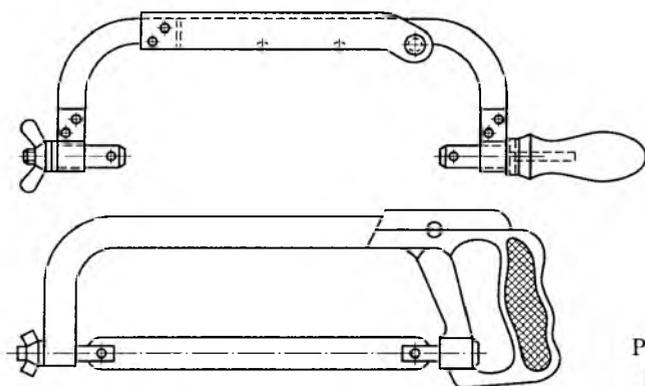


Рис. 2.54. Раздвижной ножовочный станок

по зубу производится на полотнах с большим шагом, в этом случае поочередно отгибают каждый зуб ножовочного полотна то в одну сторону, то в другую. При разводке по полотну сначала отгибают два-три зуба в одну сторону, а затем два-три зуба в другую. В этом случае вдоль полотна появляется волнистая линия.

При установке полотна в ножовочном станке необходимо следить за правильным выбором направления зуба. Острие режущего клина должно быть всегда направлено в сторону рабочего движения полотна – вперед, в направлении от рукоятки к барашку натяжного винта. Вторым обязательным условием нормальной работы при разрезании является натяжение ножовочного полотна. Натяжение должно быть таким, чтобы полотно не испытывало упругих деформаций при разрезании и в то же время не должно быть слишком сильным, так как это может привести к поломке полотна в процессе работы даже при незначительном его перекосе.

Ручные ножницы (рис. 2.56) бывают правыми и левыми. У правых ножниц скос на режущей части на каждой из половин находится с правой стороны, а у левых – с левой. Ручными ножницами можно резать листовую сталь толщиной до 0,7 мм, кровельное железо толщиной до 1,0 мм, листы меди и латуни толщиной до 1,5 мм.

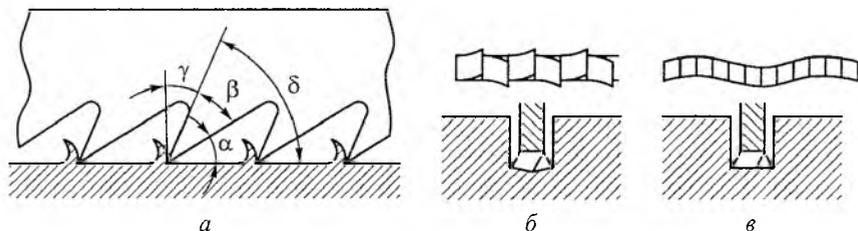


Рис. 2.55. Ножовочное полотно:

a – геометрические параметры ножовочного полотна: γ – передний угол; α – задний угол; β – угол заострения; δ – угол резания; *b* – разводка по зубу; *c* – разводка по полотну

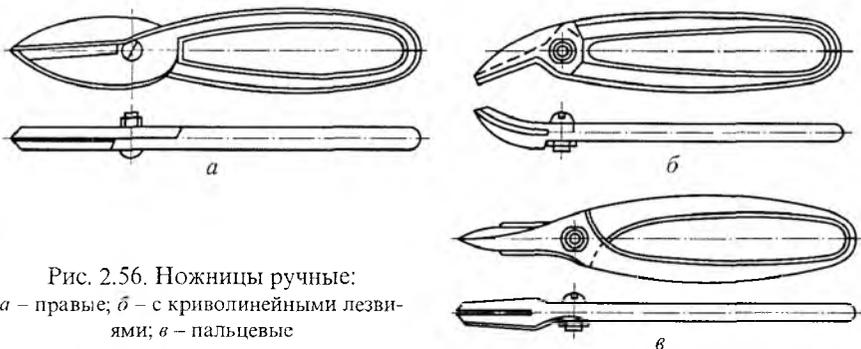


Рис. 2.56. Ножницы ручные:
a – правые; *б* – с криволинейными лезвиями;
в – пальцевые

Такие ножницы (рис. 2.56, *a*) предназначены для разрезания материала по прямой линии или по дуге большого радиуса. Если требуется вырезать в листовом материале отверстие или вырезать деталь по контуру с малыми радиусами кривизны, применяют ножницы с криволинейными лезвиями (рис. 2.56, *б*) или пальцевые ножницы с тонкими и узкими режущими лезвиями (рис. 2.56, *в*).

Все ножницы, независимо от их конструкции, в своей основе имеют (как и другие режущие инструменты) режущий клин. Форма режущего клина ножниц характеризуется следующими геометрическими параметрами (рис. 2.57): углом заострения β ; задним углом α , обеспечивающим уменьшение трения при работе ножницами и составляющим $2 \dots 3^\circ$. С целью уменьшения усилий, прикладываемых при резании, режущие ножи устанавливают под углом φ (чем больше этот угол, тем меньше усилие резания). При увеличении этого угла создаются усилия, выталкивающие лист из-под ножей, в связи с этим величину угла φ выбирают в пределах $7 \dots 12^\circ$, что создает оптимальные условия для резания. Угол заострения β

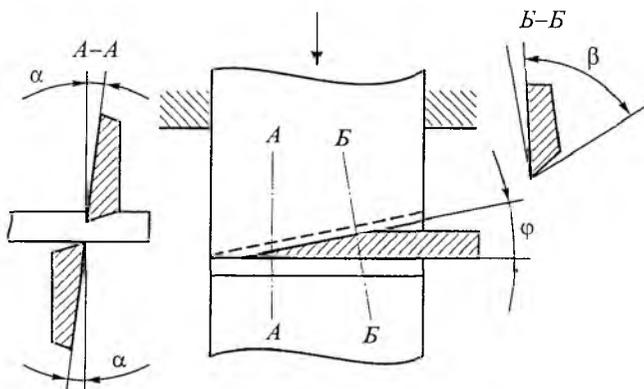


Рис. 2.57. Геометрические параметры лезвий ножниц:
 α – задний угол; β – угол заострения; φ – угол между лезвиями

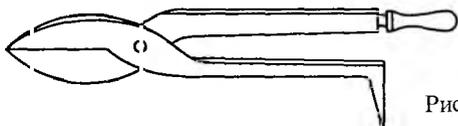


Рис. 2.58. Стуловые ножницы

выбирают в зависимости от обрабатываемого материала (чем тверже материал, тем большим должен быть этот угол). Для мягких металлов и сплавов (например, меди, латуни) он составляет 65° ; для металлов средней твердости – $70 \dots 75^\circ$, а для твердых материалов – 80° . Если требуется разрезать листы большой толщины (до 2,0 мм), применяют стуловые ножницы (рис. 2.58). У этих ножниц одна рукоятка имеет отогнутый вниз конец; этим заостренным концом ножницы закрепляют в деревянной колоде или тисках. Вторая рукоятка служит для нажатия и собственно резания.

Хорошего эффекта при резании листовой стали толщиной до 2,5 мм можно добиться при использовании *силовых ножниц* (рис. 2.59). При работе рукоятку 4 с насечкой закрепляют в тисках, а рукоятку 5 с пластмассовым наконечником захватывают правой рукой. Рабочая рукоятка 5 представляет собой систему двух последовательно соединенных рычагов. Первый рычаг 7 заканчивается ножом 1 и соединен винтом 2 через шайбу 8 с рукояткой 4. Рукоятка 5 через ось 6 и шарнирное звено 3 также соединена с рукояткой 4. Эта система рычагов обеспечивает увеличение силы резания приблизительно в два раза по сравнению с обычными ножницами таких же габаритов.

Настольные ручные рычажные ножницы (рис. 2.60) применяют для разрезания листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни – до 6 мм. Основание 1 ножниц закрепляют на верстаке бол-

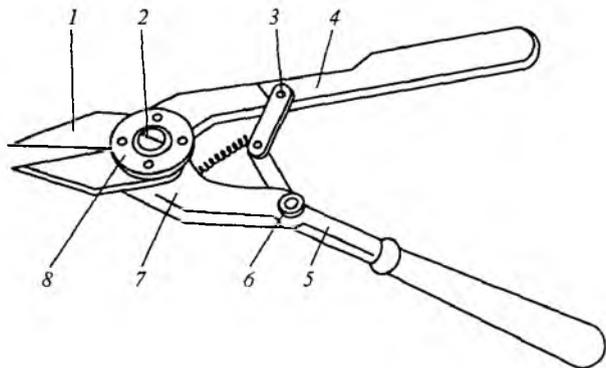


Рис. 2.59. Силовые ножницы:

1 – нож; 2 – винт; 3 – шарнирное звено; 4 – рукоятка с насечкой; 5 – рукоятка с пластмассовым наконечником; 6 – ось; 7 – рычаг; 8 – шайба

тами. Рукоятка 2 обеспечивает возвратно-поступательное движение ножа 3. Второй нож 4 закреплен в корпусе основания 1. Разрезаемый лист укладывают на полку неподвижного ножа и, перемещая подвижный нож 3 рукояткой 2, выполняют разрезание листа по разметочной риске. Рычажные ножницы могут несколько отличаться друг от друга по конструкции, но принцип их действия во всех случаях одинаков.

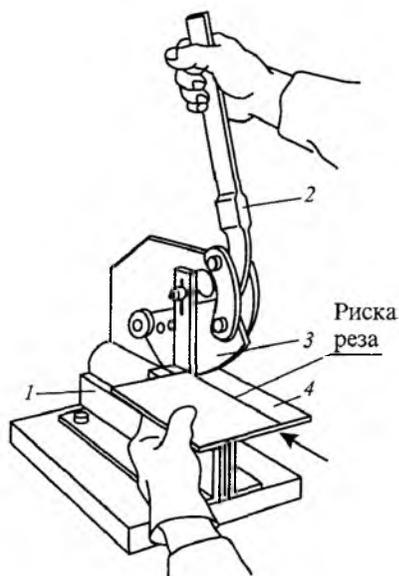


Рис. 2.60. Настольные ручные рычажные ножницы:
1 – основание; 2 – рукоятка; 3 – нож;
4 – стол-нож

Труборезы (рис. 2.61) применяют для разрезания труб различного диаметра вместо слесарной ножовки, а также для более качественного разрезания труб. Труборез представляет собой специальное приспособление, у которого режущим инструментом служат стальные дисковые резцы-ролики. Наиболее распространены роликовые, хомутиковые и цепные труборезы.

Роликовый труборез (рис. 2.61, а) состоит из скобы 4, винтового рычага 3 и трех дисковых режущих роликов 6, два из которых установлены на осях в скобе 4, а третий смонтирован на оси, закрепленной в подвижном кронштейне 5. Разрезаемую трубу закрепляют в прижиме 1 винтом 2, после чего труборез устанавливают на трубу 7. При вращении винтового рычага 3 вправо кронштейн 5 переместит режущий ролик 6 до соприкосновения со стенкой трубы под некоторым нажимом. Труборез с тремя роликами режет одновременно в трех местах, поэтому при работе его слегка раскачивают при помощи рычага (примерно на одну треть оборота в каждую сторону). Для повышения качества разрезания место реза смазывают маслом.

Для разрезания труб большого диаметра применяют *хомутиковые или цепные труборезы* (рис. 2.61, б, в).

При резании роликовыми труборезами происходит вдавливание внутрь трубы ее торца, что ведет к образованию заусенцев и необходимости дальнейшей обработки трубы для их удаления. Исключить этот недостаток позволяет *резцовый труборез* (рис. 2.61, г), у которого ролики выполняют лишь функцию центрирования трубы в приспособлении, а резание производится отрезным резцом 2, который по мере врезания в трубу подается нажимным винтом 1. Нажим роликов осуществляется при помощи винта 3.

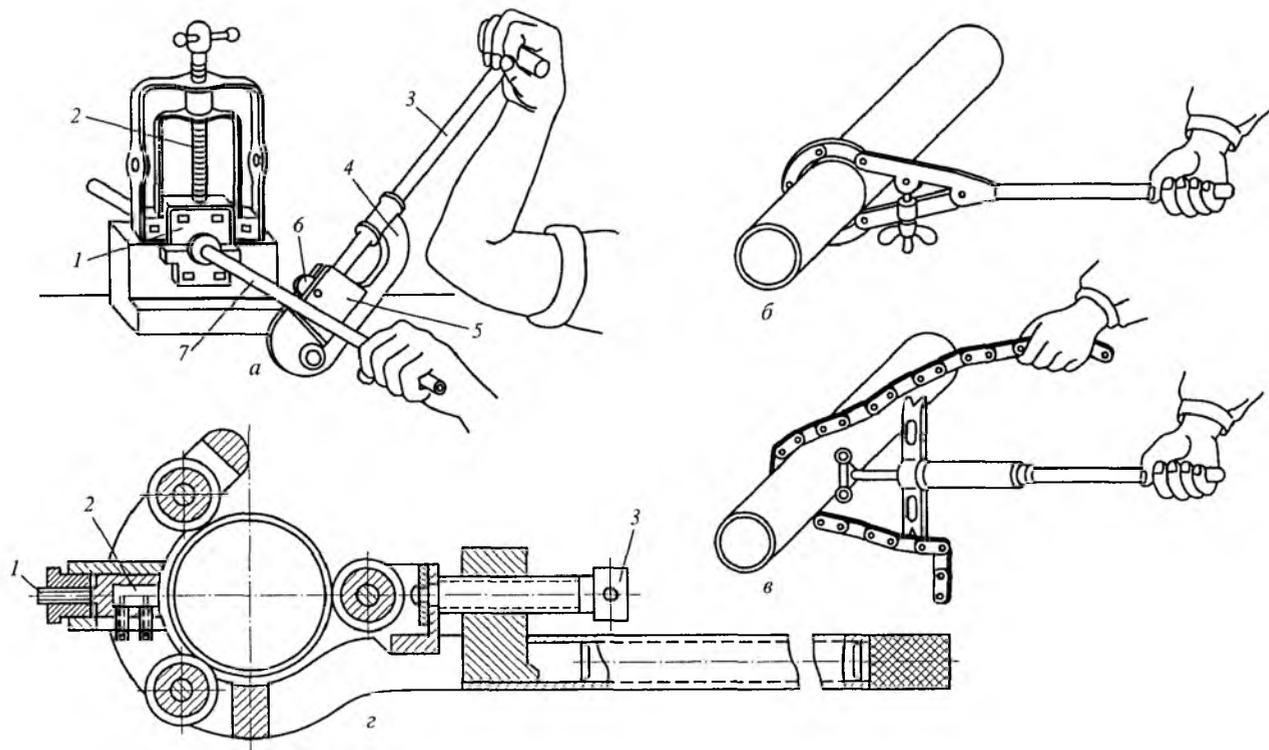


Рис. 2.61. Труборезы:

a – роликовый: 1 – пружим; 2 – винт; 3 – винтовой рычаг; 4 – скоба; 5 – крошштейн; 6 – режущие ролики; 7 – труба; *б* – хомутиковый; *в* – цепной; *г* – резовый: 1 – нажимной винт; 2 – отрезной резец; 3 – винт

Правила резания металлов в значительной мере различаются в зависимости от используемого инструмента и материала, который подвергается разрезанию. Рассмотрим правила резания применительно к различным его методам.

Основные правила резания металла ножовкой
(полосовой, листовой, прутковый материал;
профильный прокат; трубы)

1. Перед началом работы необходимо проверить правильность установки и натяжения полотна.

2. Разметку линии реза необходимо производить по всему периметру прутка (полосы, детали) с припуском на последующую обработку 1...2 мм.

3. Заготовку следует прочно закреплять в тисках.

4. Полосовой и угловой материал следует разрезать по широкой части.

5. В том случае, если длина реза на детали превышает размер от полотна до рамки ножовочного станка, резание необходимо производить полотном, закрепленным перпендикулярно плоскости ножовочного станка (ножовкой с повернутым полотном).

6. Листовой материал следует разрезать непосредственно ножовкой в том случае, если его толщина больше расстояния между тремя зубьями ножовочного полотна. Более тонкий материал для разрезания надо зажимать в тиски между деревянными брусками и разрезать вместе с ними.

7. Газовую или водопроводную трубу необходимо разрезать, закрепляя ее в трубном прижиме. Тонкостенные трубы при разрезании закреплять в тисках, используя для этого профильные деревянные прокладки.

8. При разрезании необходимо соблюдать следующие требования:

- в начале резания ножовку наклонять от себя на 10...15°;
- при резании ножовочное полотно удерживать в горизонтальном положении;
- в работе использовать не менее трех четвертей длины ножовочного полотна;
- рабочие движения производить плавно, без рывков, примерно 40...50 двойных ходов в минуту;
- в конце разрезания нажатие на ножовку ослабить и поддерживать отрезанную часть рукой.

9. При проверке размера отрезанной части по чертежу отклонение реза от разметочной риски не должно превышать 1 мм в большую сторону.

Правила безопасности труда

1. Запрещается выполнять резание со слабо или чересчур сильно натянутым полотном, так как это может привести к поломке полотна и ранению рук.

2. Во избежание поломки полотна и ранения рук при резании не следует сильно нажимать на ножовку вниз.

3. Запрещается пользоваться ножовкой со слабо насаженной или расколотой рукояткой.

4. При сборке ножовочного станка следует использовать штифты, которые плотно, без качки, входят в отверстия головок.

5. При выкрошивании зубьев ножовочного полотна работу прекратить и заменить полотно на новое.

6. Во избежание соскакивания рукоятки и ранения рук во время рабочего движения ножовки не ударять передним торцом рукоятки о разрезаемую деталь.

Основные правила резания листового металла толщиной до 0,7 мм ручными ножницами

1. При разметке вырезаемой детали необходимо предусматривать припуск до 0,5 мм на последующую обработку.

2. Разрезание следует производить острозаточенными ножницами в рукавицах.

3. Разрезаемый лист располагать строго перпендикулярно лезвиям ножниц.

4. В конце реза не следует сводить ножницы полностью во избежание надрыва металла.

5. Необходимо следить за состоянием оси-винта ножниц. Если ножницы начинают «мять» металл, нужно слегка подтянуть винт.

6. При резании материала толщиной более 0,5 мм (или при затрудненном нажатии на ручки ножниц) необходимо одну из ручек прочно закрепить в тисках.

7. При вырезании детали криволинейной формы, например круга, необходимо соблюдать следующую последовательность действий:

- разметить контур детали и вырезать заготовку прямым резом с припуском 5...6 мм;
- вырезать деталь по разметке, поворачивая заготовку по часовой стрелке.

8. Резание следует производить точно по линии разметки (отклонения допускаются не более 0,5 мм). Максимальная величина «зареза» в углах не должна быть более 0,5 мм.

Основные правила резания листового и полосового материала рычажными ножницами

1. Резание необходимо производить в рукавицах во избежание пореза рук.

2. Резание значительного по размерам листового материала (более 0,5×0,5 м) следует производить вдвоем (один должен поддерживать лист и продвигать его в направлении «от себя» по нижнему ножу, другой – нажимать на рычаг ножниц).

3. В процессе работы разрезаемый материал (лист, полосу) необходимо располагать строго перпендикулярно плоскости подвижного ножа.

4. В конце каждого реза не следует доводить ножи до полного сжатия во избежание «надрыва» разрезаемого материала.

5. После окончания работы нужно закреплять рычаг ножниц фиксирующим штифтом в нижнем положении.

Основные правила резания труб труборезом

1. Линию реза следует отмечать мелом по всему периметру трубы.

2. Трубу необходимо прочно закреплять в трубном прижиме или тисках. Закрепление трубы в тисках нужно производить с использованием профильных деревянных прокладок. Место реза следует располагать не далее чем 80...100 мм от губок прижима или тисков.

3. В процессе резания необходимо соблюдать следующие требования:

- смазывать место реза;
- следить за перпендикулярностью рукоятки трубореза оси трубы;
- внимательно следить за тем, чтобы режущие диски располагались точно, без перекоса, по линии реза;
- не прикладывать больших усилий при вращении винта рукоятки трубореза для подачи режущих дисков;
- в конце разрезания поддерживать труборез обеими руками; следить за тем, чтобы отрезанный кусок трубы не упал на ноги.

Механизированный инструмент и оборудование для резки металлов

Механизация работ при разрезании материалов осуществляется двумя способами: при помощи механизированного ручного инструмента и за счет использования стационарного оборудования.

Ручной механизированный инструмент

Механическая ножовка (рис. 2.62) эффективна при разрезании материалов на рабочем месте слесаря. Она состоит из корпуса 2, в котором размещен электрический двигатель. На вал двигателя установлен барабан 1, в спиральный паз которого входит палец 3, соединенный с ползуном 4. На ползуне укреплено ножовочное полотно 6. При вращении барабана ножовочное полотно получает

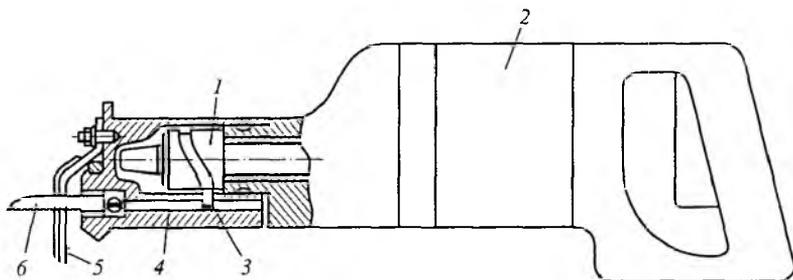


Рис. 2.62. Механическая ножовка:

1 – барабан; 2 – корпус; 3 – палец; 4 – ползун; 5 – скоба; 6 – ножовочное полотно

возвратно-поступательное движение и выполняет разрезание металла. Во время работы ножовка упирается скобой 5 и поддерживается за рукоятку.

Ручные электровибрационные ножницы (рис. 2.63) обеспечивают разрезание листовой стали толщиной до 2,7 мм. Они состоят из корпуса 3, в котором смонтирован электрический двигатель, и корпуса ножевой головки 2. Двигатель через червячную пару приводит в движение эксцентриковый валик 1. Шатун 9 установлен головкой на эксцентриковый валик 1, а нижней головкой связан с пальцем 8 рычага верхнего ножа 6. Нижний нож 5 крепится к скобе 4. В процессе работы шатун 9, совершая возвратно-поступательное движение, заставляет качаться ножевой рычаг 7 с верхним ножом 6, обеспечивая разрезание металла. Зазор между ножами регулируется перемещением скобы 4 в картере ножевой головки. Величина этого зазора зависит от толщины разрезаемого материала.

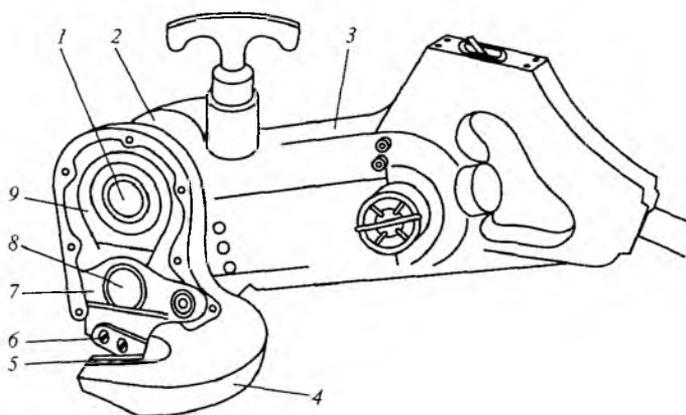


Рис. 2.63. Ручные электровибрационные ножницы:

1 – эксцентриковый валик; 2 – корпус ножевой головки; 3 – корпус; 4 – скоба; 5 – нижний нож; 6 – верхний нож; 7 – рычаг; 8 – палец; 9 – шатун

Стационарное оборудование для разрезания металлов

Стационарная механическая (приводная) ножовка (рис. 2.64) представляет собой металлорежущий станок, который состоит из станины 1 и стола 2. На столе устанавливают тиски 3, которые можно передвигать вдоль стола и поворачивать вокруг их оси. Возможность поворота тисков обеспечивает разрезание металла под различными углами в пределах 45° . Ножовочное полотно укрепляют в раме 4. Рама с ножовкой перемещается вдоль качающегося хобота 5. Ножовка приводится в действие от электродвигателя 7.

Универсальная дисковая пила (рис. 2.65) применяется для разрезания профильного металла различных сечений, продольных разрезов, надрезов и вырезов. Она позволяет выполнять разрезание профильного металла под различными углами. Состоит пила из чугунной станины 7, на которой укреплена вертикальная колонка 6. На колонке смонтирован поворотный кронштейн 3 с направляющими для электродвигателя 1. На оси электрического двигателя устанавливается режущий диск 8. Кронштейн можно поворачивать

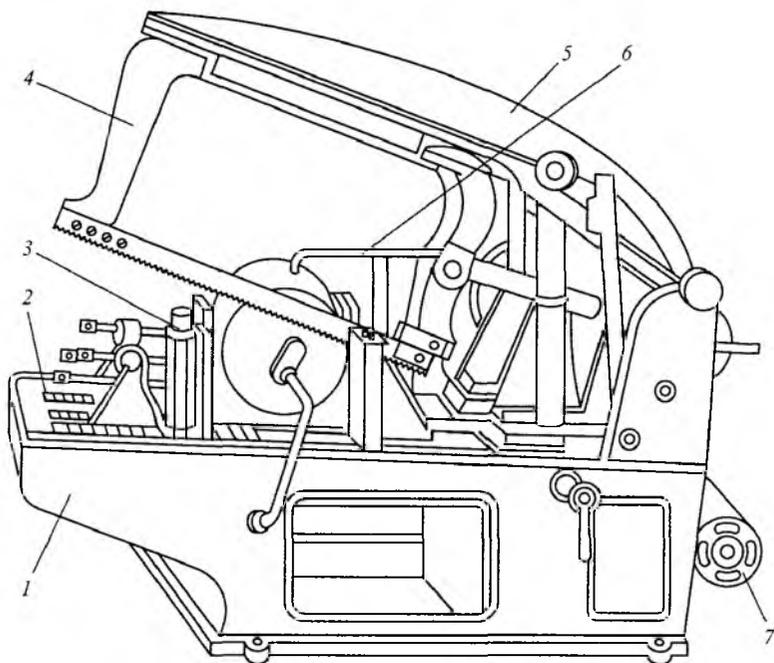
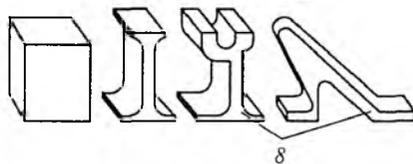


Рис. 2.64. Стационарная механическая ножовка:

1 – станина; 2 – стол; 3 – тиски; 4 – рама; 5 – хобот; 6 – патрубок системы охлаждения; 7 – электродвигатель; 8 – сменные насадки



вокруг колонки и поднимать или опускать на заданную высоту. Подача электродвигателя с режущим диском в процессе резания осуществляется рукояткой 9. Установка режущего диска при работе в зависимости от профиля и размера разрезаемого материала выполняется рукоятками 2, 4, 5.

Маятниковая пила (рис. 2.66) применяется в тех же случаях, что и универсальная дисковая. Она состоит из чугунной станины 1, на которой смонтированы стол 2 и кронштейн 7 с качающейся подставкой электродвигателя. От подставки отходит качающийся хобот 6 с режущим диском 3 и рукояткой 4. Разрезаемую заготовку устанавливают на поворотном столе с опорой на специальные план-

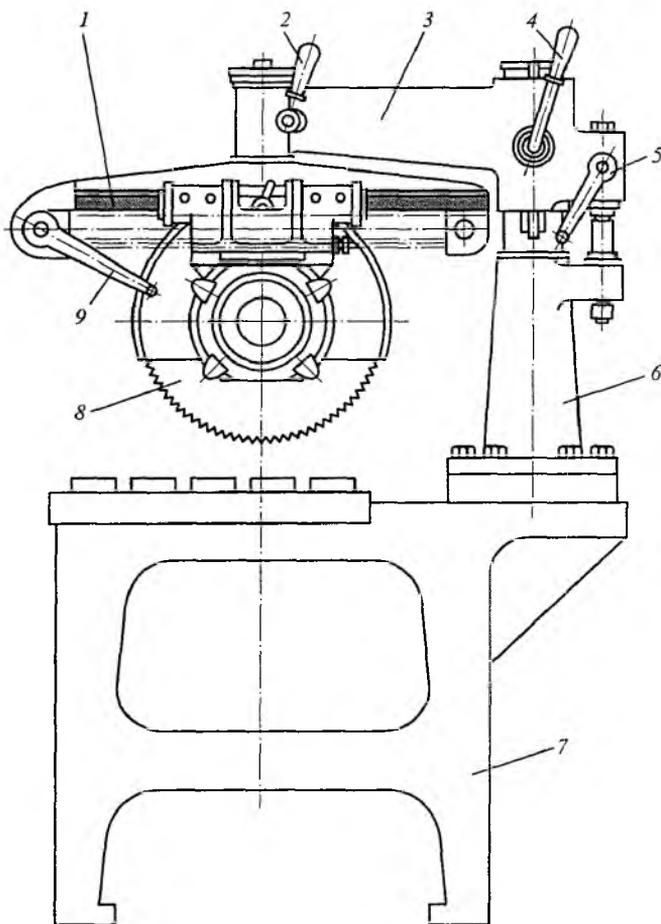


Рис. 2.65. Универсальная дисковая пила:

1 – электродвигатель; 2, 4, 5, 9 – рукоятки; 3 – кронштейн; 6 – вертикальная колонка; 7 – станина; 8 – режущий диск

ки 8. Резание происходит при плавном опускании хобота с вращающимся режущим диском и последующей его подаче.

Режущие диски для дисковых пил имеют диаметр до 500 мм, толщину 1,0... 3,5 мм и изготавливаются из инструментальной стали. Диски больших размеров имеют вставные зубья, выполненные из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Ленточные пилы (рис. 2.67) предназначены для разрезания профильного материала и труб, а также листового и полосового материала. Этот метод разрезания наиболее эффективен при вырезании сложных криволинейных контуров для последующей обработки.

Режущее полотно ленточной пилы представляет собой бесконечную ленту шириной 6... 25 мм и толщиной 0,6... 1,4 мм с насеченными на ее кромке зубьями. Узкие ленты применяют при реза-

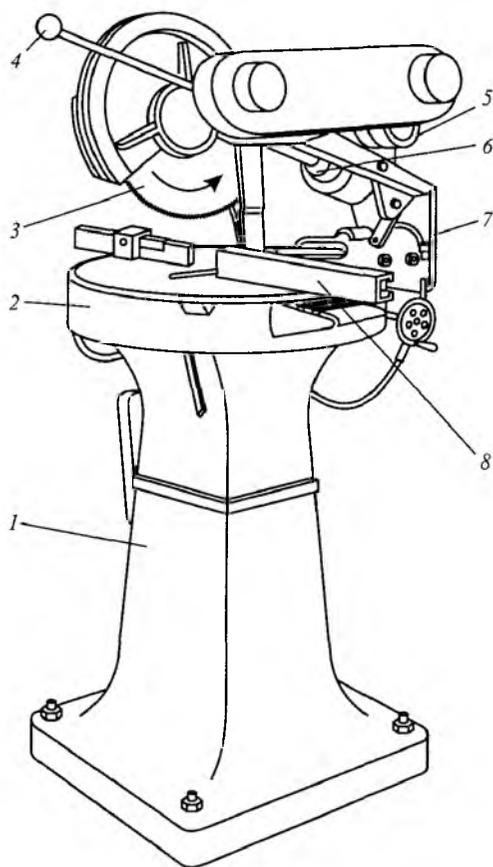


Рис. 2.66. Маятниковая пила:

1 – станина; 2 – стол; 3 – режущий диск; 4 – рукоятка; 5 – шкив; 6 – качающийся хобот;
7 – кронштейн; 8 – опорная планка

нии металлов по криволинейным профилям с малыми радиусами закругления. Ленточная пила состоит из станины 4 и стола 3. В верхней части станины смонтирован ведомый шкив, установленный на оси и закрытый кожухом 1. Ведущий шкив и двигатель размещены в нижней части станка. В столе станка имеется прорезь, через которую проходит режущее полотно 5. Конструкция стола позволяет осуществлять резку металла под углом. Натяжение полотна осуществляется при помощи маховика 2. Для предупреждения сползания ленты со шкивов на их ободы наклеивают ленты из прорезиненной ткани.

Заготовку, уложенную на столе станка, подают под движущуюся на шкивах режущую ленту. Резание выполняют по разметочным рискам. Ограждение ленточной пилы должно закрывать ее по всей длине за исключением той зоны, в которой производится резание.

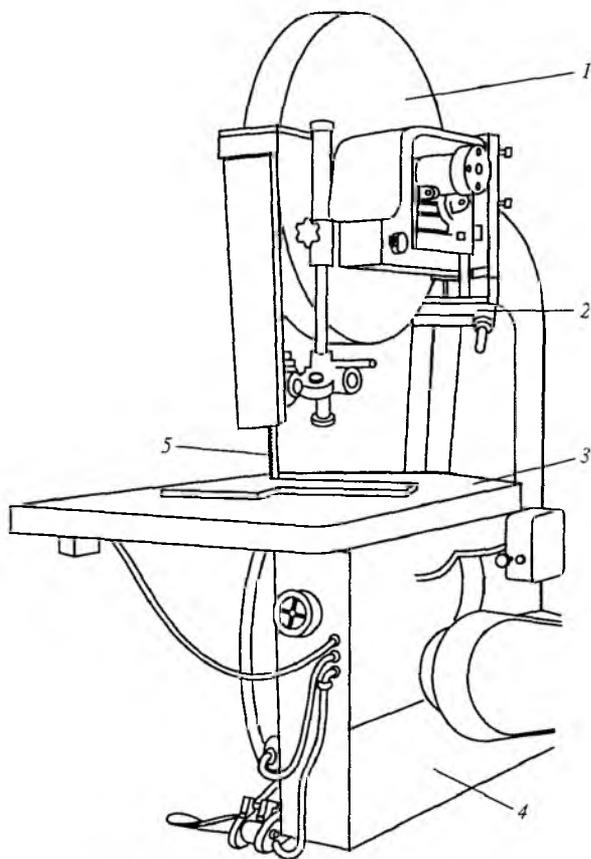


Рис. 2.67. Ленточная пила:

1 – кожух; 2 – маховик; 3 – стол; 4 – станина; 5 – режущее полотно

Гильотинные ножницы (рис. 2.68) состоят из станины 5, стола 1, прижимов 2, двух ножей и электрического двигателя 4. В боковых направляющих 3 станины перемещается вверх и вниз ползун с наклонно закрепленным верхним ножом. Нижний нож закреплен неподвижно на станине 5. Подъем и опускание верхнего ножа осуществляется кривошипно-шатунным механизмом, получающим движение от рабочего вала, который приводится во вращательное движение электрическим двигателем 4 через передачу от приводного шкива.

Разрезаемый лист устанавливают на стол и прижимают к нему пневматическими или гидравлическими прижимами 2. Гильотинные ножницы допускают резание листов толщиной до 40 мм с длиной реза за один ход ножа до 3000 мм. Для установки на столе станка листов большой длины служит подставка 7. Включение привода верхнего ножа осуществляют при помощи педали 6.

Роликовые ножницы – это ножницы с вращательным движением ножей. К этой группе оборудования относятся собственно роликовые ножницы и дисковые ножницы.

Роликовые ножницы (рис. 2.69) могут быть с прямо установленными и наклонно установленными ножами. Их применяют для от-

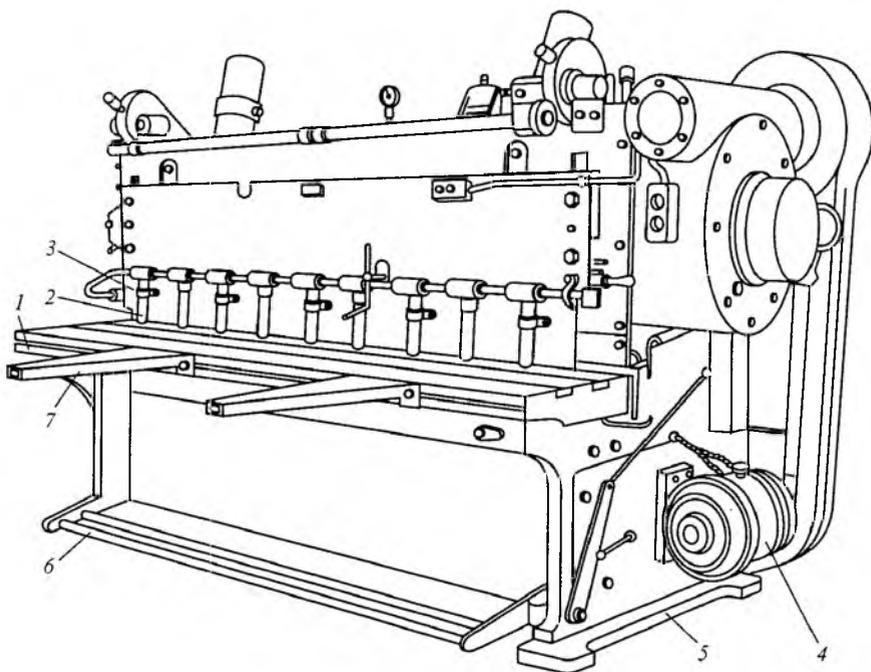


Рис. 2.68. Гильотинные ножницы:

1 – стол; 2 – гидравлические прижимы; 3 – боковые направляющие; 4 – электрический двигатель; 5 – станина; 6 – педаль управления; 7 – подставка

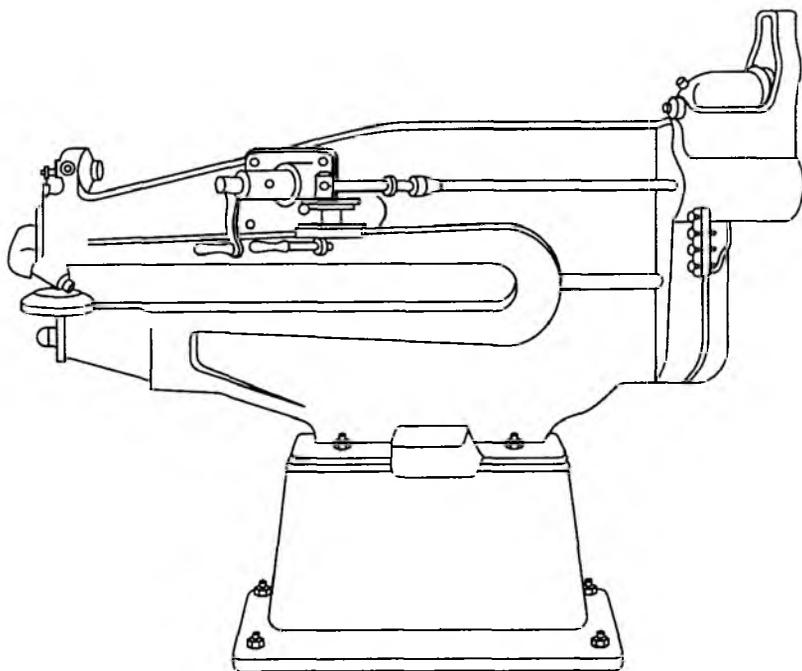


Рис. 2.69. Роликовые ножницы

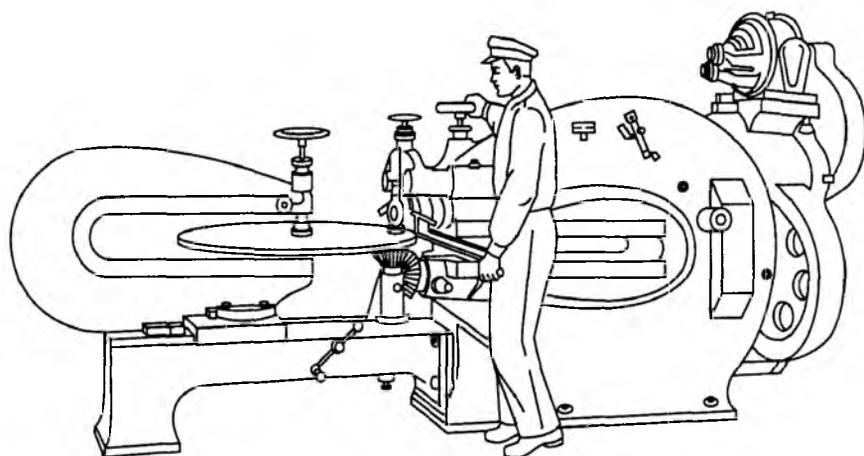


Рис. 2.70. Дисковые ножницы

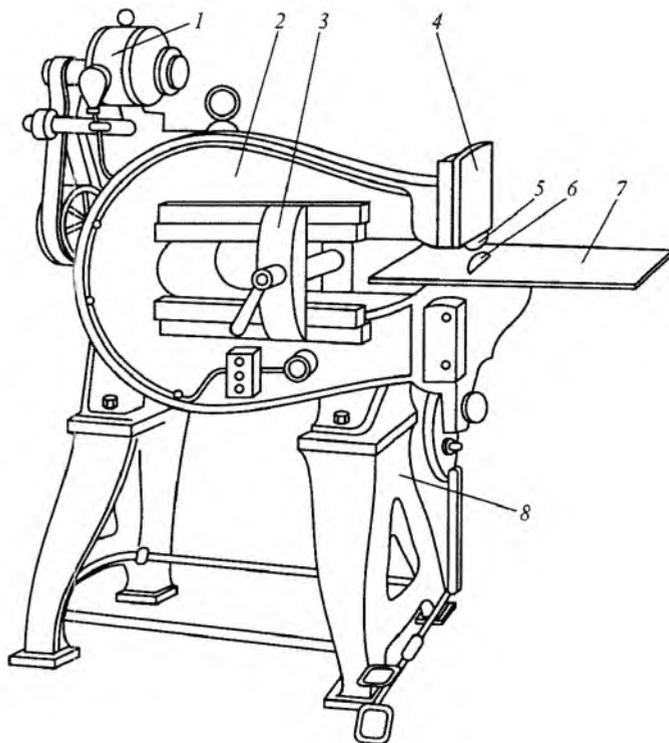


Рис. 2.71. Вибрационные ножницы:

1 – электродвигатель; 2 – скоба; 3 – упор; 4 – головка скобы; 5 – верхний нож; 6 – нижний нож; 7 – стол; 8 – станина

резания полос от листа без ограничения длины и вырезания криволинейных заготовок по разметке. У ножниц с наклонно установленными ножами станина имеет форму скобы, что позволяет резать листы большого размера.

Дисковые ножницы (рис. 2.70) применяют для разрезания листов и полос неограниченной длины, а также для резки по криволинейному контуру. Ножницы могут разрезать листы толщиной до 25 мм.

Вибрационные ножницы (рис. 2.71) представляют собой станок с короткими ножами. Верхний нож 5 получает колебательное движение через эксцентриковый механизм, который монтируется в головке 4 скобы 2 станины. Нижний нож 6 неподвижно закреплен на столе 7, который установлен на скобе 2. Эксцентриковый механизм приводит в движение от электродвигателя 1. Скоба 2 с установленными на ней механизмами крепится к стойке станины 8. Установку разрезаемого листа в заданное положение осуществляют по упору 3.

Типичные дефекты при резании металла, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 2.5.

Типичные дефекты при резании металла, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Резание слесарной ножовкой</i>		
Перекося рез	Слабо натянуто полотно. Резание проводилось поперек полосы или полки угольника	Натянуть полотно таким образом, чтобы оно туго поддавалось нажатию пальцем сбоку
Выкрошивание зубьев полотна	Неправильный подбор полотна. Дефект полотна – полотно перекалено	Полотно следует подбирать таким образом, чтобы шаг зубьев был не более половины толщины заготовки, т.е. чтобы в работе участвовало два-три зуба. Вязкие металлы (алюминий и его сплавы) резать полотнами с более мелким зубом, тонкий материал закреплять между деревянными брусками и разрезать вместе с ними
Поломка полотна	Сильное нажатие на ножовку. Слабое натяжение полотна. Полотно перетянута. Неравномерное движение ножовкой при резании	Ослабить вертикальное (поперечное) нажатие на ножовку, особенно при работе новым, а также сильно натянутым полотном. Ослабить нажатие на ножовку в конце реза. Движения ножовкой производить плавно, без рывков. Не пытаться исправлять перекося реза перекосям ножовки. Если полотно тупое, то необходимо заменить его
<i>Резание ручными ножницами</i>		
При резании листового материала ножницы мнут его	Тупые ножницы. Ослаблен шарнир ножниц	Резание производить только остро заточенными ножницами. Перед началом резания проверить и, если необходимо, подтянуть шарнир ножниц так, чтобы раздвижение ручек производилось плавно, без заеданий и качки
«Надрывы» при резании листового металла	Несоблюдение правил резания	Во время работы ножницами следить, чтобы лезвия ножниц не сходились полностью, так как это приводит к «надрывам» металла в конце реза

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Отступление от линии разметки при резании электро-вибрационными ножницами	Несоблюдение правил резания	При резании листового материала больших размеров (более 500×500 мм) лист задней кромкой упереть в какой-либо упор и разрезание производить перемещением (подачей) ножниц. При вырезании заготовок с криволинейными контурами (особенно при небольших размерах заготовок) подачу производить передвижением заготовки
Ранение рук	Работа производилась без рукавиц	Работать ножницами следует только в брезентовых рукавицах (прежде всего на левой руке, поддерживающей разрезаемый лист)
<i>Резание труб труборезом</i>		
Грубые задиры в местах крепления трубы	Нарушение правил крепления труб	Прочно закреплять трубу в трубном прижиме, чтобы она не проворачивалась в процессе резания. При креплении трубы в тисках использовать деревянные прокладки
«Рваный» торец отрезанной трубы	Несоблюдение правил резания труб	Точно устанавливать диски трубореза по разметочным меткам. Внимательно следить в процессе резания за перпендикулярностью рукоятки трубореза к оси трубы (при этом условии режущие диски трубореза не смещаются и линия реза не перекашивается). При каждом повороте трубореза поджимать его винт не более чем на половину оборота. Обильно смазывать оси режущих дисков и места реза

Контрольные вопросы

1. Почему при пользовании ручной ножовкой необходимо следить за тем, чтобы в процессе резания участвовало не менее двух-трех зубьев?
2. Почему при резании вибрационными ножницами больших листов подачу следует осуществлять за счет перемещения ножниц?
3. Какую роль выполняет смазка, вносимая в зону резания, при разрезании труб труборезом?
4. Чем вызвана необходимость использования рукавиц при резании металла ножницами?
5. В чем преимущества раздвижного ножовочного станка перед цельным?

РАЗМЕРНАЯ СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА

3.1. Опиливание металла

Под размерной обработкой понимается обработка заготовки (детали) для придания ей заданных формы, размеров и шероховатости обработанных поверхностей. В результате обработки получается готовое изделие, которое может иметь самостоятельное применение (например, зубило, угольник), или деталь, пригодная к монтажу в собираемое изделие (например, рукоятки и рычаги различных конструкций). К операциям размерной слесарной обработки относятся опиливание, обработка отверстий (сверление, зенкерование, зенкование, цекование, развертывание) и нарезание наружных и внутренних резьб.

Опиливание – это операция по удалению с поверхности заготовки слоя материала при помощи режущего инструмента – напильника, целью которой является придание заготовке заданных формы и размеров, а также обеспечение заданной шероховатости поверхности. В большинстве случаев опиливание производят после рубки и резания металла ножовкой, а также при сборочных работах для пригонки детали по месту. В слесарной практике опиливание применяется для обработки следующих поверхностей:

- плоских и криволинейных;
- плоских, расположенных под наружным или внутренним углом;
- плоских параллельных под определенный размер между ними;
- фасонных сложного профиля.

Кроме того, опиливание используется для обработки углублений, пазов и выступов.

Различают черновое и чистовое опиливание. Обработка напильником позволяет получить точность обработки деталей до 0,05 мм, а в отдельных случаях и более высокую точность. Припуск на обработку опиливанием, т. е. разница между номинальным размером детали и размером заготовки для ее получения, обычно небольшой и составляет от 1,0 до 0,5 мм.

Инструменты, применяемые при опиливании

Основными рабочими инструментами, применяемыми при опиливании, являются напильники, рашпили и надфили.

Напильники представляют собой стальные закаленные бруски, на рабочих поверхностях которых нанесено большое количество насечек или нарезок, образующих режущие зубья напильника. Эти зубья обеспечивают срезание с поверхности заготовки небольшого слоя металла в виде стружки. Напильники изготавливают из инструментальных углеродистых сталей марок У10, У12, У13 и инструментальных легированных сталей марок ШХ6, ШХ9, ШХ12.

Насечки на поверхности напильника образуют зубья, причем чем меньше насечек на единицу длины напильника, тем крупнее зубья. По виду насечек различают напильники с одинарной (рис. 3.1, а), двойной (перекрестной) (рис. 3.1, б) и рашпильной (рис. 3.1, в) насечками.

Напильники с одинарной насечкой срезают металл широкой стружкой, равной всей длине зуба, что требует приложения больших усилий. Такие напильники применяются для обработки цветных металлов, их сплавов и неметаллических материалов.

Напильники с двойной насечкой имеют основную насечку (более глубокую) и нанесенную поверх нее вспомогательную (более мелкую), которая обеспечивает дробление стружки по длине, что снижает усилия, прикладываемые к напильнику при работе. Шаг нанесения основной и вспомогательной насечек неодинаков, поэтому зубья напильника располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол 5° . Такое расположение зубьев на напильнике обеспечивает частичное перекрытие следов от зубьев на обработанной поверхности, что уменьшает ее шероховатость.

Напильники с рашпильной насечкой (рашпили) имеют зубья, которые образуются выдавливанием металла из поверхности заготовки напильника при помощи специального насекательного зубила. Каждый зуб рашпильной насечки смещен относительно расположенного впереди зуба на половину шага. Такое расположение зубьев на поверхности напильника обеспечивает уменьшение глубины канавок, образованных зубьями, за счет частичного перекрытия следов зубьев на поверхности заготовки, что облегчает резание. Рашпили применяют для опилования мягких материалов (баббит, свинец, дерево, каучук, резина, некоторые виды пластмасс).

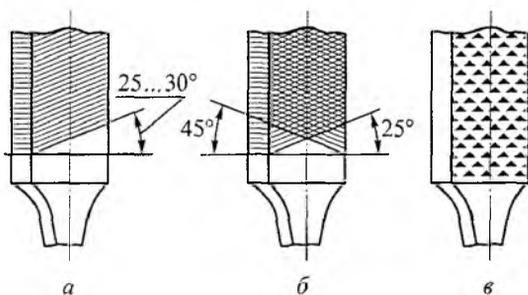


Рис. 3.1. Типы насечки:
а - одинарная; б - двойная;
в - рашпильная

Насечки на поверхности напильника получают различными методами: насечением (рис. 3.2, *а*) на специальных станках, фрезерованием (рис. 3.2, *б*) и протягиванием (рис. 3.2, *в*). Независимо от способа получения насечки зубья, образованные на поверхности напильника, имеют форму режущего клина, геометрическая форма которого определяется углом заострения β , задним углом α , передним углом γ и углом резания δ (см. рис. 3.2, *а*).

Передний угол – это угол между передней поверхностью зуба и плоскостью, проходящей через его вершину перпендикулярно оси напильника. Угол заострения – это угол между передней и задней поверхностями зуба. Задний угол – это угол между задней поверхностью зуба и касательной к обработанной поверхности. Угол резания – это угол между передней поверхностью зуба и плоскостью обработанной поверхности.

Напильники классифицируются в зависимости от числа насечек на 10 мм длины напильника на 6 классов. Насечки имеют номера от 0 до 5, при этом чем меньше номер насечки, тем больше расстояние между насечками и соответственно крупнее зуб. Выбор номера напильника зависит от характера работ, которые будут им выполняться. Чем выше требования к точности обработки и шероховатости обработанной поверхности, тем более мелким должен быть зуб напильника.

Для грубого черногового опиливания (шероховатость Rz 160... 80, точность 0,2... 0,3 мм) применяются напильники 0-го и 1-го классов (драчевые), имеющие от 5 до 14 зубьев на 10 мм насеченной части в зависимости от длины напильника.

Для выполнения чистовой обработки (шероховатость Rz 40... 20, точность 0,05... 0,1 мм) используются напильники с более мелким зубом 2-го и 3-го классов (личные), имеющие от 8 до 20 насечек на 10 мм длины насеченной части напильника.

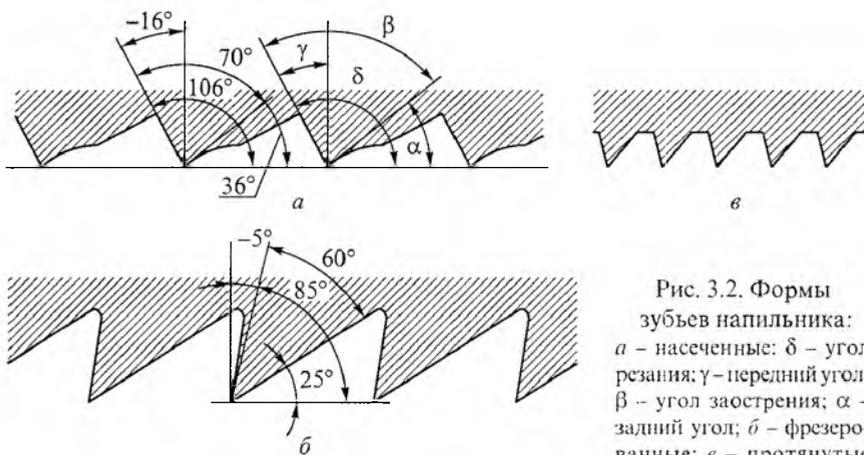


Рис. 3.2. Формы зубьев напильника: *а* – насеченные; δ – угол резания; γ – передний угол; β – угол заострения; α – задний угол; *б* – фрезерованные; *в* – протянутые

Для пригоночных, отделочных и доводочных работ (шероховатость поверхности $Ra\ 2,5 \dots 1,25$, точность $0,02 \dots 0,05$ мм) применяются напильники с мелкими и очень мелкими зубьями 4-го и 5-го классов (бархатные), имеющие от 12 до 56 насечек на 10 мм длины насеченной части.

Для выполнения слесарных работ предназначены напильники с двойной насечкой, выполненной методом насекания. Такие напильники изготовляют с различной формой поперечного сечения, которая выбирается в зависимости от формы обрабатываемой поверхности:

плоские напильники (рис. 3.3, *а, б*) – для опилования плоских и выпуклых широких наружных поверхностей и распиливания прямоугольных отверстий;

квадратные напильники (рис. 3.3, *в*) – для распиливания квадратных и прямоугольных проемов, прямоугольных пазов и узких плоских наружных поверхностей;

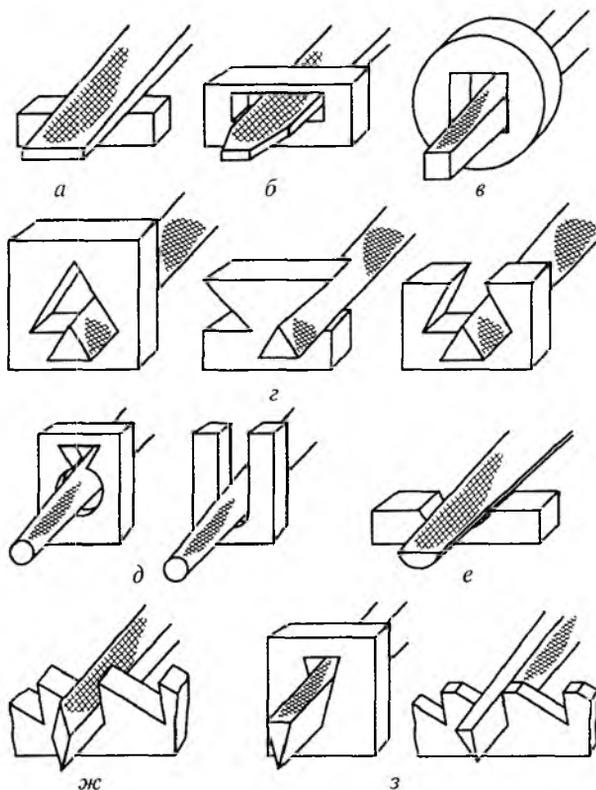


Рис. 3.3. Формы поперечного сечения напильников и обрабатываемых поверхностей:

а, б – плоская; *в* – квадратная; *г* – трехгранная; *д* – круглая; *е* – полукруглая; *жз* – ромбическая; *з* – ножовочная

трехгранные напильники (рис. 3.3, *з*) – для распиливания отверстий и пазов с углами более 60° ;

круглые напильники (рис. 3.3, *д*) – для распиливания круглых и овальных отверстий, а также вогнутых поверхностей малого радиуса закругления, которые не могут быть обработаны полукруглым напильником;

полукруглые напильники (рис. 3.3, *е*) – для опиления вогнутых поверхностей большого радиуса закругления и галтелей;

ромбические напильники (рис. 3.3, *ж*) – для опиления зубьев зубчатых колес, звездочек, для распиливания профильных пазов и поверхностей, расположенных под острыми углами;

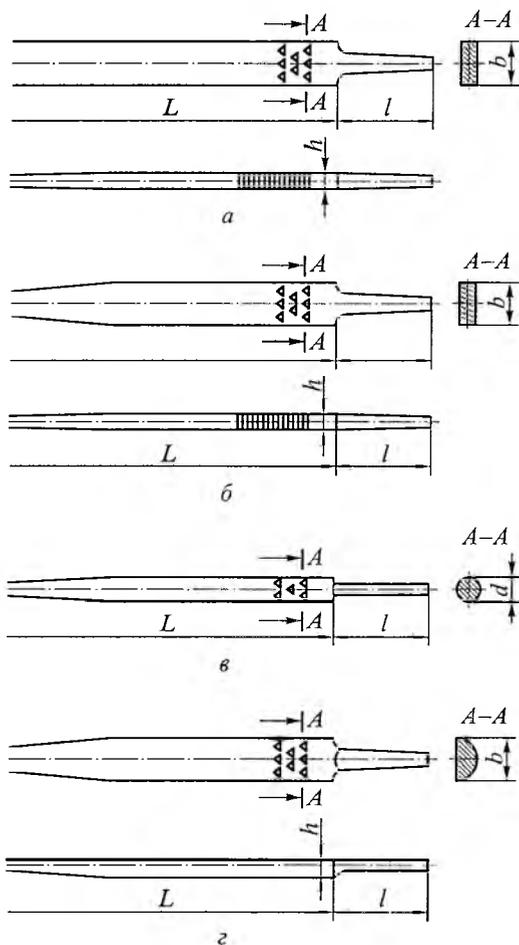


Рис. 3.4. Рашилы:

а – плоские тупоконечные; *б* – плоские остроконечные; *в* – круглые; *г* – полукруглые; L – длина рабочей части; l – длина рукоятки; b – ширина рашилы; h – толщина рашилы; d – диаметр рашилы

ножовочные напильники (рис. 3.3, з) – для опилования внутренних углов менее 10° , а также клиновидных канавок, узких пазов, зубьев зубчатых колес, плоских поверхностей и отделки углов в трехгранных, прямоугольных и квадратных отверстиях.

Рашили по форме поперечного сечения могут быть плоские тупоконечные (рис. 3.4, а), плоские остроконечные (рис. 3.4, б), круглые (рис. 3.4, в) и полукруглые (рис. 3.4, г). Рашили изготавливают с мелкой и крупной насечкой.

Для обработки мелких деталей применяют специальные напильники – *надфили*, имеющие малую длину (80, 120 или 160 мм) и различную форму поперечного сечения (рис. 3.5). Надфили имеют также двойную насечку: основную – под углом 25° и вспомогательную – под углом 45° .

Для обеспечения высокого качества опилования необходимо правильно выбирать профиль поперечного сечения, длину и насечку напильника.

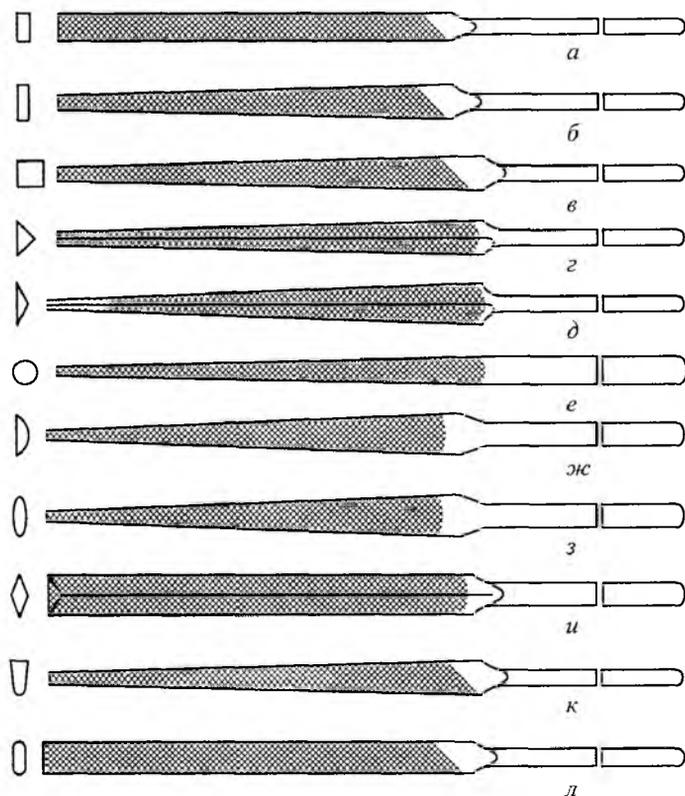


Рис. 3.5. Надфили:

а, б – плоские; в – квадратный; г, д – трехгранные; е – круглый; жс – полукруглый; з – оливообразный; и – ромбический; к – трапециевидный; л – галтельный

Профиль поперечного сечения напильника выбирается в зависимости от формы опилюваемой поверхности:

- плоский, плоская сторона полукруглого – для опилования плоских и выпуклых криволинейных поверхностей;
- квадратный, плоский – для обработки пазов, отверстий и проемов прямоугольного сечения;
- плоский, квадратный, плоская сторона полукруглого – при опиловании поверхностей, расположенных под углом 90° ;
- трехгранный – при опиловании поверхностей, расположенных под углом свыше 60° ;
- ножовочный, ромбический – для опилования поверхностей, расположенных под углом свыше 10° ;
- трехгранные, круглые, полукруглые, ромбические, квадратные, ножовочные – для распиливания отверстий (в зависимости от их формы).

Длина напильника зависит от вида обработки и размеров обрабатываемой поверхности и должна составлять:

- 100... 160 мм – для опилования тонких пластин;
- 160... 250 мм – для опилования поверхностей с длиной обработки до 50 мм; 250... 315 мм – с длиной обработки до 100 мм; 315... 400 мм – с длиной обработки более 100 мм;
- 100... 200 мм – для распиливания отверстий в деталях толщиной до 10 мм;
- 315... 400 мм – для чернового опилования;
- 100... 160 мм – при доводке (надфили).

Номер насечки выбирается в зависимости от требований к шероховатости обработанной поверхности.

Для удобного держания и обеспечения безопасности напильники снабжаются *ручкой*, которая изготавливается из дерева или пластмассы. Ручки бывают одноразовыми или многократного применения. Деревянные одноразовые ручки (рис. 3.6) напильников выполняют из березы или липы. Поверхность рукоятки должна быть чистой и ровной. Для предупреждения раскалывания при установке на хвостовик напильника рукоятка снабжается специаль-

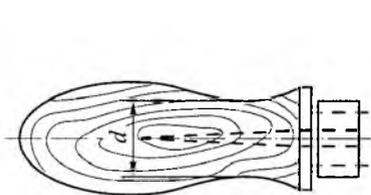


Рис. 3.6. Ручка для напильника

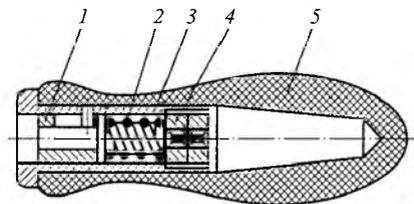


Рис. 3.7. Быстросменная ручка

для напильника:

- 1 – втулка; 2 – пружина; 3 – стакан; 4 – гайка; 5 – корпус

ным металлическим кольцом, установленным на ее шейке. В рукоятке просверливается отверстие под хвостовик напильника. При закреплении хвостовик напильника вставляют в отверстие, затем, ударяя головкой рукоятки по верстаку или тискам, добиваются его плотного вхождения в отверстие рукоятки. Запрещается насаживание рукоятки ударами молотка по носку напильника, так как это может привести к травме.

Представляет интерес быстросменная пластмассовая ручка многократного пользования, изображенная на рис. 3.7. Внутри пластмассового корпуса 5 ручки запрессован металлический стакан 3, дном которого служит гайка 4 с термически обработанной резьбой. В стакан помещены пружина 2 и втулка 1 с пазом. От проворачивания и выпадения из ручки втулку предохраняет штифт, ввинченный в стакан. Относительно стакана втулка может двигаться только поступательно. Для установки ручки на напильник в нее вводят хвостовик. Ручку вращают, при этом гайка 4 навинчивается на хвостовик. Второй точкой опоры хвостовика является втулка, поджимаемая пружиной.

Приспособления для опилования

При опиловании узких плоских поверхностей заготовок и деталей малой длины (8...10 мм) и небольшой толщины (до 4 мм) возникают значительные трудности при закреплении их в тисках. Поэтому для опилования таких поверхностей применяются специальные приспособления – рамки, рамочные наметки, плоскопараллельные наметки, раздвижные параллели. Они изготавливаются с высокой степенью точности и имеют качественно обработанные, закаленные и шлифованные рабочие поверхности. При опиловании заготовок и деталей сложных контуров используются кондукторы. Все эти приспособления позволяют не только повысить качество обработки поверхностей, но и увеличить производительность труда при опиловании.

Рамка (рис. 3.8) состоит из двух рабочих пластин 2, соединенных между собой перегородками 1. Размеченную заготовку вставляют в рамку, предварительно прижимая ее к внутренней стенке одной из пластин винтами 3. Фиксируют установку, добиваясь совпадения риски на заготовке с рабочей поверхностью рамки, после чего заготовку окончательно закрепляют винтами 3. Рамку с закрепленной в ней заготовкой зажимают в тисках и опиляют заготовку до уровня рабочей поверхности рамки. Поскольку рабочая поверхность рамки закалена и имеет большую твердость, напильник по ней будет проскальзывать, и заготовка будет обработана точно по уровню рабочей поверхности рамки.

Плоскопараллельные наметки (рис. 3.9) представляют собой закаленную пластину с двумя выступающими под прямым углом буртиками. Такие наметки позволяют опиловать четыре стороны за-

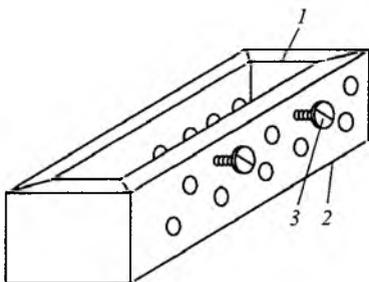


Рис. 3.8. Рамка:

1 – перегородка; 2 – рабочие пластины;
3 – винты

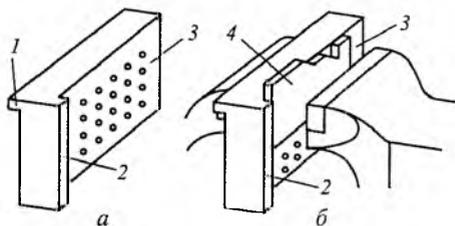


Рис. 3.9. Плоскопараллельные
наметки:

а – наметка; б – наметка в тисках с заготовкой; 1, 2 – буртики; 3 – рабочая плоскость; 4 – заготовка

готовки под углом 90° без проверки правильности углов угольником во время опилования. Наметку устанавливают в тисках так, чтобы она легла выступающим буртиком 1 на неподвижную губку. После этого подлежащую обработке заготовку 4 устанавливают между подвижной губкой тисков и рабочей плоскостью 3 наметки, при этом ее положение определяется буртиком 2, в который упирается базовая кромка заготовки. Слегка закрепив заготовку в тисках, ее устанавливают так, чтобы разметочные риски совпали с рабочей плоскостью наметки, затем заготовку с наметкой закрепляют в тисках окончательно. В наметке также имеются отверстия, которые используют для крепления упорных планок винтами.

Раздвижные параллели (рис. 3.10) представляют собой две планки, перемещающиеся в двух прямоугольных направляющих. Раздвижение и сближение планок, а также зажим заготовок производится двумя винтами. В параллелях можно обрабатывать до 10 пла-

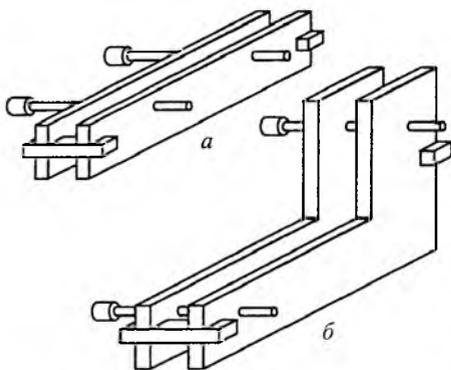


Рис. 3.10. Раздвижные параллели:
а – прямоугольные; б – угловые

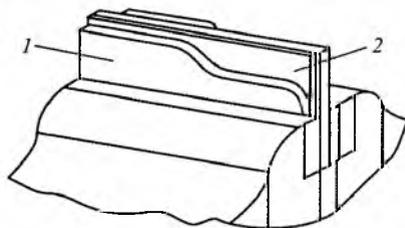


Рис. 3.11. Кондуктор:
1 – кондуктор; 2 – заготовка

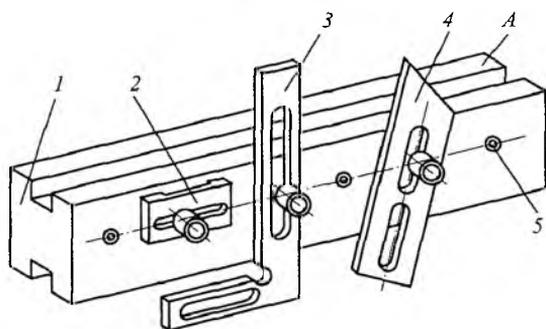


Рис. 3.12. Опиловочная призма:
1 – корпус; 2 – прижим; 3 – угольник; 4 – линейка; 5 – резьбовое отверстие; А – направляющая плоскость призмы

стин толщиной до 4 мм каждая. Опиливание в этом приспособлении выполняется так же, как и в наметке рамочного типа.

Кондукторы (рис. 3.11) – это копировальное приспособление, обработка по которому позволяет воспроизвести требуемый контур детали с точностью до 0,05 мм. Подлежащую обработке заготовку устанавливают в кондуктор и вместе с ним зажимают в тисках, а затем выступающую над кондуктором рабочую часть заготовки опиливают до уровня его рабочей поверхности.

Опиловочная призма (рис. 3.12) состоит из корпуса 1, на боковой поверхности которого жестко закрепляют прижим 2, угольник 3 и линейку 4. Угольник и линейка обеспечивают правильную установку обрабатываемой заготовки, а прижим – ее закрепление. Поверхность А корпуса призмы служит направляющей для напильника, т. е. является ее рабочей поверхностью. Призма с установленной в ней заготовкой закрепляется в тисках.

При работе напильником насечка засоряется опилками, поэтому напильник следует очищать перед дальнейшим использованием. Метод очистки напильников от опилок и других продуктов обработки зависит от вида обрабатываемого материала и состояния поверхности напильника:

- после обработки дерева, каучука и фибры напильник следует опустить в горячую воду на 10...15 мин, а потом очистить стальной корцовой щеткой;
- после обработки напильниками мягких материалов (свинца, меди, алюминия) насечку очищают корцовой щеткой;
- замазанные напильники натирают куском древесного угля, затем чистят корцовой щеткой. Масло с поверхности напильника можно удалить раствором каустической соды с последующей промывкой и чисткой.

Подготовка поверхностей и основные виды и способы опиливания

Успех опиливания в основном зависит от правильного положения работающего и правильного выполнения движений при опи-

ливании. Кроме того, на качество обработки влияет правильное закрепление заготовки.

Подготовка поверхностей к опиливанию включает в себя очистку от масла, грязи, формовочной смеси, окалины. Очистка осуществляется корцовочными щетками, а также срубанием остатков литниковой системы и облоя зубилом с последующей зачисткой грубой наждачной бумагой. Масло удаляют различными растворителями.

Положение работающего при опиливании является наиболее удобным тогда, когда его корпус развернут под углом 45° к губкам тисков (рис. 3.13, *а*). Левая нога должна быть выдвинута вперед и находиться на расстоянии примерно 150...200 мм от переднего края верстака, а правая нога отдалена от левой на 200...300 мм так, чтобы угол между ступнями составлял $60 \dots 70^\circ$ (рис. 3.13, *б*).

Положения рук также имеют важное значение. Рукоятка напильника обхватывается ладонью правой руки, большой палец располагается сверху, а остальные пальцы охватывают рукоятку снизу (рис. 3.14, *а*). Левая рука накладывается на носок напильника на расстоянии примерно 20...30 мм от края, пальцы при этом должны быть полусогнуты (рис. 3.14, *б, в*).

Закрепление заготовки в тисках выполняется так, чтобы подлежащая обработке поверхность располагалась горизонтально, на 8...10 мм выше губок тисков. Если заготовка имеет обработанные поверхности, то на губки тисков надевают специальные нагубники из мягкого материала (медь, латунь, алюминий).

Рабочим ходом при опиливании является движение напильником вперед от работающего, обратный ход – холостой, без нажима. Движения при рабочем ходе должны быть равномерными, плавными, ритмичными, обе руки при этом должны двигаться в горизонтальной плоскости. При обратном ходе не рекомендуется отрывать напильник от обрабатываемой заготовки. Для обеспечения

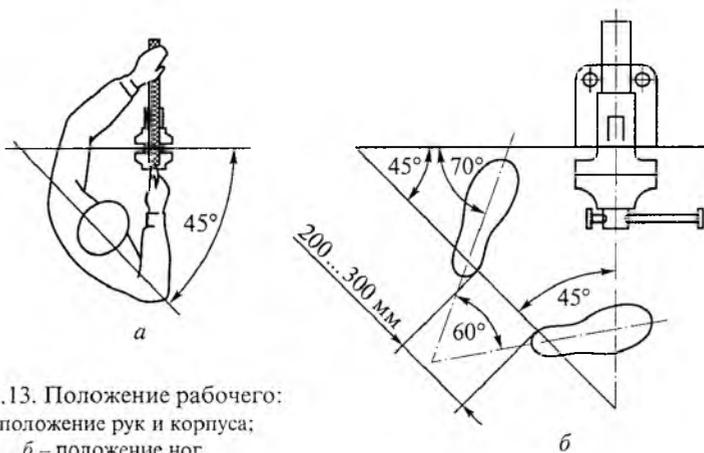


Рис. 3.13. Положение рабочего:
а – положение рук и корпуса;
б – положение ног

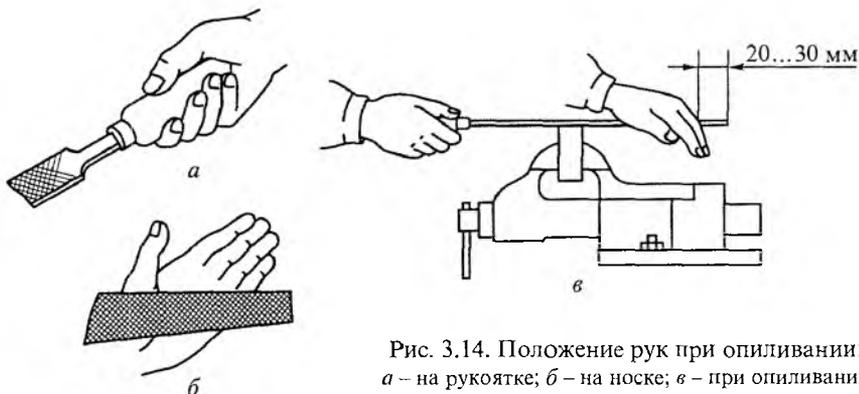


Рис. 3.14. Положение рук при опиливании:
а – на рукоятке; *б* – на носке; *в* – при опиливании

горизонтального движения напильника при опиливании необходимо правильное распределение усилий нажатия на него правой и левой рук. В начале рабочего хода основной нажим выполняется левой рукой, правая при этом поддерживает напильник в горизонтальном положении. В середине рабочего хода усилие нажатия обеими руками одинаково. В конце рабочего хода основной нажим выполняется правой рукой, а левая поддерживает напильник в горизонтальном положении. Такое распределение усилий на напильник при рабочем ходе называется *балансировкой* (рис. 3.15).

Черновое опиливание выполняется драчевыми напильниками (№ 0 и 1). Чем больше припуск на опиливание, тем больше должна быть длина напильника. При черновом опиливании прикладываются значительные усилия, чтобы обеспечить снятие стружек максимальной толщины.

Чистовое опиливание осуществляется личными напильниками (№ 2 и 3) с меньшими усилиями, что обеспечивает сьем небольшой стружки и получение поверхности высокого качества.

Для получения высокой степени плоскостности проводится припиливание на «краску» в следующем порядке:

- на поверочную плиту наносят тонкий слой краски;
- опиленное начисто изделие накладывают на плиту и перемещают по ней;
- окрашенные места снимают личным напильником;

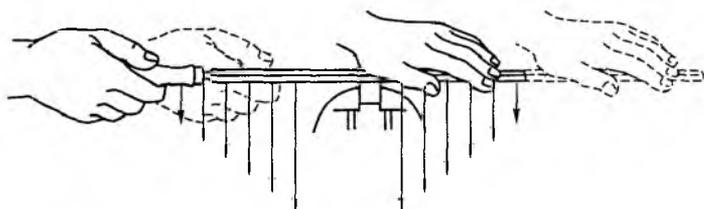


Рис. 3.15. Распределение усилий при опиливании (балансировка)

- повторяют операцию, добиваясь равномерного окрашивания обрабатываемой заготовки.

Отделка поверхности после обработки осуществляется для улучшения ее внешнего вида при помощи личного напильника. Напильник берут в обе руки или пальцами («щепотью») и располагают поперек детали (рис. 3.16). При перемещении напильника получается декоративный продольный штрих.

Доводка и шлифовка осуществляется короткими личными и бархатными напильниками (№ 4 и 5) для получения точного размера и качественной поверхности. Нажатие на напильник при этом виде обработки должно быть минимальным.

Опиливание узких плоских поверхностей выполняется, как правило, поперек, что обеспечивает большую производительность обработки.

При опиливании широких плоских поверхностей используют три способа:

- после каждого двойного хода напильника его перемещают в поперечном направлении на расстояние, несколько меньшее ширины напильника;

- напильник совершает сложное движение вперед и в сторону поперек заготовки;

- перекрестное опиливание, при котором обработка ведется попеременно по диагоналям обрабатываемой поверхности, а затем вдоль и поперек этой поверхности. Такое перемещение напильника позволяет видеть отклонения обрабатываемой поверхности от плоскостности. Там, где имеются впадины и завалы, штрихи будут прерываться. Применение перекрестного опиливания обеспечивает получение более ровной поверхности.

Контроль качества опиливания плоских поверхностей производят при помощи лекальной линейки методом световой щели. Лекальную линейку прикладывают к обработанной поверхности детали в нескольких местах в продольном, поперечном и диагональном направлениях.

Обработка параллельных плоских поверхностей выполняется в

такой последовательности: вначале обрабатывается базовая плоская поверхность, а затем – поверхность, параллельная ей, с соблюдением ее плоскостности и размера, заданного чертежом. Выдерживание заданного размера во всех местах измерения обеспечивает параллельность обрабатываемых поверхностей. Параллельность обработанных поверхностей можно также проверить кронциркулем, перемещая его в

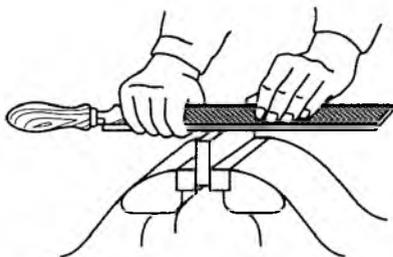


Рис. 3.16. Захват напильника «щепотью»

продольном и поперечном направлениях, или штангенциркулем, производя замеры в нескольких точках обрабатываемых поверхностей.

Опиливание сопряженных поверхностей, расположенных под углом. Вначале опиливают одну (базовую) поверхность, а затем по ней другую, сопряженную. В качестве базовой обычно обрабатывают поверхность, размеры которой являются наибольшими. Контроль плоскостности обработанных поверхностей осуществляют лекальной линейкой, а углов между ними – лекальным угольником, угломером или шаблоном в нескольких местах (не менее трех). Угольник, угломер или шаблон при контроле должен располагаться от края обработанной поверхности на расстоянии не менее 5 мм.

Отделка внутренних углов между сопряженными поверхностями проводится трехгранными, ромбическими или ножевыми, личными и бархатными напильниками. При опиливании узких поверхностей, сопряженных под внутренним углом, вершину угла между поверхностями прорезают ножовкой на глубину 1,0... 1,5 мм, что обеспечивает качество и надежность контроля угла сопряжения поверхностей.

Опиливание криволинейных поверхностей. После предварительной разметки лишний материал удаляют путем обсерливания по размеченному контуру с последующим вырубанием перемычек или выпиливают по контуру ножовкой. Опиливание вогнутых поверхностей выполняется полукруглым или круглым напильником (при малых радиусах кривизны). По мере обработки деталь в тисках переставляют таким образом, чтобы обрабатываемый участок находился под напильником, а не сбоку от него. Контроль опиленного контура осуществляется шаблонами. Если необходимо выполнить сопряжение вогнутой или выпуклой поверхности с плоской, то сначала обрабатывают прямолинейную плоскую поверхность, а затем криволинейную, контролируя качество обработки при помощи лекальной линейки и шаблона. Криволинейные поверхности тонких (до 4 мм) деталей обрабатывают с помощью кондукторов.

Правила ручного опиливания плоских, вогнутых и выпуклых поверхностей

1. Перед началом работы необходимо проверить соответствие конфигурации и размеров заготовки требованиям чертежа.
2. Необходимо прочно закреплять заготовку в тисках.
3. При выполнении чистовых отделочных операций опиливании необходимо пользоваться накладными губками.
4. Следует выбирать номер, длину и сечение напильника в соответствии с техническими требованиями к обработке.

При опиливании плоских поверхностей, а также плоских, сопряженных под углами и плоских параллельных поверхностей необходимо соблюдать следующие правила:

1. Выбирать способ опиливания с учетом обрабатываемой поверхности:

- поперечный штрих – для узких поверхностей;
- продольный штрих – для длинных поверхностей;
- перекрестный штрих – для широких поверхностей;
- захват напильника «щепотью» – при чистовом опиливании, отделке под линейку и под размер длинных узких поверхностей;
- ребром трехгранного напильника – при отделке внутреннего угла сопряженных поверхностей.

2. Проверочным инструментом для контроля плоскостности поверхности следует пользоваться по ходу опиливания.

3. К чистовому опиливанию плоской поверхности необходимо приступать только после того, как черновое опиливание этой поверхности выполнено точно под линейку.

4. Проверочным инструментом для контроля угла между сопрягаемыми поверхностями следует пользоваться только после чистового опиливания базовой поверхности.

5. Инструмент для контроля размера между параллельными поверхностями использовать только после чистового опиливания базовой поверхности.

6. При проверке плоскостности, углов и размеров соблюдать следующие правила:

- перед проверкой необходимо очищать обработанную поверхность щеткой-сметкой или ветошью, но ни в коем случае не рукой;
- для проверки заготовку после обработки следует освободить из тисков;
- заготовку с проверочным инструментом следует располагать между глазами и источником света;
- не следует наклонять проверочную (лекальную) линейку во время проведения контроля плоскостности по методу «световой щели»;

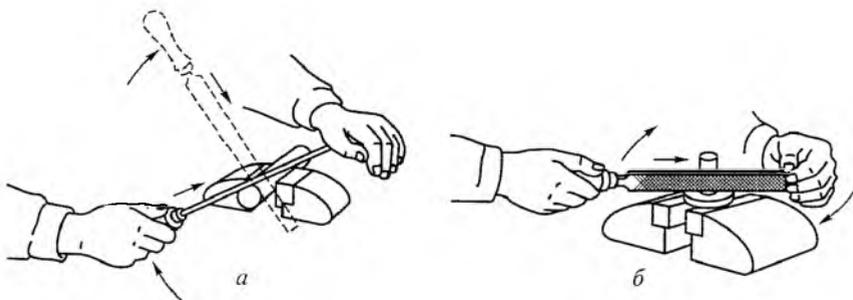


Рис. 3.17. Опиливание круглого стержня:

а – расположенного горизонтально; *б* – расположенного вертикально

- не следует передвигать проверочные и измерительные инструменты по поверхности заготовки во избежание их преждевременного износа;

- измерения размеров следует производить только после того, как поверхность хорошо опилена и проверена по линейке;

- замеры детали следует производить в трех или четырех местах, с целью повышения точности измерений.

7. Окончательную обработку плоских узких поверхностей надо производить продольным штрихом.

При опиливании криволинейных поверхностей необходимо соблюдать следующие правила:

1. Правильно выбирать напильник для опиливания криволинейных поверхностей:

- плоский и полукруглый – для выпуклых;

- полукруглый – для вогнутых с большим (более 20 мм) радиусом кривизны;

- круглый – для вогнутых с малым (до 20 мм) радиусом кривизны.

2. Соблюдать правильную координацию движений и балансировку напильника:

- при опиливании цилиндрического валика (стержня), закрепленного горизонтально: в начале рабочего хода – носок напильника опущен вниз, рукоятка поднята вверх; в середине рабочего хода – напильник расположен горизонтально; в конце рабочего хода – носок напильника поднят вверх, рукоятка опущена вниз (рис. 3.17, а);

- при опиливании цилиндрического валика (стержня), закрепленного вертикально: в начале рабочего хода – носок напильника направлен влево; в конце рабочего хода – носок напильника направлен вперед (рис. 3.17, б);

- при опиливании вогнутой поверхности большого радиуса кривизны во время рабочего хода необходимо смещать напильник по поверхности вправо или влево, слегка поворачивая его;

- при опиливании вогнутых поверхностей малого радиуса кривизны во время рабочего хода необходимо производить вращательное движение напильником;

- чистовую обработку (отделку по шаблону) выпуклых и вогнутых поверхностей производить продольным штрихом, удерживая напильник «щепотью».

3. Выпуклые поверхности плоских деталей необходимо вначале опиливать на многогранник с припуском 0,5 мм, а затем опиливать по разметке и шаблону.

4. Чистовую обработку следует производить только после предварительного (чернового) припиливания поверхности по шаблону.

Механизация работ при опиливании

Трудоемкое и утомительное ручное опиливание поверхностей имеет до сих пор значительный удельный вес в общем объеме сле-

сарной обработки, поэтому повсеместно принимаются меры к механизации процесса опиловочных работ.

Механизация опиливания осуществляется двумя способами:

- заменой опиловочных работ станочной обработкой;
- использованием специальных опиловочных станков, электрических и пневматических инструментов, а также специальных приспособлений.

При использовании опиловочных станков и средств малой механизации необходимы специальные инструменты, которые можно применять с этим оборудованием.

Инструменты для механизации опиловочных работ

Эти инструменты подразделяются на две группы: инструменты для механизированных устройств возвратно-поступательного и вращательного действия.

К инструментам с возвратно-поступательным движением относятся машинные напильники, которые изготавливают из инструментальных углеродистых сталей марок У12 и У12А (рис. 3.18). Они, как и обычные напильники для ручного опиливания, имеют разную форму поперечного сечения, однако их номенклатура ограничена тремя типами (квадратные, плоские и треугольные). Поэтому машинные напильники применяются для обработки плос-

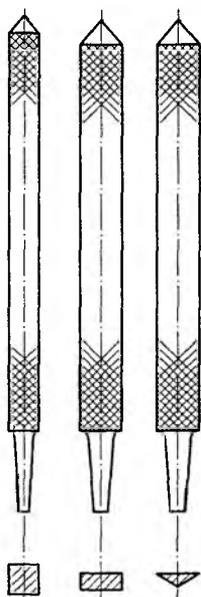


Рис. 3.18. Машинные напильники

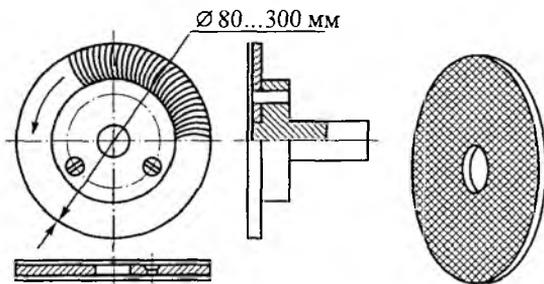


Рис. 3.19. Опиловочные диски

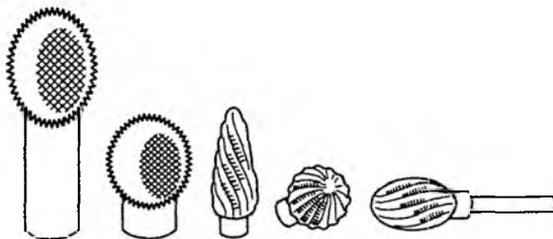


Рис. 3.20. Боры

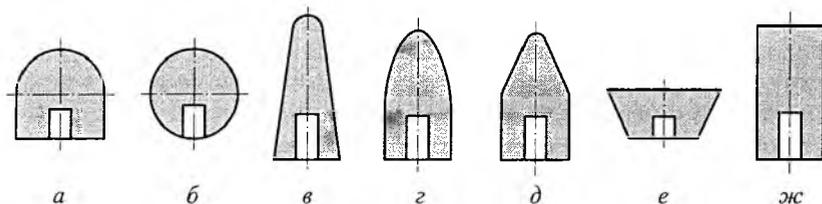


Рис. 3.21. Шлифовальные головки:

a – полукруглая; *б* – круглая; *в*, *г*, *д* – конические; *е* – обратноконическая; *жс* – цилиндрическая

ких поверхностей, а также поверхностей, расположенных под различными углами друг к другу, причем углы эти не должны быть менее 30° .

К инструментам с вращательным движением относятся диски (рис. 3.19), фрезы, шарошки (фрезы с большим шагом зубьев), боры (рис. 3.20) (фрезы с малым шагом зубьев) и шлифовальные головки-насадки (рис. 3.21), которые применяются при отделочных операциях.

Ручные механизированные инструменты могут иметь как электрический, так и пневматический привод. Рабочее движение у этих инструментов может быть вращательным (при использовании дисков, боров, шлифовальных головок), так и возвратно-поступательным (при использовании машинных напильников).

Электрическая опилоочная машина с гибким валом, который может передавать вращательное движение от электрического привода к исполнительному механизму, изгибаясь при этом под различными углами, изображена на рис. 3.22. Это значительно расширяет технологические возможности устройств подобного типа. Машины такого типа отличаются большим разнообразием конструкций.

Приведенная в качестве примера опилоочная машина смонтирована на опоре 9. Вращательное движение передается рабочему органу от электродвигателя 7 посредством ремня 4 и сту-

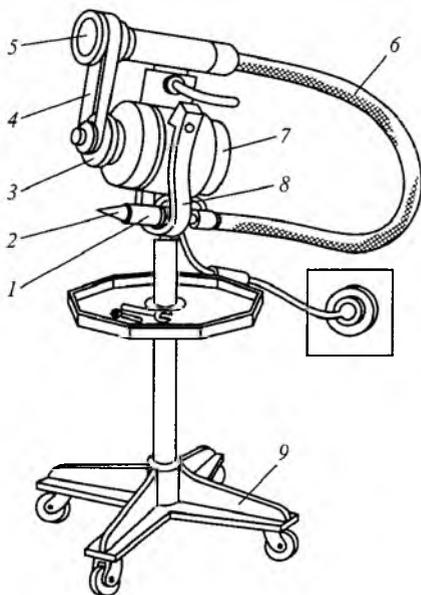


Рис. 3.22. Электрическая опилоочная машина с гибким валом:

1 – патрон; 2 – инструмент; 3, 5 – шкивы; 4 – ремень; 6 – гибкий вал; 7 – электродвигатель; 8 – кронштейн; 9 – опора

пенчатых шкивов 5 и 3 гибкому валу 6. На гибком валу установлен патрон 1, в котором крепится инструмент – фреза, шарошка, шлифовальная головка 2. В нерабочем положении патрон с напильником устанавливают в кронштейн 8.

В электрических машинах возвратно-поступательного действия используются механизмы преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. Принципиальных конструктивных отличий от опилочных устройств вращательного типа такие машины не имеют, за исключением установки механизма преобразования движения.

Пневматические опилочные машины (рис. 3.23) не имеют индивидуального привода, их присоединяют либо к централизованной сети разводки воздуха высокого давления, либо к индивидуальному компрессору, производящему воздух высокого давления.

Воздух высокого давления по воздухопроводящему шлангу 6 (независимо от источника сжатого воздуха) поступает в поршневую коробку 5, заставляя поршень 3 совершать возвратно-поступательные движения, которые через шток передаются инструменту 1. Инструмент 1 закрепляют в патроне 2, связанном с поршнем поворотной втулкой 4. Доступ воздуха в поршневую коробку 5 осуществляется нажатием на пусковой крючок 8. Доступ к поршневой группе для контроля за ее состоянием осуществляется при снятии крышки 7.

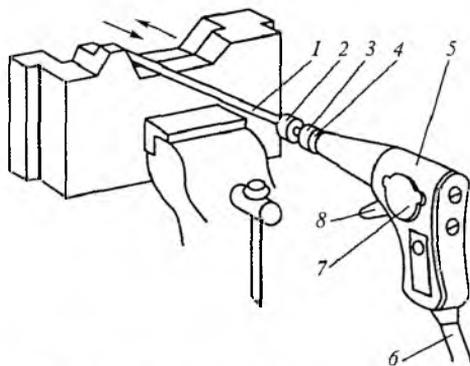


Рис. 3.23. Пневматическая опилочная машина:

1 – инструмент; 2 – патрон; 3 – поршень; 4 – поворотная втулка; 5 – поршневая коробка; 6 – шланг; 7 – крышка; 8 – пусковой крючок

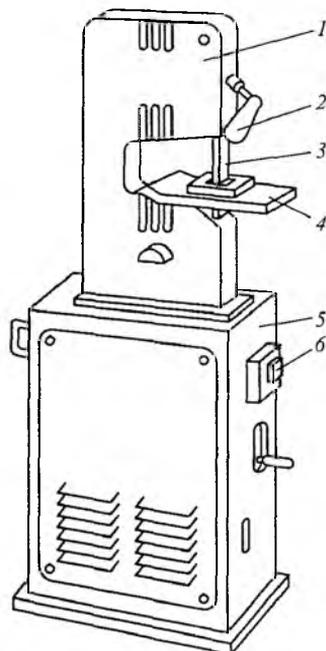


Рис. 3.24. Опилочный станок с абразивной лентой:

1 – кронштейн; 2 – лампа; 3 – бесконечная абразивная лента; 4 – стол; 5 – основание; 6 – кнопка включения

Стационарное опилочное оборудование обеспечивает повышение производительности по сравнению с ручным опиливанием более чем в 15 раз, однако использование такого оборудования ограничено номенклатурой применяемого на нем инструмента. На этом оборудовании можно обрабатывать плоские поверхности наружного и внутреннего контура, расположенные, как правило, под углами более 30° .

Опилочный станок с абразивной лентой (рис. 3.24) предназначен для обработки наружных и внутренних поверхностей, в качестве рабочего инструмента в нем используется бесконечная абразивная лента. Станок монтируется на основании 5, на котором устанавливают кронштейн 1. Внутри кронштейна находится бесконечная абразивная лента 3, приводимая в движение от электродвигателя, расположенного в основании. На кронштейне смонтирован стол 4, на котором закрепляют заготовку. Для обеспечения комфортных условий работы на станке предусмотрено местное освещение лампой 2. Пуск станка осуществляется от кнопки включения 6.

Стационарный опилочно-зачистной станок (рис. 3.25) предназначен для обработки плоских поверхностей, как наружных, так и внутренних, расположенных под углом, не превышающим 30° . Он состоит из станины 1, на которой установлена стойка 4. Все приво-

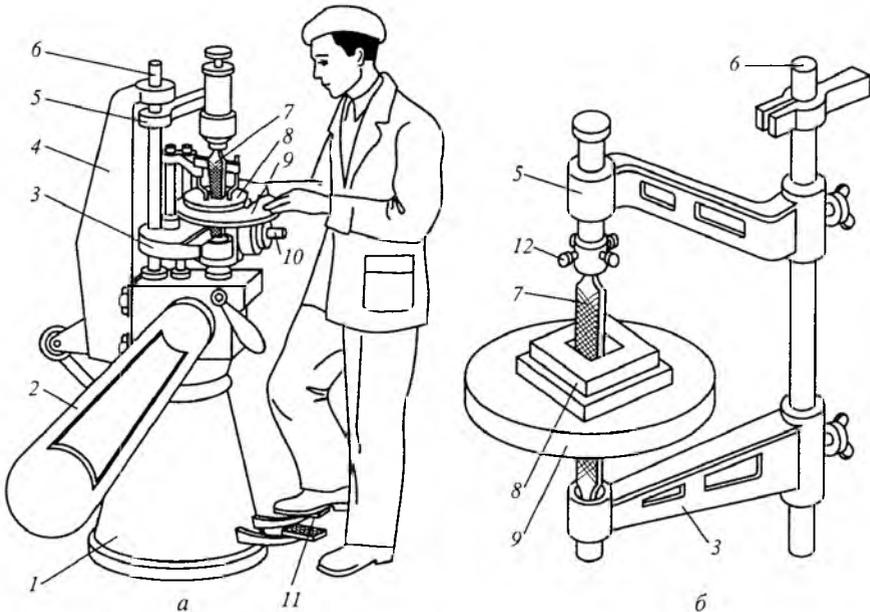


Рис. 3.25. Стационарный опилочно-зачистной станок:

a – общий вид станка; *б* – исполнительный узел; 1 – станина; 2 – кожух; 3, 5 – кронштейны; 4 – стойка; 6 – шток; 7 – напильник; 8 – заготовка; 9 – стол; 10, 12 – винты; 11 – пусковая педаль

ды расположены внутри станины и стойки, в стойку вмонтирован шток 6, на котором крепятся кронштейны 5 и 3. Напильник 7 закрепляют в кронштейнах 3 и 5 при помощи винтов 12. Заготовку 8 устанавливают на столе 9. Установка заготовки на заданный угол обработки производится за счет поворота стола при помощи винта 10. Шкивы привода защищены кожухом 2, а запуск станка в работу осуществляется при помощи нажатия на педаль 11.

Правила выполнения работ при механизированном опиливании

1. Необходимо правильно выбирать инструмент при механизированном опиливании криволинейных поверхностей:

- фрезу-шарошку – для снятия большого слоя металла или грубой зачистки необработанной поверхности и заусенцев;
- фигурные круглые напильники – для точной (до 0,05 мм) обработки поверхностей;
- шлифовальные фасонные головки – для окончательной зачистки обработанных поверхностей.

2. Форму инструмента следует выбирать в зависимости от формы обрабатываемой поверхности.

3. Обработку поверхностей круглыми вращающимися напильниками необходимо выполнять, закрепив их хвостовиком в патроне ручной сверлильной машины мощностью не менее 0,5 кВт.

Типичные дефекты при опиливании металла, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Типичные дефекты при опиливании металла, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
«Завалы» в задней части плоскости детали	Тиски установлены слишком высоко	Отрегулировать высоту тисков по росту
«Завалы» в передней части плоскости детали	Тиски установлены слишком низко	То же
«Завалы» опиленной широкой плоскости детали	Опиливание выполнялось только в одном направлении	При опиливании широкой плоской поверхности последовательно чередовать продольное, поперечное и перекрестное опиливание

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Не удается опилить сопряженные плоские поверхности под угольник	Не соблюдались правила опиливания сопряженных плоских поверхностей	Вначале точно, под линейку, и начисто опилить базовую плоскую поверхность детали, а затем по ней припиливать сопряженную плоскую поверхность
Угольник неплотно прилегает к плоским поверхностям, сопряженным под внутренним углом	Некачественно отделан угол в сопряжении	Отделку угла между сопрягаемыми плоскими поверхностями производить ребром трехгранного напильника или надфиля, сделать прорезь в углу сопряжения поверхностей
Не удается опилить плоские поверхности параллельно друг другу	Не соблюдают правила опиливания плоских поверхностей	Вначале точно, под линейку, и начисто опилить базовую плоскость детали. Опиливание сопряженной плоскости производить, чередуя с самого начала работы регулярную проверку ее плоскостности линейкой и размера штангенциркулем. Места опиливания определять по просвету между губками штангенциркуля и опиливаемой поверхностью, а также на основе сравнения результатов измерений
Грубая окончательная отделка опиленной поверхности	Отделка производилась «драчевым» напильником. Применялись неправильные приемы отделки поверхности	Отделку поверхности производить только личным напильником после качественного опиливания под линейку поверхности более грубым напильником. Отделку поверхности производить продольным штрихом, применяя захват напильника «щепотью»
Опиленный круглый стержень не цилиндричен (овальность, конусность, огранка)	Нерациональная последовательность опиливания и контроля	При опиливании чаще производить измерения размеров стержня в разных местах и с различных сторон. При необходимости снятия значительного слоя металла вначале опилить стержень на многогранник, проверяя размер и параллельность, а затем довести его до цилиндричности

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Опиленная криволинейная поверхность детали не соответствует профилю контрольного шаблона	Не соблюдаются правила опиления криволинейных поверхностей плоских деталей	При опиливании выпуклых поверхностей сначала опиливать на многогранник с припуском на отделку 0,1...0,2 мм, затем отделывать продольным штрихом с регулярным контролем поверхности по шаблону. При опиливании вогнутой поверхности малого радиуса кривизны диаметр круглого напильника должен быть меньше двойного радиуса выемки
Опиленный сопряженный контур детали не соответствует профилю контрольного шаблона	Неправильная последовательность обработки	Соблюдать типовую последовательность обработки: вначале опилить плоские параллельные поверхности, затем выпуклые. Заключивать обработку опилением вогнутых частей поверхности, внимательно следя за опилением мест сопряжения. Отделку производить продольным штрихом

Контрольные вопросы

1. Какие параметры обрабатываемой заготовки необходимо учитывать при выборе напильника для обработки?
2. В чем сущность балансировки напильника при обработке плоских широких поверхностей?
3. Как обеспечить повышение качества обработанной поверхности при чистовой обработке?
4. Как зависят качества обработанной поверхности от номера насечки напильника?
5. Как выбрать напильник для обработки вогнутых поверхностей?
6. Как влияет механизация опиления на качество обработки и почему?

3.2. Обработка отверстий

После выполнения отверстий в сплошном материале производится их обработка для увеличения размеров и снижения шероховатости поверхностей, а также обработка предварительно полученных отверстий (например, литьем, продавливанием и т.п.). Обработка отверстий выполняется несколькими способами, в зависимости от того, какие параметры точности и шероховатости поверхности отверстия заданы чертежом. В соответствии с выбранным

способом обработки выбирается и инструмент для ее осуществления. При обработке отверстий различают три основных вида операций: сверление, зенкерование, развертывание и их разновидности: рассверливание, зенкование, цекование.

Сверление – это операция по образованию сквозных и глухих отверстий в сплошном материале, выполняемая при помощи режущего инструмента – сверла. Различают сверление ручное – ручными пневматическими и электрическими сверлильными устройствами (дрелями) и сверление на сверлильных станках. Ручные сверлильные устройства используются для получения отверстий диаметром до 12 мм в материалах небольшой и средней твердости (пластмассы, цветные металлы, конструкционные стали и др.). Для сверления и обработки отверстий большего диаметра, повышения производительности труда и качества обработки используют настольные сверлильные и стационарные станки – вертикально-сверлильные и радиально-сверлильные.

Одной из разновидностей сверления является рассверливание – увеличение диаметра отверстия, просверленного ранее. В качестве инструментов для рассверливания отверстий, также как и для сверления, используют сверла. Не рекомендуется рассверливать отверстия, полученные в заготовке методом литья,ковки или штамповки. Такие отверстия имеют различную твердость по поверхности отверстия из-за окалины, образующейся при литье, а также из-за неравномерной концентрации внутренних напряжений в металле на различных участках поверхности отверстий, полученных методомковки или штамповки. Наличие мест с неравномерной и повышенной твердостью поверхности приводит к изменению радиальных нагрузок на сверло в процессе обработки отверстия, что ведет к смещению его оси, а также является причиной поломки сверла. Обработка отверстий сверлением и рассверливанием позволяет получить точность размеров обработанного отверстия до 10-го качества и шероховатость обработанной поверхности до $Rz\ 80$.

Зенкерованием называется операция, связанная с обработкой предварительно просверленных, штампованных, литых или полученных другими методами отверстий с целью придания им более правильной геометрической формы (устранение отклонений от круглости и других дефектов), а также достижения более высокой, по сравнению со сверлением, точности (до 8-го качества) и более низкой шероховатости (до $Ra\ 1,25$). Зенкерование ведут либо на настольных сверлильных станках (при небольших диаметрах отверстий), либо на стационарном сверлильном оборудовании, устанавливаемом на фундаменте. Ручное сверлильное оборудование для зенкерования не применяется, так как оно не может обеспечить получение требуемых точности и шероховатости поверхности. К разновидностям зенкерования относятся зенкование и цекование.

Основные правила зенкерования отверстий:

- сверление и зенкерование отверстий необходимо производить с одной установки детали (заготовки) на станке, т. е. меняя только обрабатывающий инструмент;
- при зенкеровании необработанных отверстий в корпусных деталях особое внимание следует обращать на надежность установки и прочность закрепления детали;
- необходимо точно соблюдать величину припуска на зенкерование, руководствуясь соответствующей таблицей;
- зенкерование следует производить на тех же режимах, что и сверление;
- необходимо соблюдать те же правила охраны труда, что и при сверлении.

Зенкование – это обработка на вершине просверленных отверстий цилиндрических или конических углублений под головки винтов и заклепок, а также фасок. Операция выполняется при помощи специального инструмента – зенковки.

Основные правила зенкования отверстий:

- необходимо соблюдать правильную последовательность зенкования отверстий: вначале просверлить отверстие, а потом осуществить его зенкование;
- сверление отверстия и его зенкование следует производить с одной установки заготовки (детали), сменяя только инструмент;
- зенкование следует выполнять при ручной подаче зенковки и малой частоте вращения шпинделя (не более 100 об/мин) с применением эмульсии, глубину зенкования надо проверять штангенциркулем или линейкой станка;
- при зенковании отверстий цилиндрической зенковкой, когда диаметр цапфы больше диаметра отверстия, необходимо вначале просверлить отверстие по диаметру цапфы, а затем зенковать отверстие. Заключительная операция – рассверливание отверстия на заданный размер.

Цекование – это операция по зачистке торцевых поверхностей при обработке бобышек под шайбы, гайки, стопорные кольца. Операция производится с помощью специального инструмента – цековки, которая устанавливается на специальных оправках.

Развертывание – это операция по обработке ранее просверленных отверстий с высокой степенью точности (до 6-го качества) и малой шероховатостью (до $Ra\ 0,63$). Обработка развертыванием выполняется после предварительного сверления, рассверливания и зенкерования отверстия развертками, которые подразделяются на черновые и чистовые, ручные и машинные. Осуществляется развертывание как вручную, так и на станках, как правило, стационарных. Конструкция инструмента выбирается в зависимости от применяемого метода обработки.

Основные правила развертывания отверстий:

- необходимо точно соблюдать величину припуска на развертывание, руководствуясь соответствующей таблицей;
- ручное развертывание следует выполнять в два приема: вначале черновое, а затем чистовое;
- в процессе развертывания отверстия в стальной заготовке необходимо обильно смазывать обрабатываемую поверхность эмульсией или минеральным маслом, чугунные заготовки следует развертывать всухую;
- ручное развертывание следует осуществлять только по часовой стрелке во избежание задиров стенок отверстия стружкой;
- в процессе обработки следует периодически очищать развертку от стружки;
- точность обработки развернутых отверстий следует проверять калибрами: цилиндрических – проходным и непроходным; конических – по предельным рискам на калибре. Развернутое коническое отверстие допускается проверять контрольным штифтом «на карандаш»;
- сверление и развертывание отверстий на сверлильном станке машинной разверткой необходимо производить с одной установки заготовки, меняя только обрабатывающий инструмент.

Инструменты и приспособления, применяемые при обработке отверстий

Сверла

Сверла применяются при обработке отверстий в сплошном материале. По конструкции различаются спиральные, центровочные, перовые, ружейные с наружным или внутренним отводом стружки и кольцевые (трепанирующие головки) сверла. Сверла изготавливаются из быстрорежущей стали марок P18, P12, P9, P6AM5, P6AM5Ф3, P6П5K5 и P9M4K8. Возможно оснащение режущей части сверла пластинами твердого сплава марок BK6, BK6M, BK8, BK10M, BK15M, что позволяет использовать их при обработке материалов на высоких скоростях резания, а также при обработке материалов высокой твердости, например легированных конструкционных сталей.

Спиральные сверла (рис. 3.26) состоят из трех частей: рабочей части, хвостовика и шейки. Рабочая часть сверла образована двумя спиральными канавками и включает в себя режущую и цилиндрическую (направляющую) части с двумя ленточками, что уменьшает трение сверла о поверхность обрабатываемого отверстия. Режущей частью сверла является его вершина, образующая при заточке сверла два зуба с режущими кромками. Режущие кромки сверла выполняют основную работу резания.

Спиральные сверла выпускают с хвостовой частью (хвостовиком) двух типов – цилиндрические и конические. Цилиндрические

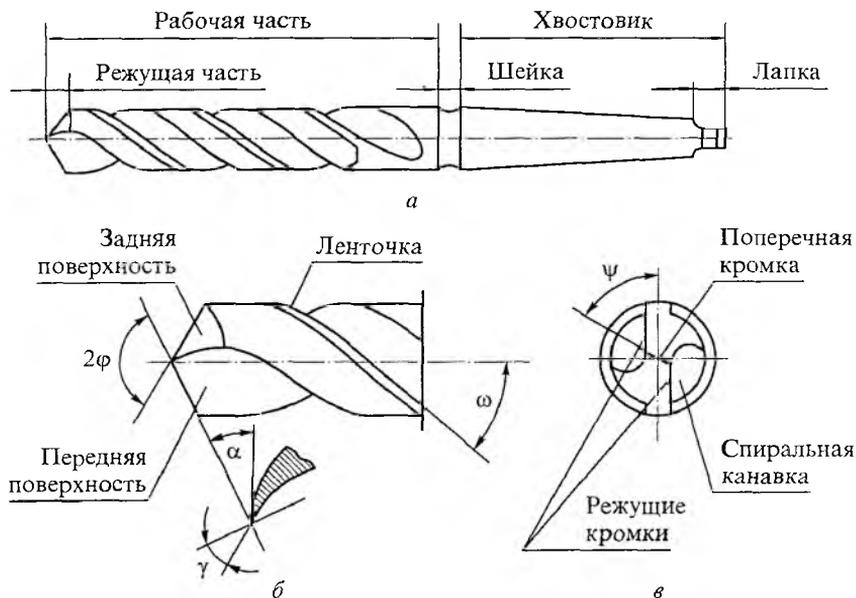


Рис. 3.26. Спиральное сверло:

a – конструкция сверла; *б* – конструкция рабочей части; *в* – конструкция режущей части; 2ϕ – угол при вершине; ω – угол наклона винтовой канавки; α – главный задний угол; γ – передний угол; ψ – угол наклона поперечной режущей кромки

хвостовики применяются для сверл диаметром до 20 мм, а конические – для сверл диаметром от 5 мм.

Конический хвостовик сверла имеет лапку, служащую для установки сверла в шпинделе станка или переходной втулке. Крутящий момент от шпинделя станка сверлу передается за счет сил трения между поверхностями конического хвостовика и втулки или отверстия шпинделя станка. Лапка на конце конического хвостовика облегчает удаление (выбивание) сверла из переходной втулки или шпинделя станка. Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляются в станке или сверлильном приспособлении, механизированном инструменте при помощи специальных сверлильных патронов.

Конструктивные особенности и специфика работы сверла обуславливают непостоянство геометрических параметров заточки их рабочей части. Так, главный задний угол α у стандартного сверла возрастает по мере приближения к центру. На периферии сверла этот угол составляет $8 \dots 14^\circ$, а около поперечной режущей кромки уже $26 \dots 35^\circ$. На периферии передний угол $\gamma = 18 \dots 33^\circ$, а около поперечной режущей кромки $\gamma = 0^\circ$ или имеет отрицательное значение.

Угол при вершине сверла 2ϕ выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала. У стандартных сверл величина этого угла колеблется в пределах $116 \dots 118^\circ$. В зависимости от обраба-

тываемого материала величина угла при вершине выбирается в следующих пределах:

- для стали углеродистой конструкционной – 116... 120°;
- для коррозионно-стойкой стали – 125... 130°;
- для стали высокой прочности – 125... 130°;
- для жаропрочных сплавов – 125... 130°;
- для титановых сплавов – 140°;
- для чугуна средней твердости – 90... 100°;
- для чугуна твердого – 120... 125°;
- для твердой бронзы – 90... 100°;
- для латуни, алюминиевых сплавов, баббита – 130... 140°;
- для меди – 125°;
- для пластмасс – 80... 110°;
- для мрамора – 80... 90°.

Угол наклона поперечной режущей кромки ψ составляет 50... 55°, а угол наклона винтовой канавки к оси отверстия ω – 23... 27°.

Принята единая градация диаметров сверл, которая охватывает сверла диаметром до 80 мм. Сверла диаметром от 1 до 3 мм имеют градацию через каждые 0,05 мм; диаметром от 3 до 13,7 мм – через 0,1 мм; диаметром от 13,75 до 49,5 – через 0,5; 0,1; 0,15; 0,25; сверла диаметром 52... 80 мм имеют градацию через 1 мм.

Центровочные сверла (рис. 3.27) предназначены для выполнения центровых отверстий, их изготавливают из быстрорежущих инструментальных сталей марок P9 и P12. По конструкции различают центровые сверла без предохранительного конуса (рис. 3.27, а) и с предохранительным конусом (рис. 3.27, б).

Перовые сверла (рис. 3.28) имеют плоскую рабочую часть и прямые канавки для отвода стружки. Рабочую часть таких сверл (перо) часто выполняют так, чтобы ее можно было заменить. Отсутствие

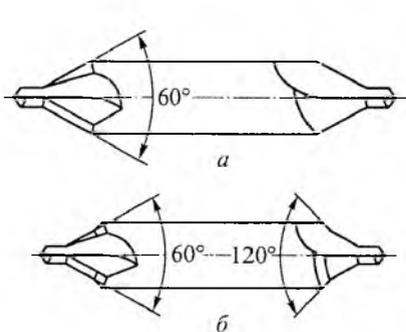


Рис. 3.27. Центровочные сверла:
а – без предохранительного конуса;
б – с предохранительным конусом

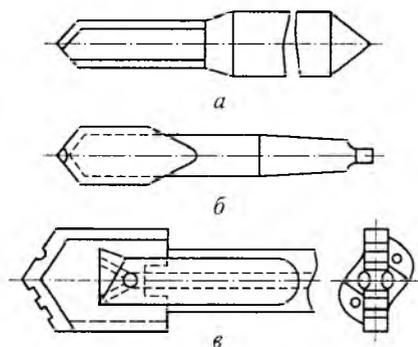


Рис. 3.28. Перовые сверла:
а – с цилиндрическим хвостовиком; б – с коническим хвостовиком; в – с подводом СОЖ

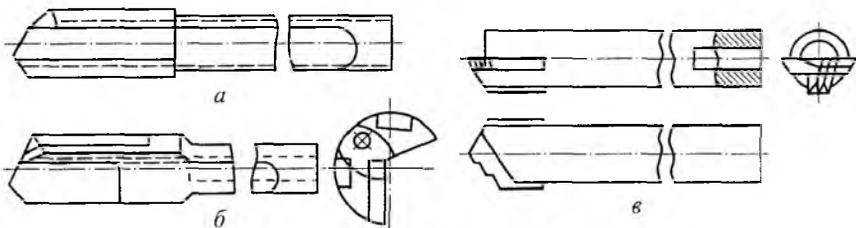


Рис. 3.29. Ружейные сверла:

a – с колоском из быстрорежущей стали; *б* – армированное пластинами из твердого сплава; *в* – с внутренним отводом СОЖ

спиральной части упрощает изготовление перовых сверл и повышает их жесткость в осевом направлении, однако затрудняет отвод стружки из зоны резания. На режущей части перового сверла выполняются стружкоразделительные канавки. Угол при вершине, задний угол, ширину калибрующей ленточки и некоторые другие параметры перовых сверл выбирают в зависимости от условий обработки отверстий по аналогии с параметрами спиральных сверл.

Ружейные сверла (рис. 3.29) применяются для сверления глубоких и сверхглубоких отверстий. Основная конструктивная особенность этих сверл состоит в том, что главные режущие кромки и вершина сверла расположены не симметрично относительно его оси на $0,2 \dots 0,25$ мм диаметра, что требует обязательного направления сверла по кондукторной втулке, по предварительно просверленному цилиндрическому, либо центровому отверстию. Ружейное сверло типовой конструкции с наружным отводом стружки состоит из колос-

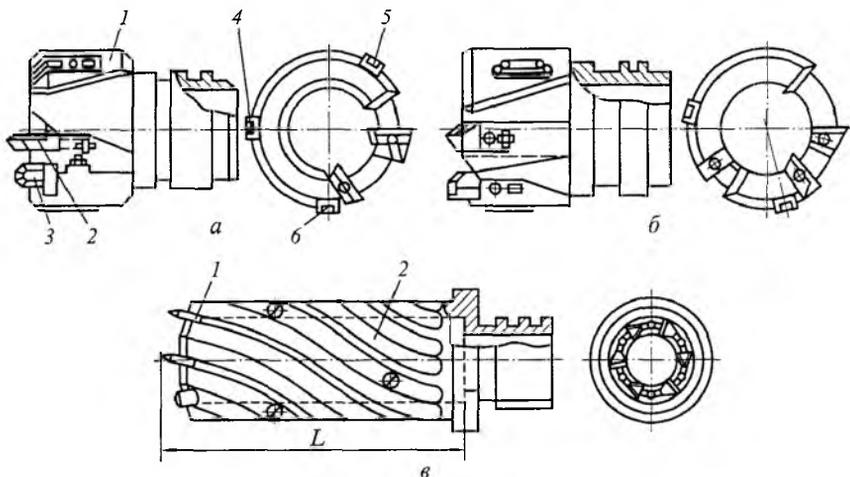


Рис. 3.30. Кольцевые сверла:

a – двурезцовые: 1 – корпус; 2, 3 – сменные резцы; 4, 5, 6 – направляющие пластины; *б* – трехрезцовые; *в* – многорезцовые: 1 – резцы; 2 – корпус; *L* – длина рабочей части

ка, который оснащен одной режущей, двумя направляющими пластинами и имеет отверстие для подвода смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ). Ружейные сверла с наружным отводом стружки используются для обработки отверстий диаметром от 3 до 30 мм.

Надежное ориентирование сверла в обрабатываемом отверстии, комбинированное резание (выглаживание в процессе обработки), подача СОЖ в зону резания под давлением, стабильное удаление стружки из зоны резания, отсутствие поперечной режущей кромки, а также возможность достаточно простого оснащения сверла пластинами из твердого сплава позволяет обеспечить за один проход ружейного сверла высокую производительность и малые отклонения размера, формы и расположения оси при малых параметрах шероховатости обработанной поверхности.

Кольцевые сверла (рис. 3.30) применяются для уменьшения сил резания и потребляемой мощности оборудования, повышения производительности обработки сплошных отверстий диаметром более 50 мм, а также уменьшения объема стружки и последующего использования образующегося вдоль оси обрабатываемого отверстия центрального стержня. Кольцевые сверла изготавливаются из быстрорежущей стали, ими выполняются отверстия на различных металлорежущих станках (сверлильных, токарных, расточных). Выпускаются сборные кольцевые сверла, корпус которых выполнен из легированной стали 12ХНЗА, а вставные резцы оснащаются пластинами из твердого сплава группы ВК.

В зависимости от требуемого размера отверстий используются различные конструкции кольцевых сверл:

- для образования глубоких отверстий диаметром 110...180 мм применяются двурезцовые кольцевые сверла (рис. 3.30, а), состоящие из корпуса 1, в котором установлены два сменных резца 2 и 3 и три направляющие пластины 4, 5 и 6;

- для образования глубоких отверстий диаметром 180...250 мм применяют трехрезцовые кольцевые сверла (рис. 3.30, б), отличающиеся от двурезцовых только габаритными размерами и числом резцов;

- для образования отверстий диаметром 50...100 мм на глубину до 400 мм используются многорезцовые кольцевые сверла (рис. 3.30, в), у которых вставные резцы 1 установлены в корпусе 2 сверла. На наружной поверхности корпуса выполнены винтовые канавки для отвода стружки. Для лучшего направления сверла в его корпус встроены подпружиненные шариковые опоры.

Заточка сверл

При обработке рабочая часть сверла изнашивается, а режущая кромка затупляется. У спиральных сверл износ происходит преимущественно по задней поверхности уголка на пересечении заборного конуса с ленточками сверла (рис. 3.31, а), причем в ряде случаев

он сопровождается срезанием уголков и части ленточек, что приводит к образованию на ленточках сверла цилиндрических участков (рис. 3.31, б), либо участков со встречным конусом (рис. 3.31, в), что приводит к защемлению сверл в отверстиях и их поломке. Достаточно часто при сверлении отверстий в литых, кованных и термически обработанных деталях наблюдается изнашивание сверл с образованием проточек на ленточках (рис. 3.31, г). При сверлении сталей повышенной вязкости может происходить налипание на ленточки материала заготовки. Повышенное изнашивание сверл, оснащенных пластинами из твердого сплава, по ленточкам и уголкам (рис. 3.31, д) резко сокращает число возможных заточек и приводит к их выкрошиванию и поломкам. Сверла, изношенные по рабочей части, выбраковываются.

Для восстановления режущих свойств сверл и обеспечения качественной обработки отверстий их режущие кромки затачивают по мере затупления. Заточку режущих кромок сверл на рабочем месте выполняют на заточных станках. Централизованная заточка спиральных сверл осуществляется на специальных заточных участках или в заточных цехах на специальном оборудовании.

При заточке режущей части сверла придают различную форму, выбор которой производится в зависимости от характера выполняемых работ и обрабатываемого материала.

При обработке отверстий диаметром от 0,25 до 12 мм в стали, чугуне, стальном литье применяется одинарная (нормальная) заточка (рис. 3.32, а).

При сверлении отверстий диаметром от 12 до 80 мм в стальном литье по литевой корке используется одинарная заточка с подточкой перемычки – поперечной кромки (рис. 3.32, б).

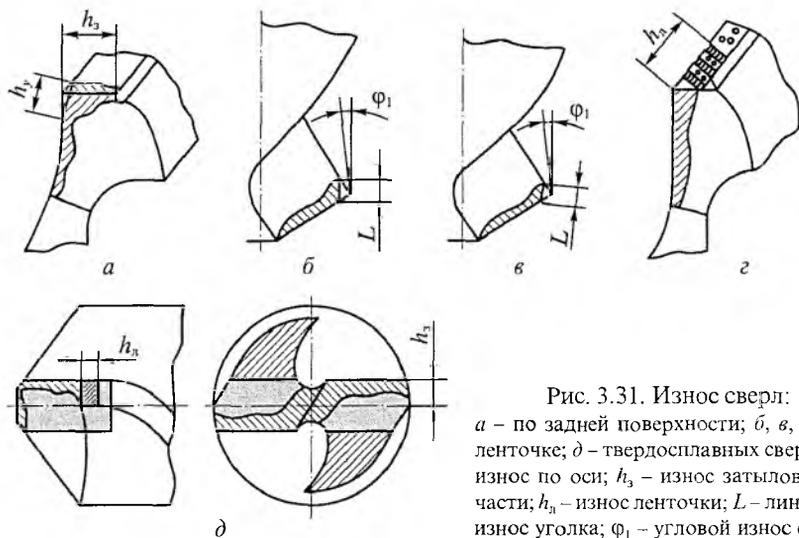


Рис. 3.31. Износ сверл: а – по задней поверхности; б, в, г – по ленточке; д – твердосплавных сверл; h_r – износ по оси; h_3 – износ затылованной части; h_n – износ ленточки; L – линейный износ уголка; ϕ_1 – угловой износ сверла

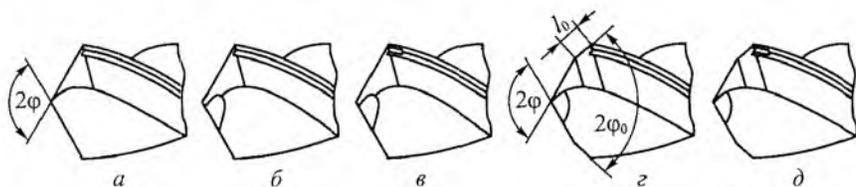


Рис. 3.32. Форма заточки:

а – одинарная; *б* – одинарная с подточкой перемычки; *в* – одинарная с подточкой перемычки и ленточки; *г* – двойная с подточкой перемычки; *д* – двойная с подточкой перемычки и ленточки; 2φ – угол при вершине; l_0 – ширина дополнительной заточки; $2\varphi_0$ – угол дополнительной заточки

При сверлении отверстий диаметром от 12 до 80 мм в стали и стальном литье со снятой литейной коркой используется одинарная заточка с подточкой перемычки и ленточки (рис. 3.32, *в*).

При сверлении отверстий диаметром от 12 до 80 мм в чугунном литье по литейной корке применяется двойная заточка с подточкой перемычки (рис. 3.32, *г*).

При сверлении отверстий диаметром от 12 до 80 мм в чугунном литье со снятой литейной коркой выполняется двойная заточка с подточкой перемычки и ленточки (рис. 3.32, *д*).

Основные правила заточки сверл

1. Необходимо отрегулировать положение подручника заточного станка таким образом, чтобы между ним и периферией заточного круга был зазор не менее 2 мм. Следует проверить наличие и исправность экрана заточного станка.

2. Необходимо соблюдать следующие требования к заточке сверл:

- заточку следует производить периферией заточного круга;
- в левой руке должна находиться режущая часть сверла режущими кромками вверх, в правой руке – хвостовик сверла;
- кисть левой руки должна опираться на подручник станка.

3. При заточке следует периодически проверять правильность заточки сверла по специальному шаблону (рис. 3.33):

- длина режущих кромок должна быть одинаковой;
- угол заточки при вершине сверла должен соответствовать шаблону;
- углы между кромками и боковой поверхностью сверла должны быть одинаковыми;
- углы заострения кромок должны быть равны и соответствовать шаблону.

4. Необходимо заправить режущие кромки сверла на бруске.

5. Необходимо произвести пробное сверление отверстия заточенным сверлом:

- стружки от обеих режущих кромок должны быть одинаковой толщины (проверить визуально);

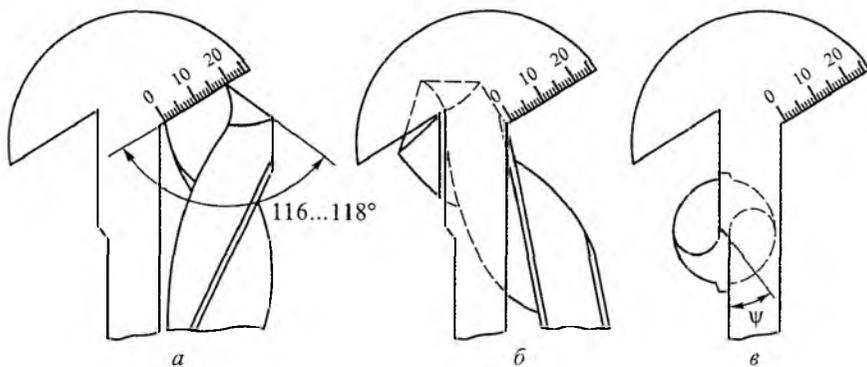


Рис. 3.33. Шаблон для контроля заточки сверл:

а – контроль угла при вершине; *б* – контроль угла наклона ленточки; *в* – контроль угла наклона поперечной режущей кромки; ψ – угол наклона поперечной режущей кромки

- диаметр просверленного отверстия должен точно соответствовать диаметру сверла;
- отверстие не должно смещаться более чем на 0,2 мм (проверка осуществляется по контрольным рискам).

б. Необходимо соблюдать следующие требования правил безопасности:

- заточку сверл малого диаметра надо производить на мелкозернистом круге;
- запрещается выполнять заточку сверл на заточном станке без подручника и с неисправным защитным кожухом или без него;
- категорически запрещается осуществлять заточку сверл «на весу», т.е. без использования подручника;
- обязательно, особенно при заточке сверл большого диаметра, опускать защитный экран, при отсутствии экрана заточку сверл производить с использованием защитных очков во избежание попадания абразивной пыли в глаза.

Зенкеры, зенковки, цековки, развертки

Зенкеры (рис. 3.34, *а*) предназначены для обработки отверстий в заготовках, полученных отливкой, штамповкой или предварительным сверлением. В отличие от сверла зенкер имеет большее число режущих кромок (три или четыре), что обеспечивает получение поверхностей с более высокими показателями точности и шероховатости.

По конструкции зенкеры бывают насадные и цельные и могут иметь различное направление угла спирали (правое, левое, прямое). Зенкеры изготавливают из быстрорежущей стали или оснащают пластинами из твердого сплава марок ВК6, ВК8, ВК6М, ВК8В, Т5К10, Т15К6. Пластины из твердого сплава закрепляются в зенкере при помощи лайки или клинового крепления, что позволяет

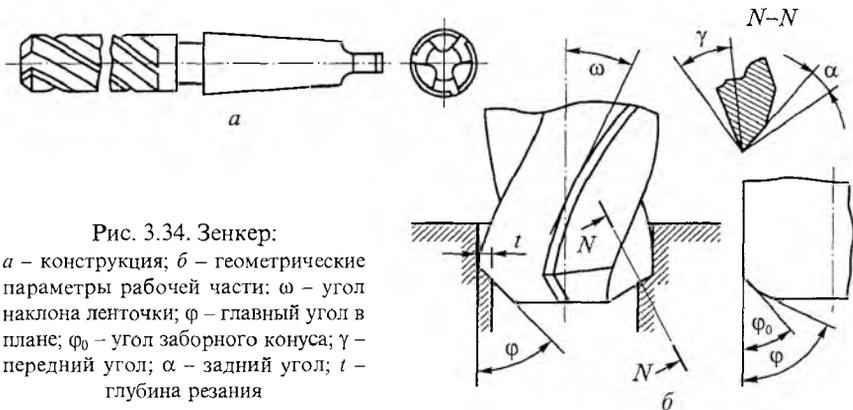


Рис. 3.34. Зенкер:

a – конструкция; *б* – геометрические параметры рабочей части: ω – угол наклона ленточки; φ – главный угол в плане; φ_0 – угол заборного конуса; γ – передний угол; α – задний угол; t – глубина резания

множественно использовать корпус зенкера. Рабочая часть зенкеров, изготовленных из быстрорежущей стали, имеет обратную конусность (по направлению к хвостовику) порядка $0,05 \dots 0,1$ на 100 мм длины рабочей части и соединяется с хвостовиком так же, как и у сверл, шейкой. Цельные зенкеры закрепляются непосредственно в коническом отверстии шпинделя станка, а насадные устанавливаются на специальную оправку, также имеющую конический хвостовик для установки в шпинделе станка.

В качестве режущей части насадных зенкеров используются многогранные твердосплавные пластины. Крепление таких пластин в корпусе насадного зенкера осуществляют механическим путем (рис. 3.35). Режущие пластины *1* закрепляются в корпусе *2* при помощи тяги *3*, что позволяет производить замену пластин непосредственно на станке. Для этого достаточно сместить тягу *3*, повернуть пластину следующей гранью или заменить ее на новую, снова закрепить тягу и продолжать работу. Возможность оснащения таких зенкеров пластинами из различных инструментальных материалов позволяет существенно расширить технологические возможности и производительность при зенкеровании.

Геометрические параметры режущей части зенкеров (см. рис. 3.34, *б*) выбираются в зависимости от условий обработки: главный угол в плане $\varphi = 30 \dots 60^\circ$; передний угол $\gamma = 3 \dots 30^\circ$ для зенкеров из быстрорежущей стали, для зенкеров, оснащенных пластинами твердого сплава, этот угол составляет от 5 до -5° ; задний угол α на главных режущих

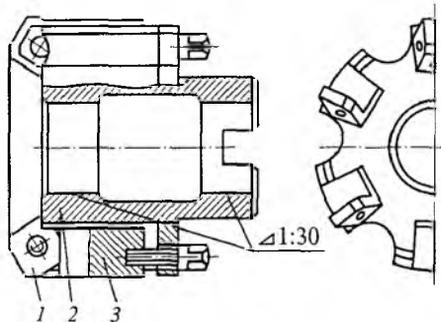


Рис. 3.35. Насадной зенкер:

1 – режущие пластины; *2* – корпус; *3* – тяга

кромках составляет $8 \dots 15^\circ$. Выбор конструкции зенкера и материала рабочей части в значительной степени зависит от обрабатываемого материала и параметров обрабатываемого отверстия:

- зенкеры из быстрорежущей стали, имеющие три-четыре зуба и диаметр от 10 до 40 мм, применяются для обработки отверстий в заготовках из конструкционной стали;
- зенкеры, оснащенные пластинами из твердого сплава, имеющие три-четыре зуба и номинальный диаметр от 14 до 50 мм, используются при обработке отверстий в заготовках из труднообрабатываемых и закаленных сталей;
- зенкеры с насадными головками из быстрорежущей стали номинальным диаметром от 32 до 80 мм предназначены для обработки отверстий в заготовках из конструкционной стали;
- первые зенкеры служат для обработки глухих отверстий в заготовках из чугуна и цветных металлов;
- для обработки глухих отверстий диаметром от 15 до 25 мм применяется специальный зенкер, у которого в корпусе выполнено специальное отверстие для подачи СОЖ в зону резания (рис. 3.36).

Изнашивание зенкеров (рис. 3.37) происходит по задним поверхностям, где образуются площадки с задним углом, равным нулю, и шириной h_3 ; по передним поверхностям с образованием лунки; по ленточке с образованием поперечных проточин на длине h_n ; по уголкам с образованием конических или цилиндрических участков h_y . В качестве критерия износа зенкеров при обработке заготовок из стали принят износ зенкера по уголкам, равный $1,2 \dots 1,5$ мм, а при обработке заготовок из чугуна – $0,8 \dots 1,5$ мм. Заточивание и перетачивание изношенных зенкеров осуществляется, как правило, на специальном оборудовании в заточных цехах.

Зенковки и цековки (рис. 3.38) для обработки опорных поверхностей под крепежные винты в отличие от зенкеров имеют режущие зубья на торце и направляющие цапфы, которые обеспечивают нужное направление зенковок и цековок в процессе обработки. Цапфа вводится в предварительно просверленное отверстие, при этом оси отверстия и образованного зенковкой углубления совпадают. Зен-

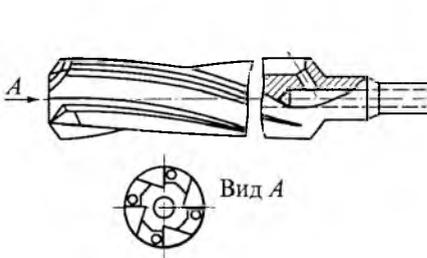


Рис. 3.36. Зенкер с внутренним подводом СОЖ

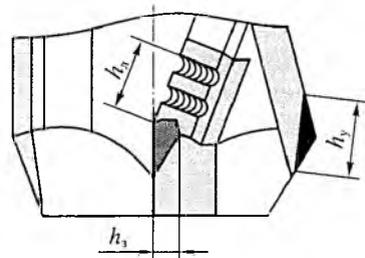


Рис. 3.37. Изнашивание зенкеров:
 h_n – длина износа; h_3 – ширина износа;
 h_y – износ по уголкам

ковки для обработки отверстий под цилиндрические головки винтов изготавливаются с цилиндрическим и коническим хвостовиком. Зенковки с цилиндрическим хвостовиком (рис. 3.38, а) выпускаются диаметром 15; 18; 20; 22 и 24 мм; а зенковки с коническим хвостовиком (рис. 3.38, б) – диаметром 15; 18; 20; 22; 24; 26; 30; 32; 33; 34; 36 и 40 мм.

Зенковки для обработки конических углублений с углами 60, 90 и 120° (рис. 3.38, в, г) также изготавливают и с цилиндрическим, и с коническим хвостовиком. Зенковки с цилиндрическим хвостовиком изготавливают диаметром 8; 10; 12; 16; 20; 25 мм, а с коническим хвостовиком – диаметром 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63 и 80 мм.

Для подрезания торцов приливов и бобышек в литых корпусных деталях применяются одно- и двусторонние цековки (рис. 3.38, д, е) из быстрорежущей стали или оснащенные пластинами твердого сплава. Они крепятся на специальных оправках с помощью байонетного замка. Выпускаются цековки диаметром 25; 32; 40; 50; 63; 80 и 100 мм.

Развертки (рис. 3.39) изготавливаются цельными и насадными с коническим и цилиндрическим хвостовиком, оснащаются вставными ножами, впаиваемыми пластинами из твердого сплава либо изготавливаются из быстрорежущей стали. Развертки в отличие от сверла и зенкера имеют большее количество режущих кромок, что позволяет при обработке снимать слой материала небольшой толщины, составляющий десятые и даже сотые доли миллиметра. Припуски на развертывание выбираются по таблицам в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия. Различают развертки для ручного и машинного развертывания, цилиндрические и конические. Развертки

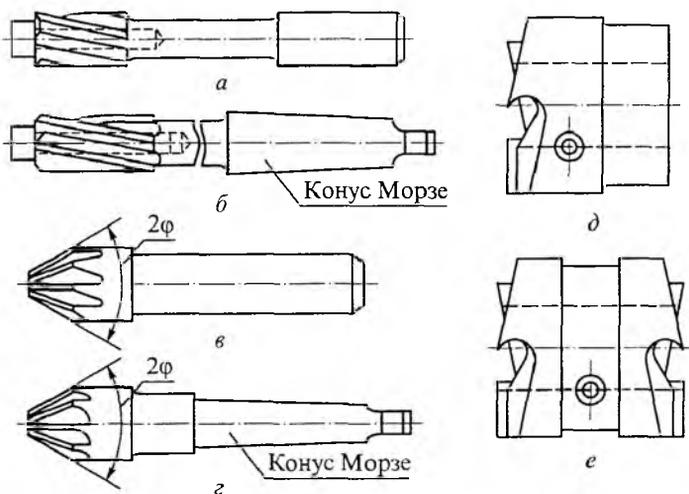


Рис. 3.38. Зенковки и цековки:

а, б – цилиндрические; в, г – конические; д, е – цековки насадные; 2φ – угол при вершине

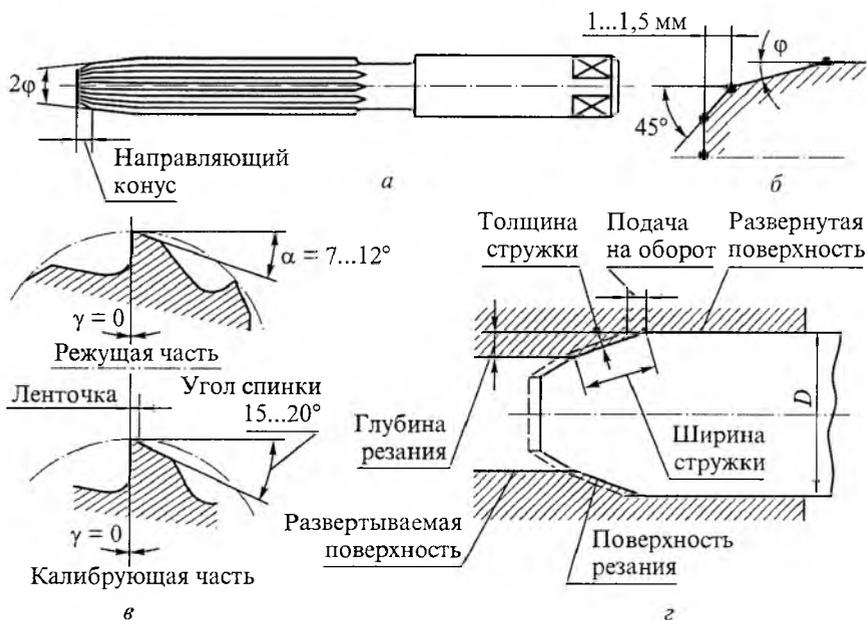


Рис. 3.39. Развертка:

a – конструкция развертки; *б* – конструкция заборной части; *в* – геометрические параметры режущей и калибрующей частей; *г* – схема резания; ϕ – угол заборного конуса; 2ϕ – угол при вершине; α – задний угол; γ – передний угол; D – диаметр развертки

для ручного развертывания на конце цилиндрического хвостовика имеют квадратную часть, на которую устанавливают вороток для вращения развертки в обрабатываемом отверстии.

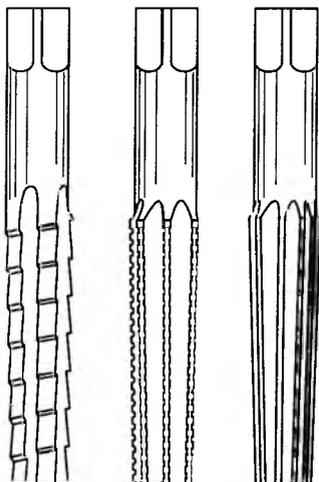


Рис. 3.40. Конические развертки

Конструктивно развертка для ручного развертывания состоит из рабочей части, хвостовика и шейки. Рабочая часть конуса включает в себя режущую часть (заборный конус и направляющий конус, который обеспечивает центрирование развертки в отверстии) и калибрующую часть, обеспечивающую получение отверстия с заданной точностью и шероховатостью обработанной поверхности.

Режущая часть заборного конуса развертки имеет угол при вершине 2ϕ . Для обработки вязких металлов этот угол составляет $12...15^\circ$, а для обработки хрупких и твердых материалов – от 3 до 5° . Твердосплавные развертки имеют угол при вершине

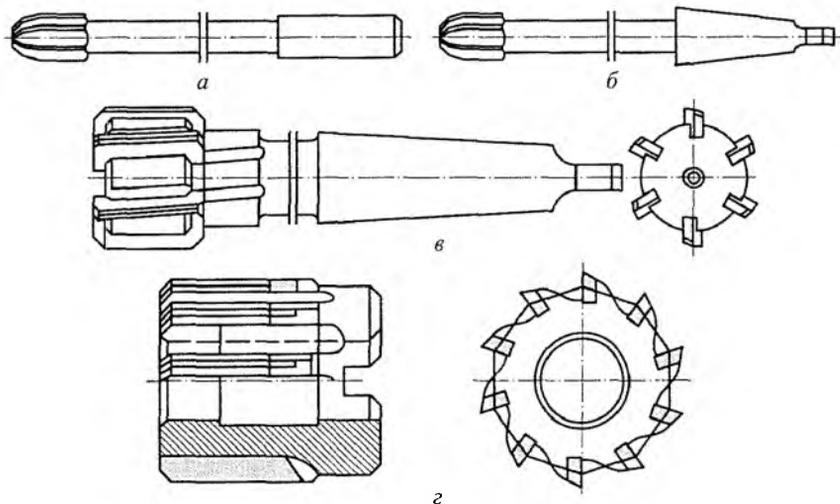


Рис. 3.41. Развертки, оснащенные пластинами из твердого сплава:
а, б – цельные; *в, г* – насадные

30... 45°. Направляющий конус рабочей части развертки расположен под углом 45° к ее оси. Задний угол α на режущей части составляет от 6 до 15°, на калибрующей части этот угол обычно равен нулю, а передний угол γ – 0... 15°. Для хрупких материалов передний угол равен нулю, а для твердосплавных разверток он составляет от 0 до -5°. Ручные развертки используют, как правило, при обработке отверстий диаметром от 3 до 50 мм в материалах невысокой твердости (конструкционные стали, цветные металлы). Конические развертки (рис. 3.40) применяются для развертывания конических отверстий и, как правило, работают в комплекте из двух-трех штук.

Машинные развертки бывают цилиндрическими и коническими, насадными и цельными. Цельные машинные развертки предназначены для обработки отверстий диаметром от 3 до 100 мм, а для развертывания отверстий диаметром от 25 до 300 мм используются насадные развертки. И цельные (рис. 3.41, *а, б*), и насадные (рис. 3.41, *в, г*) развертки изготавливают из быстрорежущей стали или оснащают пластинами из твердого сплава. Конструкция и материал машинной развертки выбирается в зависимости от характера выполняемых работ, материала обрабатываемой заготовки и требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности.

Приспособления для установки инструментов

Все стержневые режущие инструменты – сверла, зенкеры, зенковки, развертки – соединяются с устройствами, придающими им вращательное движение, при помощи специальных присоеди-

тельных приспособлений, конструкция которых зависит от формы хвостовика инструмента (конической или цилиндрической).

Для установки и крепления инструментов с цилиндрическим хвостовиком применяются патроны, а установку инструментов с коническим хвостовиком производят непосредственно в шпинделе оборудования, если размер (номер конуса Морзе) хвостовика инструмента совпадает с размером конического отверстия шпинделя. Если же размер хвостовика инструмента меньше размера конического отверстия шпинделя, то используются переходные втулки.

Сверлильные патроны производятся разнообразных конструкций, основными из которых являются кулачковые и цанговые.

Трехкулачковый сверлильный патрон (рис. 3.42) состоит из корпуса, внутри которого наклонно расположены три кулачка 1. Обойма 3 вращается специальным ключом 4, вставляемым в отверстие корпуса патрона, при ее вращении вращается также и гайка 2. Зажимные кулачки при этом поднимаются, расходясь от оси патрона, между ними образуется отверстие, в которое вставляют хвостовик сверла. При вращении обоймы в обратную сторону зажимные кулачки сходятся, закрепляя инструмент и одновременно ориентируя его по оси патрона.

Двухкулачковые сверлильные патроны (рис. 3.43) имеют то же назначение, что и трехкулачковые, однако центрирование инструмента по оси патрона у них несколько хуже, хотя конструкция значительно проще. Хвостовик инструмента в этих патронах закрепляется двумя кулачками, которые перемещаются в Т-образных пазах. Эти кулачки сводятся и разводятся при помощи ключа винтом, имеющим правую и левую резьбу.

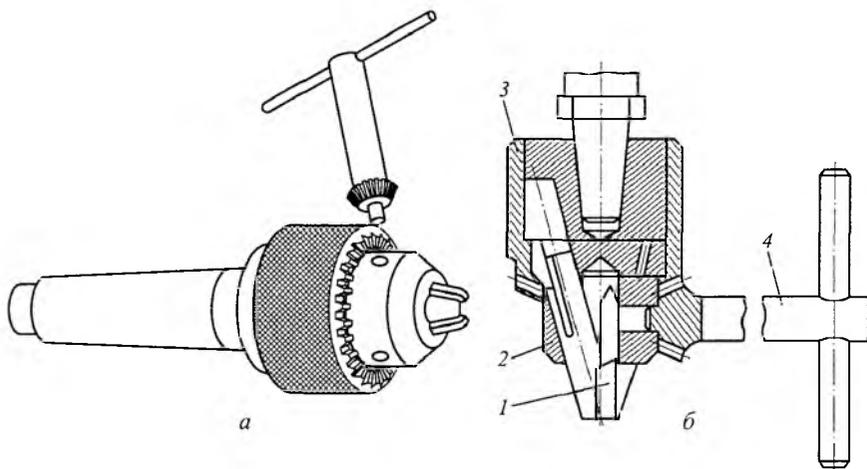


Рис. 3.42. Трехкулачковый сверлильный патрон:

а – общий вид; б – конструкция: 1 – кулачки; 2 – гайка; 3 – обойма; 4 – ключ

Цанговые сверлильные патроны (рис. 3.44) применяются для закрепления сверл небольшого диаметра с цилиндрическим хвостовиком. Корпус такого патрона имеет с одной стороны конический хвостовик 1 для установки патрона в шпиндель, а с другой – утолщенную цилиндрическую часть 2 с наружной резьбой и коническим отверстием. На резьбовую часть патрона навертывается кольцо 4, внутри которого имеется коническая расточка, а снаружи – сетчатая накатка, облегчающая закрепление сверл вручную. В коническое отверстие патрона устанавливается разрезная коническая цанга с цилиндрическим отверстием, соответствующим диаметру закрепляемого инструмента. Навертывая кольцо на резьбовую часть корпуса патрона, обжимают коническую поверхность цанги, которая за счет сближения разрезанных частей закрепляет хвостовик инструмента. При свертывании кольца цанга разжимается, освобождая инструмент.

Переходные конические втулки (рис. 3.45) служат для крепления инструмента с коническим хвостовиком, когда номер конуса хвостовика инструмента не совпадает с номером конуса в шпинделе станка. Конические поверхности хвостовиков инструмента и переходных втулок выполняются с конусом Морзе семи номеров от 0 до 6. Если конус инструмента не соответствует конусу в

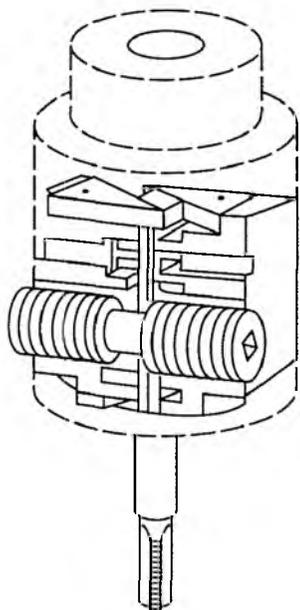


Рис. 3.43. Двухкулачковый сверлильный патрон

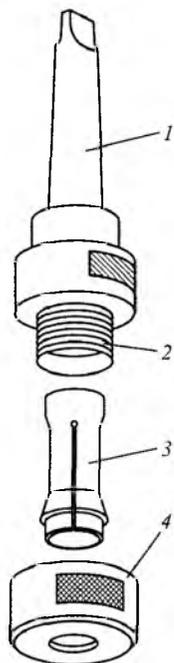


Рис. 3.44. Цанговый сверлильный патрон: 1 – хвостовик; 2 – цилиндрическая часть; 3 – разрезная втулка; 4 – кольцо

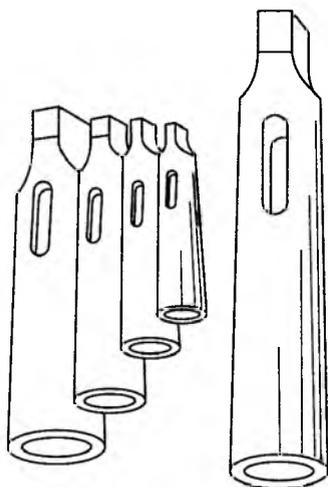


Рис. 3.45. Переходные конические втулки

отверстия шпинделя станка, то на конусный хвостовик сверла надевают переходную втулку. Втулку вместе со сверлом устанавливают в коническое отверстие шпинделя. Если одной втулки недостаточно, применяются несколько переходных втулок, которые вставляются одна в другую.

Для повышения производительности труда, улучшения условий работы и повышения качества обработки применяются специальные патроны: быстросменные и самоустанавливающиеся. Используют такие патроны только на стационарном оборудовании – сверлильных станках.

Быстросменные сверлильные патроны (рис. 3.46) используются для быстрой смены режущего инструмента в процессе обработки, что позволяет сократить вспомогательное время, а следовательно, повысить производительность труда при обработке отверстий.

В коническое отверстие 1 сменной втулки 5 устанавливается режущий инструмент с коническим хвостовиком соответствующего размера, после чего втулка вставляется в цилиндрическое отверстие корпуса 6 патрона. При этом кольцо 3 поднимается в верхнее положение и два шарика 4 попадают в отверстия корпуса и выточку

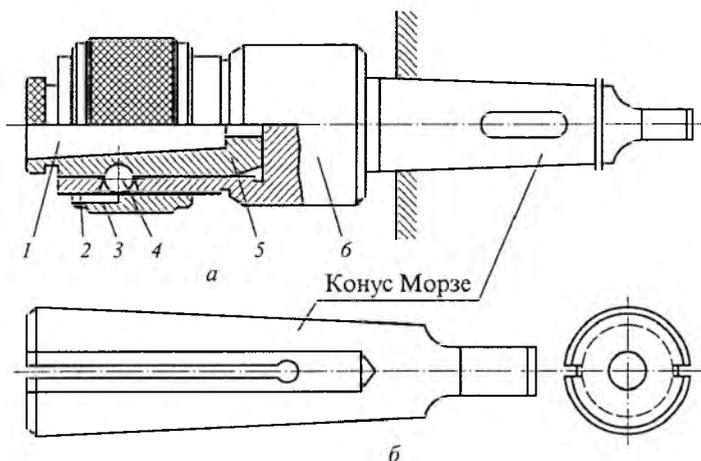


Рис. 3.46. Быстросменный сверлильный патрон:
 а – конструкция патрона: 1 – коническое отверстие; 2 – выточка кольца; 3 – кольцо; 4 – шарики; 5 – сменная втулка; б – корпус; б – сменная втулка

кольца 2. Кольцо при опускании заставляет шарики входить в выемки сменной втулки 5, прочно закрепляя втулку в корпусе патрона. Смена инструмента при этом производится без остановки станка. Для этого левой рукой поднимают кольцо 3 в крайнее верхнее положение и шарики под действием центробежных сил расходятся, освобождая сменную втулку 5. Сменная втулка с закрепленным в ней инструментом при этом легко удаляется правой рукой из корпуса патрона, а на ее место устанавливается втулка с новым инструментом. Установленная втулка с инструментом закрепляется в патроне при опускании кольца 3 в нижнее положение. В комплект патрона входит набор разрезных втулок.

Самоустанавливающиеся сверлильные патроны (рис. 3.47) применяются при обработке предварительно просверленных отверстий и позволяют центрировать инструмент по оси обрабатываемого отверстия.

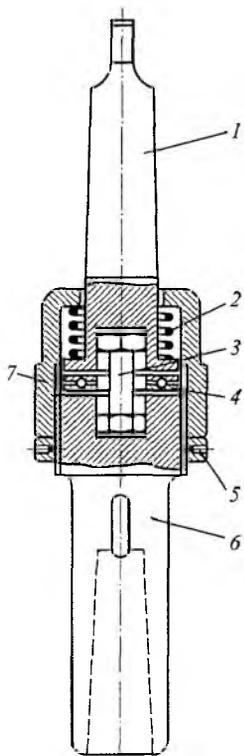


Рис. 3.47. Самоустанавливающийся сверлильный патрон:

1 – корпус; 2 – пружина; 3 – поводок; 4 – подшипник; 5 – стопорное кольцо; 6 – оправка; 7 – муфта

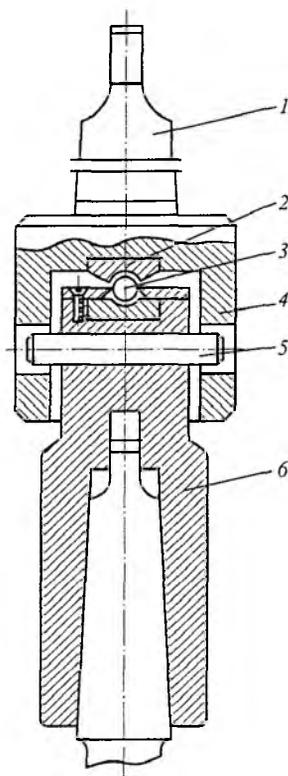


Рис. 3.48. Качающаяся оправка для разверток:

1 – хвостовик; 2 – подпятник; 3 – шарик; 4 – корпус; 5 – штифт; 6 – качающаяся часть

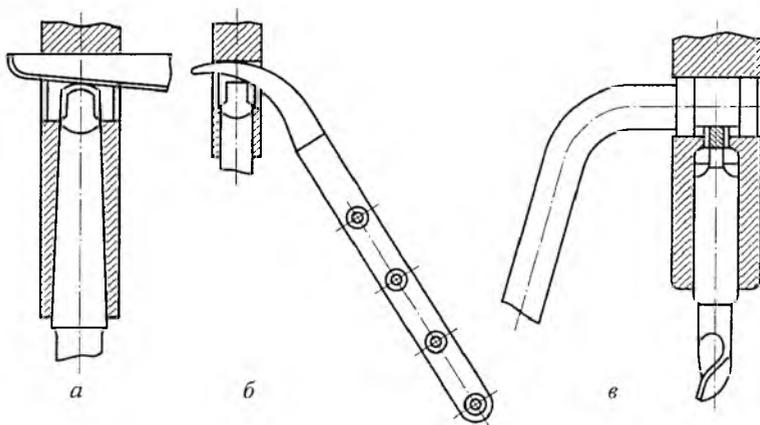


Рис. 3.49. Клинья для удаления инструмента:
 а – плоский; б – радиусный; в – эксцентриковый ключ

Корпус патрона 1, имеющий конический хвостовик для крепления в шпинделе станка, передает вращательное движение оправке б через поводок 3, помещенный в глухих шестигранных отверстиях. Между торцевыми поверхностями корпуса и оправки устанавливается упорный подшипник 4, который воспринимает осевые нагрузки, возникающие при обработке. Оправка и корпус соединены между собой муфтой 7, установленной на резьбовую часть оправки. От проворачивания на оправке муфту предохраняет стопорное кольцо 5. Внутри оправки расположена спиральная пружина 2, обеспечивающая плотный контакт оправки и нижней торцевой части корпуса патрона. Такая конструкция позволяет оправке патрона в процессе работы занимать в предварительно обработанном отверстии положение, при котором оси оправки (инструмента) и отверстия совпадают.

Качающаяся оправка для разверток (рис. 3.48) состоит из корпуса 4, в отверстии которого крепится при помощи штифта 5 качающаяся часть оправки б, опирающаяся на подпятник 2 через шарик 3. Развертка, установленная в качающуюся оправку, легко принимает положение, совпадающее с осью развертываемого отверстия.

Клинья для удаления инструмента (рис. 3.49) служат для извлечения из шпинделя станка инструментов, переходных втулок с инструментами, патронов и оправок. Клинья могут быть плоскими (рис. 3.49, а) и радиусными (рис. 3.49, б). Для этих же целей можно применять специальный эксцентриковый ключ (рис. 3.49, в).

Приспособления для установки и крепления заготовок

Для правильной установки и закрепления заготовок используются различные приспособления, выбор которых в значительной степени зависит от того, какое оборудование применяется при об-

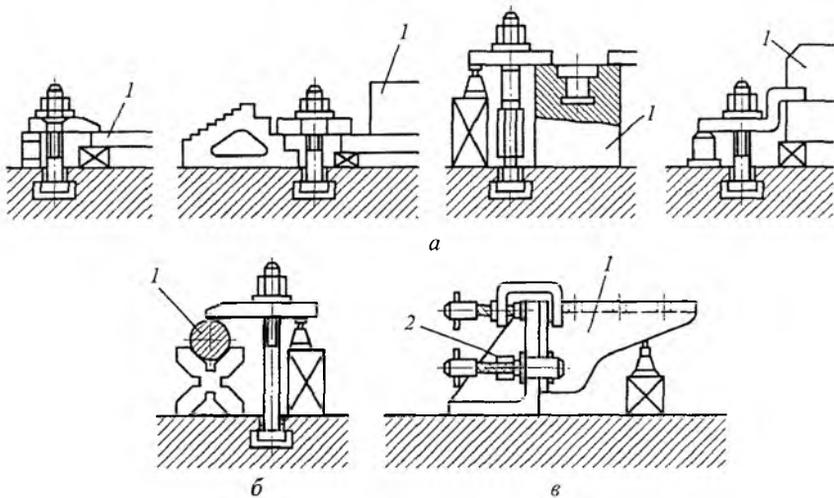


Рис. 3.50. Прихваты (а), призмы (б) и угольники (в):
1 – заготовка; 2 – винт

работке отверстий. При обработке отверстий ручными и механизированными инструментами непосредственно на рабочем месте заготовки крепят, как правило, в слесарных тисках или производят обработку отверстий без использования приспособлений, особенно в тех случаях, когда эти отверстия обрабатываются в крупногабаритных деталях, – по месту.

При обработке отверстий на сверлильных станках всех типов (настольных, вертикальных или радиальных) используются различные приспособления. Наиболее распространенными являются машинные тиски различных конструкций, призмы, упоры, угольники, кондукторы и целый ряд других специальных приспособлений.

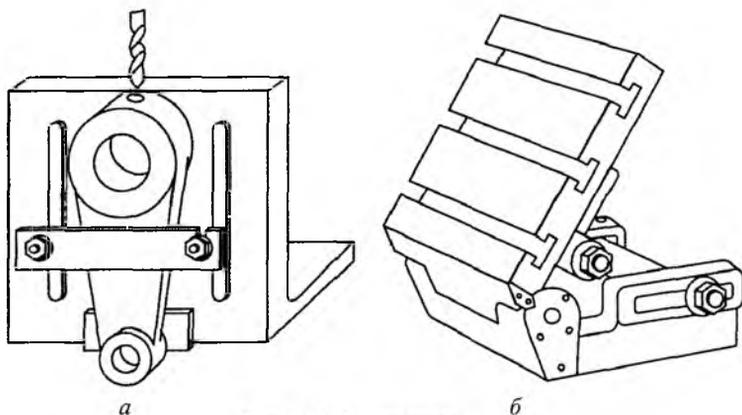


Рис. 3.51. Угольники:
а – жесткий; б – регулируемый

Прихваты, призмы и угольники (рис. 3.50) широко применяются из-за простоты конструкции и универсальности. Если конструкция призм и прихватов достаточно проста и технология их применения вполне ясна из рисунка, то угольники могут иметь разные конструкции: жесткие и регулируемые. Жесткие угольники (рис. 3.51, *а*) имеют две полки, расположенные под углом 90° , что позволяет закреплять для обработки детали, у которых базовая поверхность и ось отверстия расположены под прямым углом. У регулируемых угольников (рис. 3.51, *б*) одна из полок может изменять свое положение относительно другой в пределах от 0 до 90° . Эта особенность регулируемого угольника позволяет обрабатывать отверстия, ось которых расположена под углом к базовой поверхности, отличным от 90° .

Машинные тиски

Этот тип тисков предназначен для закрепления заготовок при их обработке на различных типах сверлильных станков. Они являются наиболее универсальными и поэтому широко применяются при обработке отверстий. В зависимости от конструкции различаются винтовые, быстродействующие и пневматические тиски.

Машинные винтовые тиски (рис. 3.52) получили широкое распространение в условиях единичного производства, они состоят

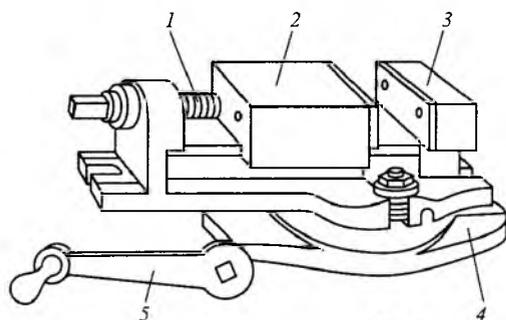


Рис. 3.52. Машинные винтовые тиски:
1 – винт; 2 – подвижная губка; 3 – неподвижная губка; 4 – основание; 5 – рукоятка

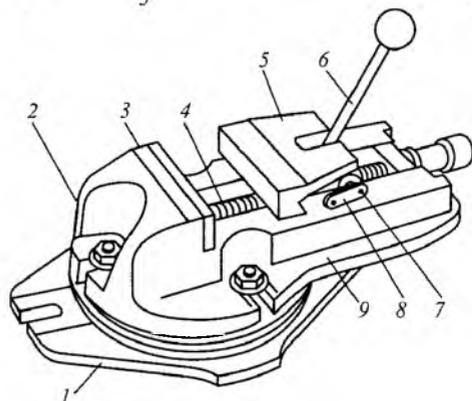


Рис. 3.53. Быстродействующие машинные тиски:
1 – корпус; 2 – поворотная часть; 3 – неподвижная губка; 4 – установочный винт; 5 – подвижная губка; 6 – рукоятка; 7 – эксцентриковый вал; 8 – двойной кулачок; 9 – основание

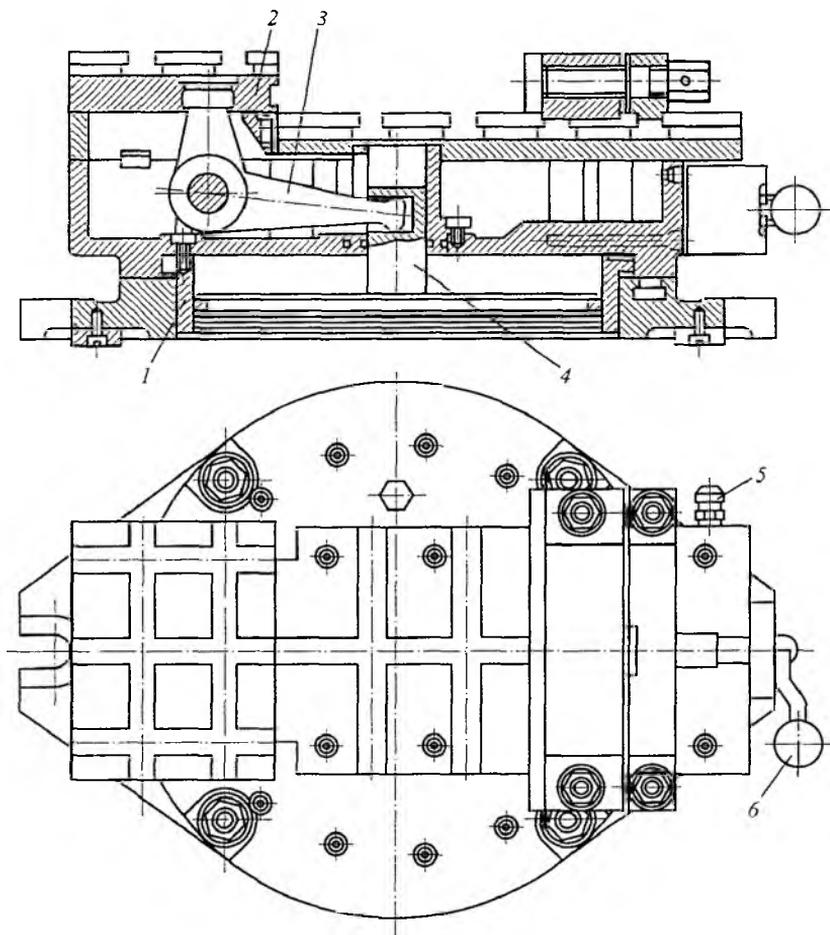


Рис. 3.54. Пневматические машинные тиски:

1 – пневматический цилиндр; 2 – подвижная губка; 3 – разноплечий рычаг; 4 – шток поршня; 5 – обратный клапан; 6 – рукоятка

из основания 4, которое закрепляется на столе станка болтами, подвижной губки 2, неподвижной губки 3, винта 1 и рукоятки 5. Заготовка закрепляется между губками тисков при вращении рукоятки.

Быстродействующие машинные тиски (рис. 3.53) с рычажно-кулачковым зажимом обеспечивают быстрый зажим заготовок, они состоят из корпуса 1 и поворотной части 2 с установочным винтом 4 и неподвижной губкой 3. На плоских направляющих поворотной части смонтировано основание 9 подвижной губки 5. В зависимости от габаритов обрабатываемой заготовки расстояние между подвижной и неподвижной губками регулируется при помощи винта 4, имеющего трапецидальную резьбу. Подвижная губка 5 представ-

ляет собой рычаг, на конце которого установлен двойной кулачок 8 эксцентрикового вала 7. Эксцентриковый вал поворачивают при помощи рукоятки 6, переводя ее в горизонтальное положение.

Пневматические машинные тиски (рис. 3.54) применяются в условиях серийного и массового производства при обработке больших партий одинаковых деталей – более 100 штук. Эти тиски снабжены поршневым пневматическим цилиндром 1. Шток 4 поршня соединен с разноплечим рычагом 3, который приводит в движение подвижную губку 2. Закрепление и освобождение заготовки осуществляется поворотом рукоятки 6. После поворота рукоятки воздух из сети централизованного снабжения поступает через обратный клапан 5 в пневматический цилиндр 1.

Кондукторы для закрепления заготовок

Для закрепления заготовок и обеспечения правильного расположения инструмента относительно оси обрабатываемого отверстия используются специальные приспособления – кондукторы. Применение такого рода приспособлений экономически обосновано только в условиях серийного и массового производства, когда количество деталей в партии составляет более 100 штук.

Для правильного направления инструмента в приспособлении в его корпус устанавливаются *кондукторные втулки* (рис. 3.55), которые обеспечивают точную обработку отверстий. Конструкции и размеры кондукторных втулок стандартизованы и изготавливаются в двух вариантах: постоянные (рис. 3.55, а), применяющиеся в кондукторах для мелкосерийного производства при обработке отверстий одним инструментом, и быстросменные с замком (рис. 3.55, б), используемые в кондукторах для крупносерийного и массового производства. Кондукторные втулки подвержены повышенному износу, поэтому их изготавливают из углеродистой инструментальной стали марки У10А или легированной инструментальной стали марки 20Х с последующей термической обработкой.

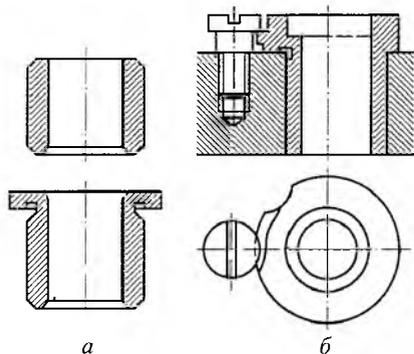


Рис. 3.55. Кондукторные втулки: а – постоянные; б – быстросменные

Правильное положение заготовок относительно инструмента в кондукторных приспособлениях обеспечивают за счет применения установочных опор. *Установочные опоры* (рис. 3.56) изготавливают в виде штырей и пластин. Штыри (рис. 3.56, а) изготавливают с плоской (I), сферической (II) и насеченной (III) головками. Штыри с плоской головкой предназначены для установки заготовок с обработанными базовыми

поверхностями, а штыри со сферической и насеченной головками – с необработанными базовыми поверхностями. Установочные пластины (рис. 3.56, б) закрепляются в корпусе кондуктора винтами и могут быть регулируемы и нерегулируемы. Регулируемые пластины применяются в тех случаях, когда с поверхности заготовки предстоит удалить припуск при ее последующей обработке. Регулируемые винтовые опоры (рис. 3.56, в) используют в тех же случаях, что и штыри.

Кондукторные плиты используются для установки в их отверстиях кондукторных втулок. В зависимости от способа соединения кондукторных плит с корпусом кондуктора различаются постоянные, поворачиваемые, объемные, подвесные и подъемные кондукторные плиты. Постоянные плиты изготавливают как единое целое с корпусом кондуктора, поворачиваемые плиты можно вращать на оси относительно корпуса кондуктора при установке и снятии обрабатываемой заготовки. Съемные плиты изготавливают отдельно и устанавливают на корпусе кондуктора только после установки заготовки. Для извлечения из кондуктора обработанной заготовки такая плита должна быть предварительно снята. Подвесные плиты устанавливают на специальные направляющие скалки, для чего на плитах выполняют соответствующие этим скалкам отверстия, и закрепляют гайками.

Применение кондукторов позволяет не выполнять разметку, нанесение центровых отверстий, выверку заготовок при креплении и другие операции, связанные с обработкой отверстий концевыми

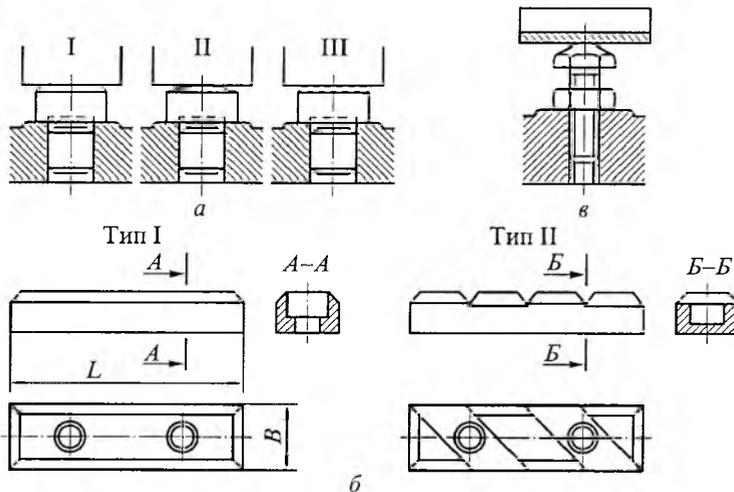


Рис. 3.56. Установочные опоры:

а – штыри: I, II и III – соответственно плоская, сферическая и насеченная головки; *б* – пластины: I и II – соответственно плоская и насеченная; *L* и *B* – соответственно длина и ширина пластины; *в* – регулируемая винтовая опора

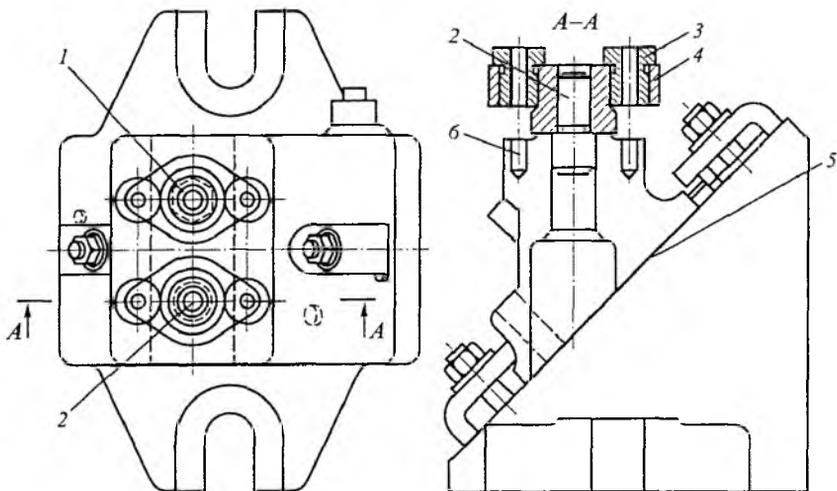


Рис. 3.57. Накладной кондуктор:

1, 2 – фиксирующие пальцы; 3 – кондукторные втулки; 4 – кондукторная плита; 5 – базовая поверхность обрабатываемой заготовки; 6 – обрабатываемые отверстия

инструментами. По конструкции различают накладные, скользящие, опрокидываемые и поворотные кондукторы.

Накладные кондукторы (рис. 3.57) получили свое название в связи с тем, что при обработке их накладывают на заготовку. В качестве примера рассмотрим схему незакрепленного накладного кондуктора для сверления четырех отверстий 6. Обрабатываемую заго-

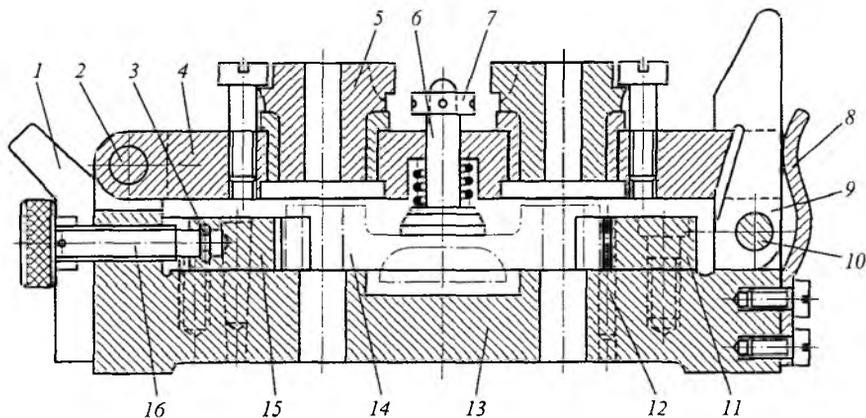


Рис. 3.58. Скользящий кондуктор:

1 – упор; 2 – ось; 3 – шпилька; 4 – установочная планка; 5 – кондукторная втулка; 6 – пружинный прижим; 7 – гайка; 8 – плоская пружина; 9 – защелка; 10 – ось; 11 – неподвижная призма; 12 – контрольный штифт; 13 – основание; 14 – заготовка; 15 – подвижная призма; 16 – штифт

товку устанавливают базовой поверхностью 5 на наклонной плоскости приспособления так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально. После установки заготовки в нужное положение и ее закрепления устанавливают кондукторную плиту 4. Фиксирующие пальцы 1 и 2 обеспечивают правильное расположение кондукторных втулок 3 относительно оси отверстий.

Скользящие кондукторы (рис. 3.58) не крепятся к столу станка, а устанавливаются в рабочее положение непосредственно на детали, поэтому производительность работ с их применением несколько ниже, чем при использовании закрепляемых кондукторов. Кондуктор, изображенный на рисунке, предназначен для сверления двух отверстий в заготовке 14 (указана штрих-пунктирной линией). На основании 13 кондуктора на оси 2 установлена планка 4, в которой расположены две кондукторные втулки 5 и пружинный прижим 6, обеспечивающий удержание планки при помощи гайки 7. Заготовка устанавливается торцом на шлифованную поверхность основания кондуктора, ее положение относительно кондукторных втулок регулируется с помощью двух призм: неподвижной 11 и подвижной 15. Подвижная втулка соединена со штифтом 16 шпильками 3. Положение призм фиксируется контрольными штифтами 12.

При установке заготовки 14 планка 4 откидывается до упора 1. Во время обработки кондукторная планка удерживается в своем

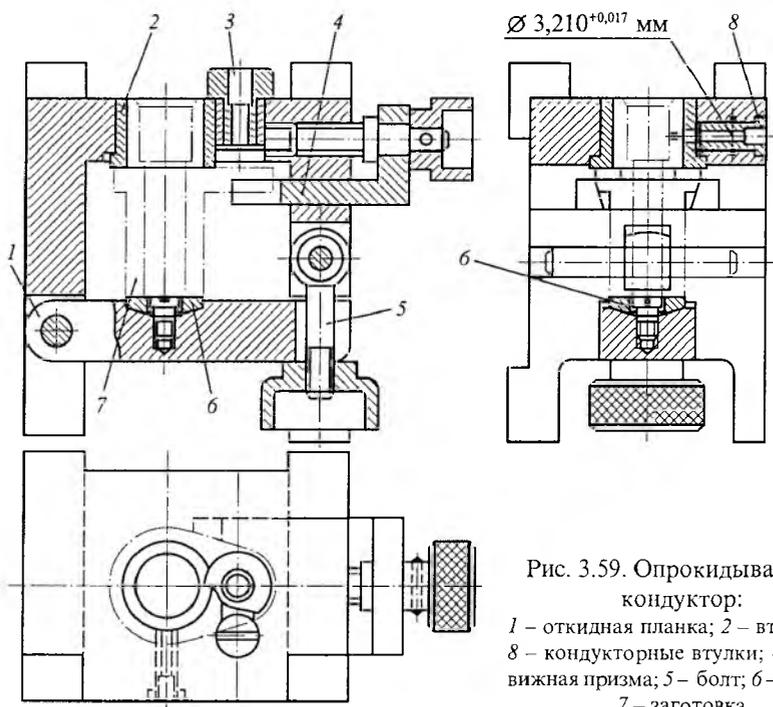


Рис. 3.59. Опрокидываемый кондуктор:

1 – откидная планка; 2 – втулка; 3, 8 – кондукторные втулки; 4 – подвижная призма; 5 – болт; 6 – сухарь; 7 – заготовка

положении защелкой 9, установленной на оси 10, и прижимается плоской пружиной 8.

Опрокидываемые кондукторы (рис. 3.59) применяются при обработке отверстий в нескольких плоскостях. Заготовка 7, в которой необходимо обработать отверстия в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, фиксируется втулкой 2 и подвижной призмой 4. Закрепление заготовки осуществляется откидной планкой 1 с болтом 5. Планка снабжена самоустанавливающимся сухарем 6. Обра-

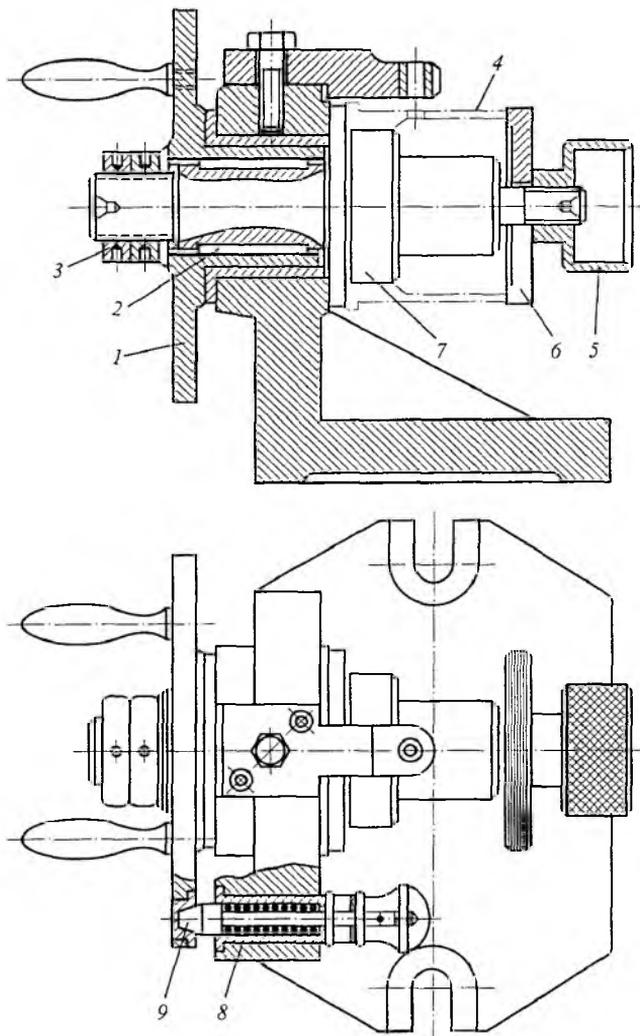


Рис. 3.60. Поворотный кондуктор:

1 – делительный диск; 2 – шпонка; 3, 5 – гайки; 4 – заготовка; 6 – разрезная шайба;
7 – шпиндель; 8 – пружина; 9 – фиксатор

ботка осуществляется через кондукторные втулки 3 и 8. После обработки отверстия в одной плоскости кондуктор поворачивается (опрокидывается) и отверстие обрабатывается в другой плоскости.

Поворотные кондукторы (рис. 3.60) служат в основном для обработки отверстий на цилиндрических поверхностях, они могут иметь горизонтальную, вертикальную или наклонную ось поворота. Заготовку 4 (указана штрих-пунктирной линией) устанавливают на шпинделе 7 приспособления и зажимают гайкой 5 через разрезную шайбу 6. Делительный диск 1, обеспечивающий поворот заготовки на определенный угол, соединен со шпинделем 7 шпонкой 2. Люфт (свободное проворачивание без смещения) шпинделя регулируется гайками 3. Фиксатор 9 удерживается в заданном положении пружиной 8.

В современных условиях мелкосерийного и серийного производства целесообразно применять универсальные нормализованные кондукторы, которые можно использовать для обработки большого количества однотипных, но различных по размерам заготовок.

Приспособления для ограничения глубины сверления

Глубина сверления при обработке отверстий может быть ограничена за счет использования упоров, устанавливаемых под торец шпинделя станка, при помощи специального стопорного кольца, которое закрепляется в нужном положении непосредственно на инструменте, а также за счет использования линейки, имеющейся на станке и позволяющей отсчитывать величину перемещения вершины сверла от торца обрабатываемой заготовки.

Универсально-сборные приспособления (рис. 3.61) широко используются в условиях опытного единичного и мелкосерийного производства. Применение этих приспособлений основано на том, что из отдельных элементов, выпускаемых централизованно, собирают необходимые для обработки конкретного отверстия приспособления. Быстрота сборки обеспечивается универсальной конструкцией, высокой точностью изготовления и взаимозаменяемостью элементов конструкции универсально-сборных приспособлений.

Комплекты универсально-сборных приспособлений состоят из базовых деталей (рис. 3.61, а): плит прямоугольного или круглого сечения, на рабочей поверхности которых выполнены Т-образные пазы для крепления элементов универсально-сборных приспособлений; установочных деталей – шпонок, пальцев, переходных штырей, постоянных опор, предназначенных для взаимной фиксации базовых и опорных элементов между собой и создания базовых опор для закрепления заготовки (рис. 3.61, в); направляющих элементов, служащих для направления подвижных частей универсально-сборных приспособлений и режущего инструмента – валиков, колонок, кондукторных втулок и призм (см. рис. 3.61, б).

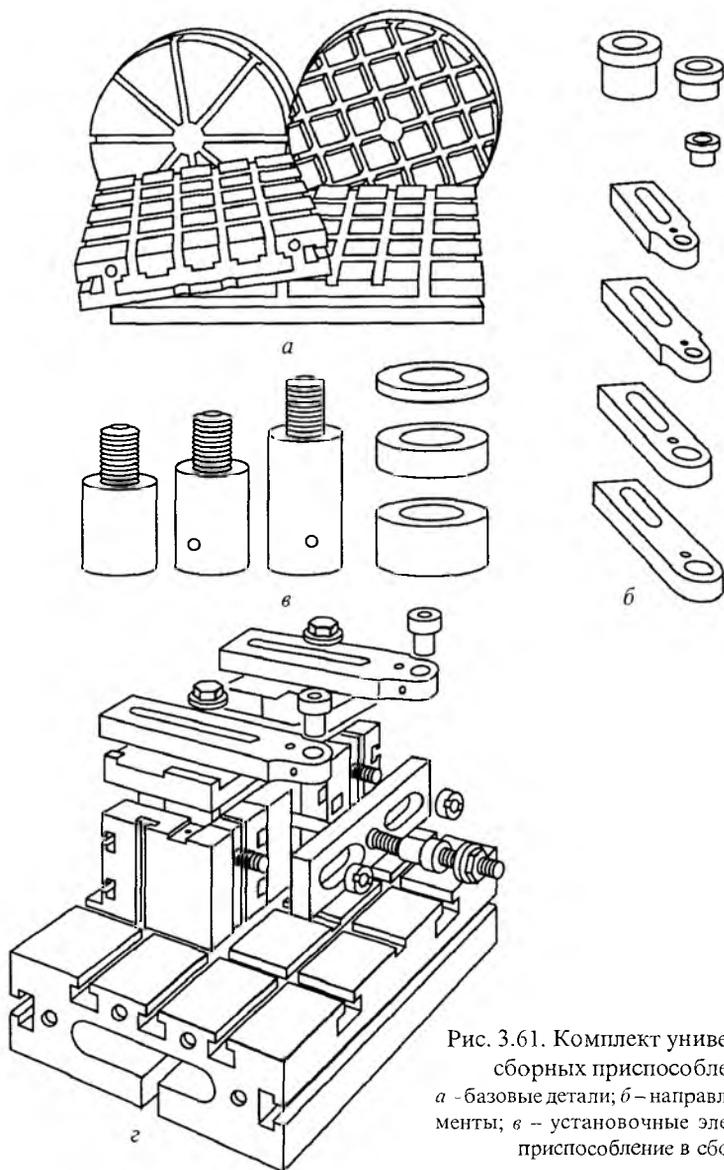


Рис. 3.61. Комплект универсально-сборных приспособлений:
а – базовые детали; *б* – направляющие элементы; *в* – установочные элементы; *г* – приспособление в сборе

В качестве крепежных деталей универсально-сборных приспособлений используются прихваты, которые одним концом опираются на заготовку, подлежащую обработке, а другим – на опоры квадратного или круглого сечения. Прижим заготовки к опоре осуществляют с помощью базовых болтов, которые проходят через овальное отверстие прихвата. Для крепления заготовок переменной длины используют самоустанавливающиеся прихваты.

Оборудование для обработки отверстий

Ручное оборудование

Различают следующие типы оборудования для обработки отверстий: ручное; ручное механизированное; стационарное.

Ручное оборудование – это оборудование, в котором в качестве привода используется мускульная энергия человека; к нему относятся ручные дрели и трещотки.

Ручная дрель (рис. 3.62) предназначена для сверления отверстий вручную. При работе ручной дрелью сверло закрепляют в патроне 1, левой рукой берут неподвижную рукоятку 6, а правой – подвижную 4. Упираясь грудью в упор-нагрудник 5, правой рукой вращают ручку дрели. Через зубчатую передачу 2, 3 сверлу сообщается вращательное движение. При работе необходимо следить за тем, чтобы сверло направлялось точно по оси обрабатываемого отверстия.

Основные правила сверления ручной дрелью

1. Необходимо прочно закреплять заготовку в тисках, а сверло – в патроне дрели.
2. Необходимо прочно закреплять рукоятку на валу дрели.
3. Переставляя рукоятку на разные валы редуктора дрели, следует рационально регулировать частоту вращения сверла в зависимости от его диаметра. При диаметре сверла до 5 мм необходимо быстрое вращение, а при диаметре свыше 5 мм – медленное вращение.

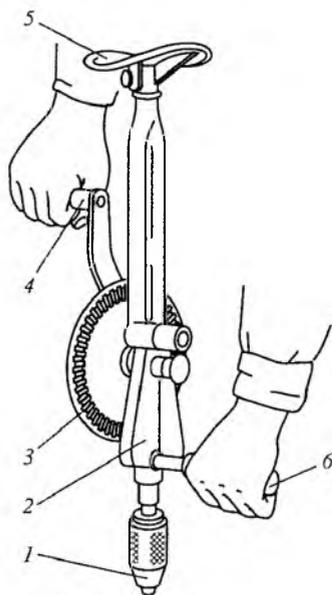


Рис. 3.62. Ручная дрель:
1 – патрон; 2, 3 – зубчатая передача;
4 – подвижная рукоятка; 5 – упор-нагрудник;
6 – неподвижная рукоятка

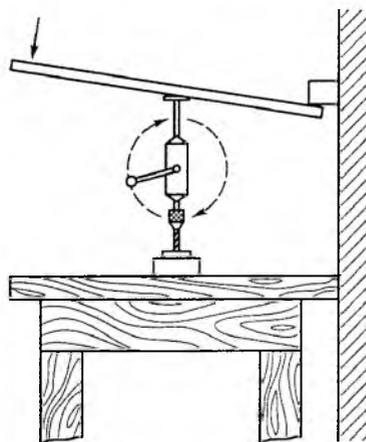


Рис. 3.63. Применение рычага

4. При сверлении не следует допускать перекоса сверла, кроме того, необходимо следить за перпендикулярностью сверла плоскости сверления.

5. При сверлении рукоятку дрели следует вращать равномерно, плавно, без рывков. Нажатие на упор дрели следует производить равномерно и постоянно в течение всего процесса сверления. Отступление от этого правила может привести к поломке сверла.

6. В конце сверления при выходе сверла из материала нужно ослабить нажатие на упор дрели и снизить частоту вращения сверла.

Следует иметь в виду, что чем короче выдвинутая из патрона часть сверла, тем устойчивее оно в работе. При просверливании глубокого отверстия сверлом малого диаметра следует закрепить сверло в патроне с вылетом, равным примерно половине глубины обрабатываемого отверстия, а затем, увеличив вылет сверла, довести обработку до конца.

Для облегчения процесса сверления и повышения его производительности используется рычаг для нажатия на упор дрели (рис. 3.63).

Трещотка (рис. 3.64) применяется лишь в тех случаях, когда для обработки отверстия нельзя использовать ни сверлильный станок, ни дрель. Трещотка имеет зажимной патрон 2 для сверла 1, укрепленный на шпинделе с храповым колесом 3. Противоположный конец шпинделя входит в гайку 4 с закаленным стальным центром 5. На шпинделе установлена рукоятка 8 с собачкой 9 храпового колеса. Эта конструкция позволяет передать режущему инструменту вращательное движение в одну сторону при качательном (вперед-назад) движении рукоятки. При обработке отверстия в заготовке нет необходимости удерживать трещотку в руках, она крепится к обрабатываемой заготовке при помощи скобы 7 струбицы 6.

Ручное механизированное оборудование (дрель) может иметь электрический и пневматический привод и отличаться большим раз-

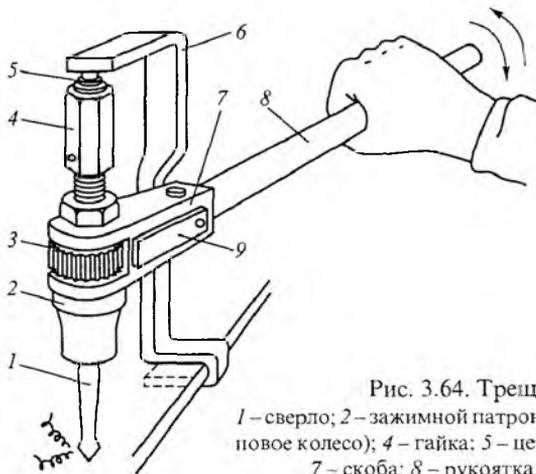


Рис. 3.64. Трещотка:

1 – сверло; 2 – зажимной патрон; 3 – трещотка (храповое колесо); 4 – гайка; 5 – центр; 6 – струбина; 7 – скоба; 8 – рукоятка; 9 – собачка

нообразием конструктивных решений. Выбор конструкции дрели зависит от характера и условий выполнения работ. В зависимости от мощности различаются тяжелые, средние и легкие дрели. Наибольшее распространение получили легкие и средние сверлильные машины.

Электрические дрели (рис. 3.65) легкого типа применяются для сверления отверстий диаметром до 10 мм, среднего типа – диаметром до 15 мм, тяжелого типа – диаметром до 32 мм. При работе электрические дрели легкого и среднего типа удерживают в руках. Электрические дрели тяжелого типа в процессе работы требуют дополнительных приспособлений для их крепления и удерживания. Такими приспособлениями являются различные подвесные устройства на пружинах и тросах (рис. 3.66), винтовые устройства с упором (рис. 3.67), а также устанавливаемый на дрель

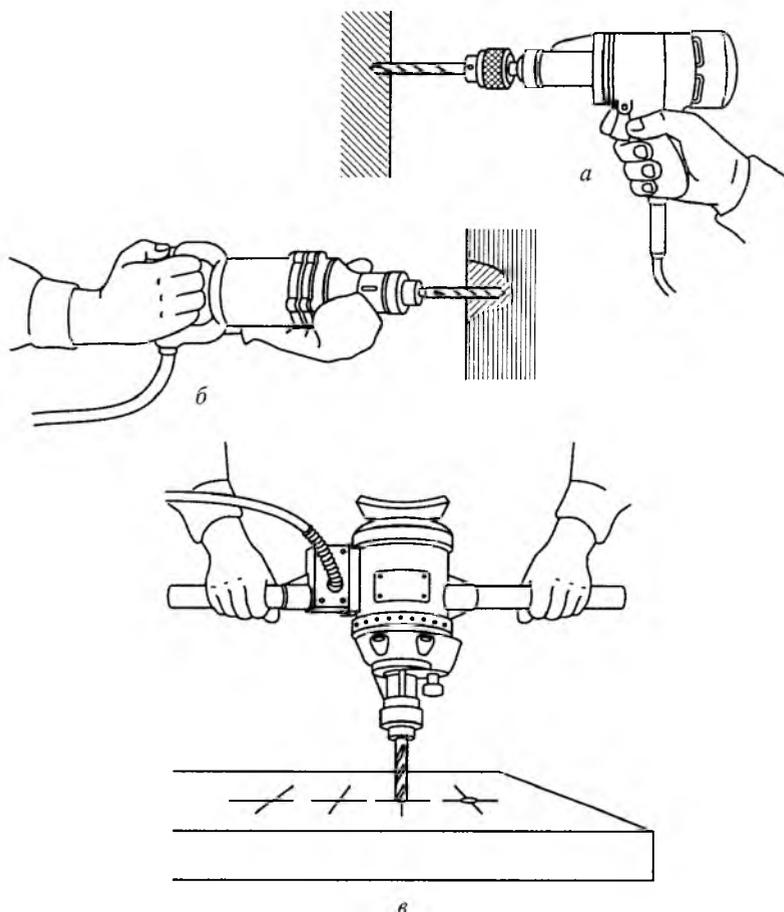


Рис. 3.65. Электрические дрели:
а – легкого типа; б – среднего типа; в – тяжелого типа

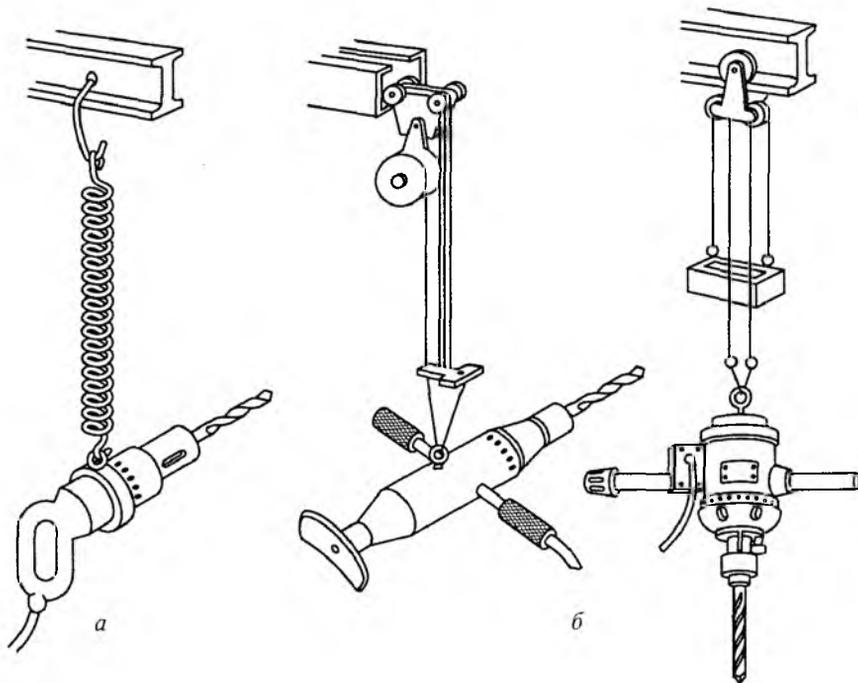


Рис. 3.66. Приспособления для удерживания электрических дрелей
тяжелого типа:
a – на пружине; *б* – на тросах

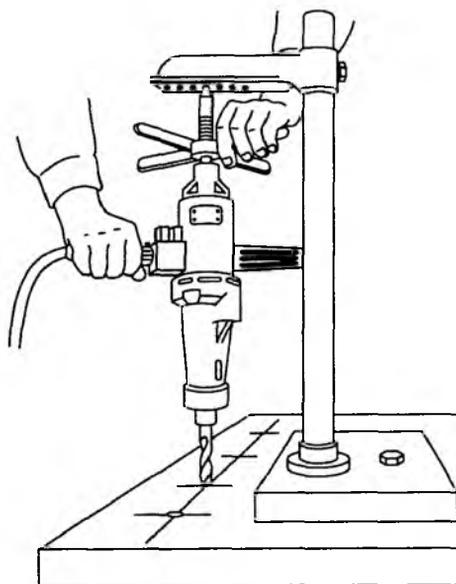


Рис. 3.67. Винтовое устройство с упором

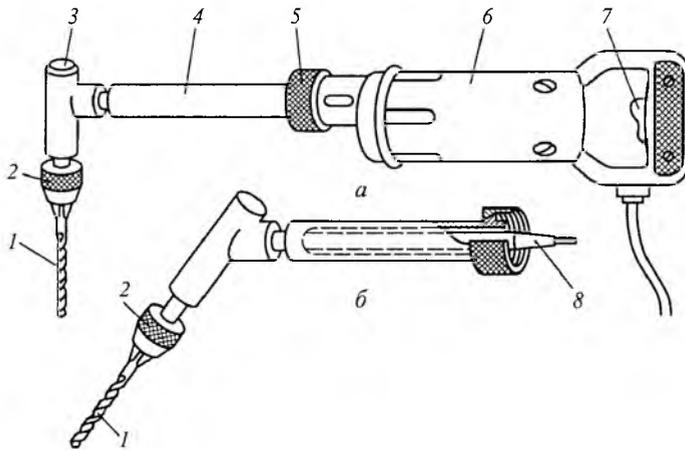


Рис. 3.68. Электрическая сверлильная машина с угловой насадкой: а – машина с головкой 90°; б – машина с головкой 45°; 1 – сверло; 2 – трехкулачковый патрон; 3 – головка; 4 – гайка крепления; 5 – трубка; 6 – корпус; 7 – кнопка выключения; 8 – валик

специальный грудной упор, позволяющий использовать мускульную энергию человека.

Электрическая сверлильная машина с угловой насадкой (рис. 3.68) предназначена для сверления отверстий в труднодоступных местах. На корпус 6 машины установлена трубка 5, которая крепится при помощи гайки 4. С трубкой соединена головка 3, расположенная под углом 90° к трубке и корпусу. Внутри головки 3 расположен шпиндель, на котором установлен трехкулачковый патрон 2 со сверлом 1. Шпиндель соединен с электродвигателем, находящимся в корпусе 6, при помощи валика 8 и конической зубчатой передачи, которая располагается в головке 3. Включение электрической машины осуществляется кнопкой 7. Головка, устанавливаемая на сверлильную машину, может иметь также наклон к оси корпуса 45°.

Основные правила сверления ручной электрической дрелью

1. До начала работы необходимо проверить исправность электрического провода и вилки.

2. Перед началом сверления необходимо проверить работу дрели на холостом ходу, а также убедиться в отсутствии биения сверла. При необходимости сверло следует либо заменить, либо закрепить заново.

3. При сверлении отверстий в заготовках из высокопрочных сталей следует пользоваться смазывающе-охлаждающей жидкостью.

4. Останавливать вращение электрической дрели следует только после выведения сверла из отверстия.

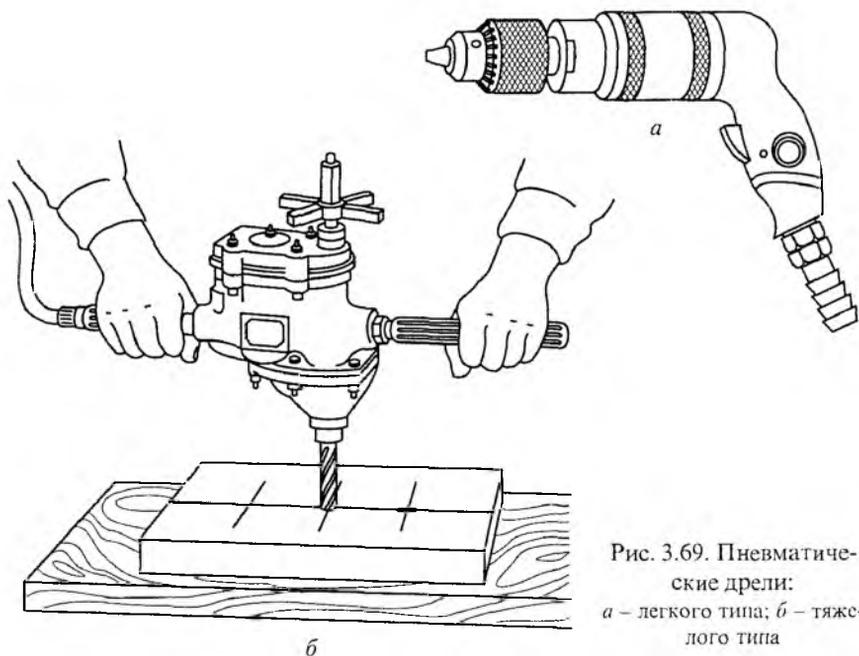


Рис. 3.69. Пневматические дрели:
а – легкого типа; *б* – тяжелого типа

Пневматические дрели (рис. 3.69) выпускаются в двух вариантах: легкого типа (рис. 3.69, *а*) и тяжелого типа (рис. 3.69, *б*). В связи с тем, что привод пневматических дрелей осуществляется от централизованной сети сжатого воздуха или индивидуального компрессора, они позволяют выполнять работы самого разного характера в различных условиях, в том числе и в труднодоступных местах. Наиболее интересные конструкции имеют сверлильные машины моделей Д-2 и УСМ-25.

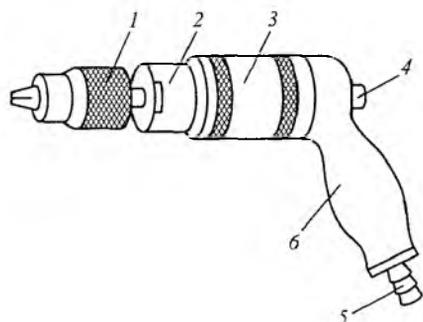


Рис. 3.70. Ручная сверлильная пневматическая машина Д-2:
1 – патрон; *2* – насадка; *3* – ротор; *4* – кнопка; *5* – ниппель; *6* – ручка

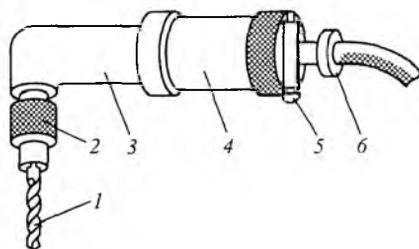


Рис. 3.71. Ручная сверлильная пневматическая машина УСМ-25:
1 – сверло; *2* – трехлапчатый патрон; *3* – головка; *4* – корпус; *5* – кнопка пуска; *6* – гайка

Ручная сверлильная пневматическая машина Д-2 (рис. 3.70) имеет частоту вращения шпинделя 2500 об/мин при давлении воздуха в сети 0,5 МПа и массу 1,8 кг. Пневматическая машина имеет ручку 6, ротор 3, насадку 2, патрон 1, кнопку 4 и ниппель 5. Она поставляется с комплектом угловых и кондукторных насадок, которые закрепляются в корпусе машины, что позволяет производить обработку в труднодоступных местах.

Ручная сверлильная пневматическая машина УСМ-25 (рис. 3.71) широко используется в слесарно-инструментальных, сборочных и ремонтных работах. Она состоит из корпуса 4, на который навернута головка 3. Внутри корпуса и головки установлен пневматический редуктор с расположенным на нем под углом 90° шпинделем с трехкулачковым патроном 2 со сверлом 1. Шланг воздухопровода закреплен на резьбовом ниппеле корпуса гайкой 6. Подача воздуха в редуктор машины осуществляется при нажатии кнопки 5.

Стационарное оборудование для сверления

Стационарным называется оборудование, находящееся на постоянном месте, при этом обрабатываемая заготовка доставляется к нему. К стационарному оборудованию относятся настольные, вертикальные и радиальные станки.

Настольные сверлильные станки (рис. 3.72) отличаются большим разнообразием конструкций, однако принцип их действия и область применения примерно одинаковы. В качестве примера рассмотрим быстроходный сверлильный настольный станок высокой точности с микрометрической подачей инструмента, предназначенный для сверления отверстий диаметром от 0,3 до 4,0 мм.

Основными несущими узлами этого станка являются стол 1 и колонна 12, которая крепится к столу болтами. По колонне перемещается в вертикальном направлении головка 11. Перемещение головки осуществляется при помощи винта 20, приводимого в движение рукояткой 8. На хоботе головки установлен электродвигатель 9, на валу которого закреплен четырехступенчатый шкив 22. К корпусу головки при помощи винтов прикреплен фланец 19 с отверстием для винта 20. На фланце установлена упорная шайба 21, ограничивающая подъем и опускание головки по колонне. В передней части головки выполнено отверстие, в котором перемещается стакан 14. Внутри стакана, в шарикоподшипниках 13 и 24 установлен шпиндель 4, а на нем – трехкулачковый сверлильный патрон 3. Шпиндель соединен со шлицевой переходной втулкой 17, на которой установлен и закреплен при помощи винтов шкив 16. Переходная втулка вращается в подшипниках 15, запрессованных в муфту 18, соединенную с головкой при помощи винтов. Шкивы 16 и 22 соединены между собой клиновыми ремнями. Частота вращения шпинделя изменяется в зависимости от установки ремней на шкивах. Клиноременная передача закрыта кожухом 7. На конический

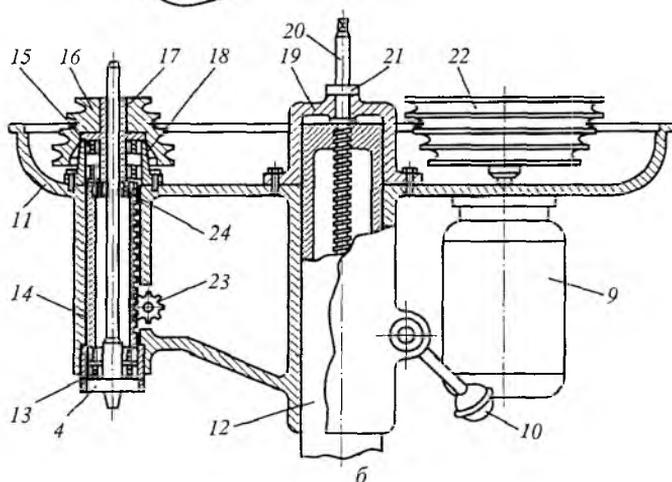
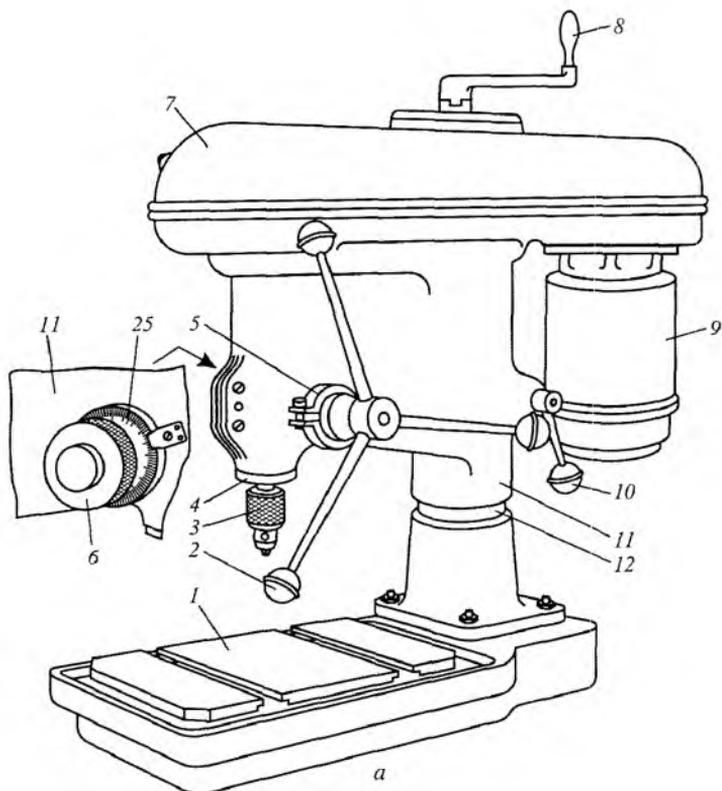


Рис. 3.72. Настольный сверлильный станок:

a – общий вид; *б* – узел привода; 1 – стол; 2, 8, 10 – рукоятки; 3 – трехкулачковый патрон; 4 – шпиндель; 5 – хомутик; 6 – лимб; 7 – кожух; 9 – электрический двигатель; 11 – головка; 12 – колонна; 13, 15, 24 – шарикоподшипники; 14 – стакан; 16, 22 – шкивы; 17 – переходная втулка; 18 – муфта; 19 – фланец; 20 – винт; 21 – упорная шайба; 23 – шестерня; 25 – нониус

хвостовик шпинделя устанавливается трехкулачковый патрон 3. Подача стакана 14 со шпинделем, патроном и сверлом осуществляется поворотом рукоятки 2, соединенной с валиком шестерни 23. При повороте рукоятки шестерня, входящая в зацепление с зубчатой рейкой стакана, опускает его со шпинделем и сверлом на заданную глубину. Хомут 5 на валике рукоятки 2 ограничивает глубину сверления. Более точная подача сверла при сверлении отверстий в деталях осуществляется по шкале лимба 6 и нониусу 25. Закрепление головки станка при ее подъеме и опускании осуществляется при помощи рукоятки 10.

Вертикально-сверлильные станки являются основным и наиболее распространенным типом сверлильных станков, применяемым для обработки отверстий в деталях сравнительно небольшого размера. Эти станки позволяют выполнять следующие виды работ: сверление, рассверливание, зенкование, зенкование, цекование и развертывание. Круг этих операций можно существенно расширить, применяя специальный инструмент.

В качестве примера рассмотрим конструкцию вертикально-сверлильного станка модели 2Н118. Этот универсальный станок часто используется в ремонтных, инструментальных и других производственных цехах мелкосерийного производства, а также в учебных мастерских профессиональных училищ и лицеев. Станок позволяет обрабатывать отверстия диаметром до 18 мм. Для обработки отверстий большего диаметра применяются станки этой же конструктивной линии (2Н125, 2Н135, 2Н150), позволяющие обрабатывать отверстия диаметром соответственно до 25, 35, 50 мм.

Станок модели 2Н118 (рис. 3.73) смонтирован на фундаментной плите 1, которая является основанием станка. На фундаментной плите установлена литая колонна 9, имеющая вертикальные направляющие в форме «ласточкина хвоста». По направляющим колонны перемещается стол 2, на котором производится установка и закрепление обрабатываемых заготовок. По тем же направляющим перемещается сверлильная головка 7; в ней

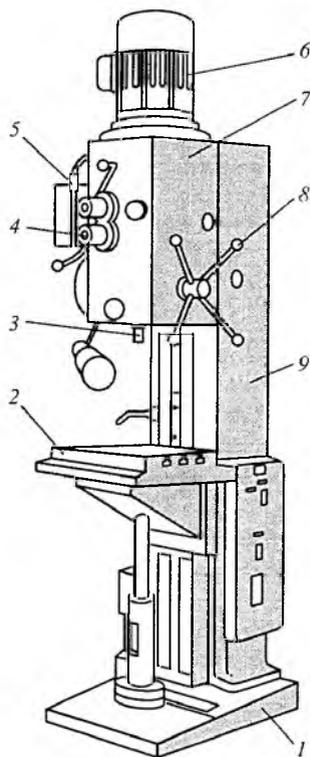


Рис. 3.73. Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н118:

1 – фундаментная плита; 2 – стол; 3 – шпиндель; 4 – коробка подачи; 5 – коробка скоростей; 6 – электрический двигатель; 7 – сверлильная головка; 8 – рукоятка; 9 – колонна

смонтированы все основные узлы станка: коробка скоростей 5, коробка подач 4 и шпиндель 3. Привод станка осуществляется от электрического двигателя 6, установленного в верхней части колонны. Мощность электродвигателя составляет 1,5 кВт, а частота вращения – 1420 об/мин. Перемещение шпинделя станка с установленным в нем инструментом производится при помощи рукоятки 8.

Коробка скоростей станка обеспечивает девять ступеней частот вращения шпинделя. Механизм подач станка приводится в действие от коробки скоростей через зубчатую передачу и обеспечивает выполнение следующих функций: ручной подвод инструмента к заготовке; ручную подачу инструмента; включение рабочей подачи; выключение рабочей подачи; ручной отвод шпинделя с инструментом от заготовки.

Установочные перемещения на станке, обеспечивающие оптимальное взаимное расположение заготовки и инструмента, осуществляются за счет перемещения стола или сверлильной головки со всеми установленными в ней механизмами при помощи специальных рукояток.

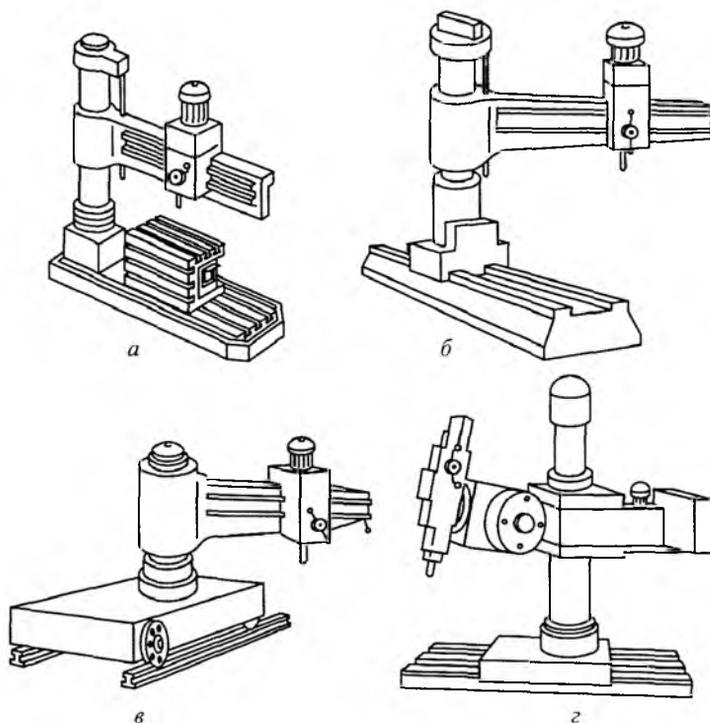


Рис. 3.74. Радиально-сверлильный станок:

а – общего назначения; *б* – с подвижной колонной; *в* – на специальной тележке; *г* – переносной

Радиально-сверлильные станки, как и вертикально-сверлильные, предназначены для обработки отверстий сверлением, рассверливанием, зенкерованием, зенкованием и развертыванием. При использовании специальных инструментов их технологические возможности могут быть существенно расширены.

Принципиальное отличие радиально-сверлильных станков от вертикально-сверлильных состоит в том, что при обработке шпиндель может перемещаться относительно обрабатываемой детали в разные стороны. Это обеспечивает обработку тяжелых деталей, установка и выверка положения которых на столе станка требует значительного времени. Такая конструктивная особенность радиально-сверлильных станков позволяет обрабатывать тяжелые корпусные детали с большим количеством отверстий, расположенных в одной плоскости. Радиально-сверлильные станки являются универсальными и применяются, как правило, в условиях мелкосерийного производства.

Наибольшее распространение получили следующие типы радиально-сверлильных станков.

Радиально-сверлильный станок общего назначения (рис. 3.74, а) имеет вертикально расположенный шпиндель, который может перемещаться в трех направлениях: вокруг колонны, по радиусам окружности, определяемым вылетом рукава, и вертикально вдоль своей оси. Заготовка устанавливается на столе станка.

Радиально-сверлильный станок с подвижной колонной (рис. 3.74, б), которая может перемещаться по направляющим станины. Станок предназначен для обработки тяжелых крупногабаритных заготовок.

Радиально-сверлильный станок (рис. 3.74, в) может быть смонтирован на специальной тележке, которая перемещается по железнодорожной колее. Такие станки применяются на вагоноремонтных заводах.

Радиально-сверлильный переносной станок (рис. 3.74, г) используется для обработки отверстий в крупногабаритных корпусных деталях; он устанавливается непосредственно на обрабатываемую заготовку.

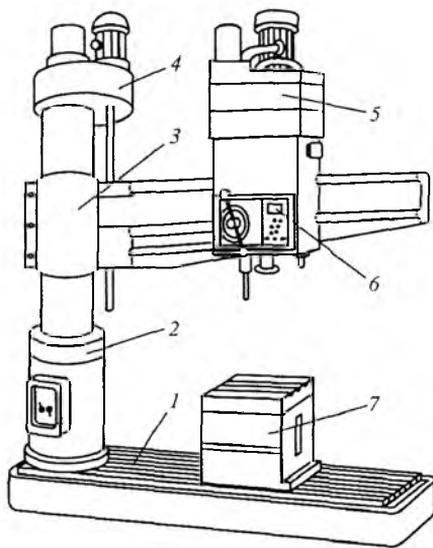


Рис. 3.75. Радиально-сверлильный станок мод. 2А554:

1 – фундаментная плита; 2 – коколь; 3 – рукав; 4 – механизм подъема; 5 – шпиндельная головка; 6 – пульт управления; 7 – стол

Такие станки широко применяются в тяжелом машиностроении и судостроении.

Наиболее широкое распространение получили станки первого типа, поэтому остановимся более подробно на их конструкции.

Основанием *радиально-сверлильного станка мод. 2А554* (рис. 3.75) является фундаментная плита 1, на которой жестко, при помощи болтов, закреплен цоколь 2. Сверлильная шпиндельная головка 5 со смонтированными в ней коробками скоростей, подачи и шпиндельным узлом устанавливается на направляющих рукава 3. Шпиндельная головка может перемещаться по направляющим рукава. Рукав 3 со сверлильной головкой монтируется на колонне, установленной в цоколе 2. Рукав может перемещаться по колонне в вертикальном направлении с помощью механизма подъема 4, который расположен на верхнем торце колонны на специальной поворотной площадке. Кроме того, рукав со шпиндельным блоком можно вручную поворачивать относительно оси колонны. Управление станком осуществляется с пульта 6.

Основные правила работы на сверлильном станке

1. Сверление следует производить только правильно заточенным сверлом, при необходимости нужно произвести переточку или заправку сверла. Контроль заточки необходимо осуществлять с помощью шаблона (рис. 3.76, а) или специального угломера (рис. 3.76, б).

2. Необходимо прочно закреплять сверло с цилиндрическим хвостовиком в патроне: торец сверла следует упереть в дно патрона, а затем закрепить его, поочередно вставляя ключ во все гнезда патрона.

3. Необходимо прочно закреплять сверло с коническим хвостовиком (патрон со сверлом) в шпинделе станка.

4. Для обеспечения прочного и безопасного крепления обрабатываемой детали необходимо:

- крупные корпусные заготовки закреплять на столе станка;
- призматические заготовки средней величины (длина 100... 120 мм, ширина 50... 60 мм, высота 30... 40 мм) закреплять в машинных тисках;
- небольшие заготовки (длина 70... 80 мм, толщина 1... 5 мм) закреплять в ручных тисочках;
- заготовки цилиндрической формы устанавливать и закреплять на призмах.

5. В месте сверления на детали нужно делать глубокое (1,0... 1,5 мм) керновое углубление.

6. Сверление отверстий больших диаметров (свыше 10 мм) необходимо выполнять в два приема: вначале сверлом диаметром 5... 6 мм, а затем сверлом необходимого диаметра.

7. Необходимо правильно определять скорость резания в зависимости от обрабатываемого материала и рационально настраивать станок на частоту вращения шпинделя.

8. Следует соблюдать правильную последовательность сверления при ручной подаче сверла:

- совместить вершину сверла с керновым углублением на заготовке;

- включить станок;
- сверлить отверстие на полную глубину;
- при выходе сверла из отверстия нажатие ослабить.

9. Необходимо правильно определять величину автоматической подачи и настраивать станок на эту величину.

10. Следует соблюдать правильную последовательность обработки сквозных отверстий при автоматической подаче сверла:

- совместить вершину сверла с керновым углублением на детали;
- включить станок;
- просверлить отверстие на глубину 3...5 мм, используя ручную подачу;

- не выводя сверла из отверстия, включить автоматическую подачу;

- сверлить отверстие на полную глубину.

11. При сверлении отверстий по кондуктору необходимо соблюдать следующие правила:

- заготовка должна быть прочно закреплена в кондукторе или кондуктор на заготовке;

- диаметр сверла должен точно соответствовать диаметру отверстия во втулке кондуктора.

12. При сверлении стальных деталей следует применять смазывающе-охлаждающую жидкость.

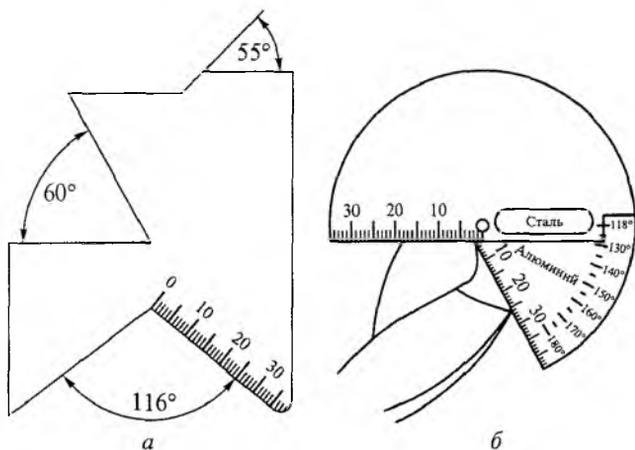


Рис. 3.76. Шаблон для контроля заточки сверл:
а – шаблон; б – контроль угла при вершине

13. Чугунные детали нужно сверлить без охлаждения сверла.

14. После окончания работы следует проверить соответствие просверленных отверстий (диаметр, глубина) и межцентровых расстояний требованиям чертежа.

Правила безопасности при сверлении:

- запрещается сверлить незакрепленную или слабо закрепленную заготовку;
- следует убирать волосы под головной убор;
- необходимо тщательно застегивать обшлага на рукавах;
- запрещается сильно нажимать на рычаг подачи сверла, особенно при сверлении отверстий малого диаметра;
- запрещается наклоняться близко к месту сверления во избежание попадания стружки в глаза;
- запрещается сдувать стружку.

Режимы резания и припуски при обработке отверстий

Режимы резания при сверлении

В процессе образования отверстия сверло одновременно совершает вращательное и поступательное движения, при этом режущие кромки сверла срезают тонкие слои материала, образуя стружку. Чем быстрее вращается сверло и чем большее расстояние за один оборот оно преодолевает в направлении оси обрабатываемого отверстия, тем быстрее происходит резание.

Скорость резания зависит от частоты вращения сверла и его диаметра, перемещение сверла вдоль оси заготовки за один оборот влияет на толщину снимаемого слоя материала (стружки). Сверло по сравнению с другими режущими инструментами работает в достаточно тяжелых условиях, так как при сверлении затруднен отвод стружки и подвод смазывающе-охлаждающей жидкости.

Основными элементами резания при сверлении являются скорость и глубина резания, подача, толщина и ширина стружки (рис. 3.77).

Скорость резания V – путь, пройденный точкой на режущей кромке сверла, наиболее удаленной от оси его вращения. Определяют скорость резания по формуле $V = \pi dn/1000$ (где V – скорость резания, м/мин; d – диаметр сверла, мм; n – частота вращения шпинделя, об/мин; π – постоянное число, равное 3,14; число 1000 введено в формулу для перевода диаметра сверла в метры). Величина скорости резания зависит от материала заготовки, материала инструмента и формы его заточки, подачи, глубины резания и наличия охлаждения при обработке отверстия.

Подача S измеряется в миллиметрах на один оборот сверла (мм/об). Величина подачи при сверлении выбирается в зависимости от требований, предъявляемых к шероховатости обработанной поверх-

ности и точности обработки, обрабатываемого материала и материала сверла.

Глубина резания t измеряется в миллиметрах и представляет собой расстояние от обрабатываемой поверхности до оси сверла, т.е. при сверлении глубина резания составляет половину диаметра сверла, а при рассверливании – половину разности между диаметром предварительно просверленного отверстия и диаметром сверла.

Толщина среза (стружки) a измеряется в направлении, перпендикулярном режущей кромки сверла, и равна половине величины перемещения сверла относительно оси обрабатываемого отверстия за один его оборот, т.е. половине величины подачи. Поскольку слой материала за один оборот сверла снимается двумя режущими зубьями, то каждый из этих зубьев удаляет слой материала, толщина которого равна половине величины подачи сверла на один его оборот.

Ширина среза b измеряется вдоль режущей кромки и равна ее длине. При рассверливании ширина среза равна длине режущей кромки, участвующей в резании. Измеряется ширина среза в миллиметрах.

Режимы резания устанавливаются с целью обеспечения наибольшей производительности. При этом необходимо учитывать физико-механические свойства материала обрабатываемой заготовки, свойства материала инструмента и требования к качеству обработанной поверхности, заданные чертежом или техническими условиями на изготовление.

Теоретический расчет элементов режима резания выполняют в приведенной ниже последовательности.

1. По специальным справочным таблицам выбирают величину подачи в зависимости от характера обработки, требований к качеству обработанной поверхности, материала сверла и других технологических данных.

2. Рассчитывают скорость инструмента с учетом технологических возможностей, режущих свойств материала инструмента и физико-механических свойств обрабатываемой заготовки.

3. Определяют расчетную частоту вращения шпинделя в соответствии с найденной скоростью резания. Полученную величину

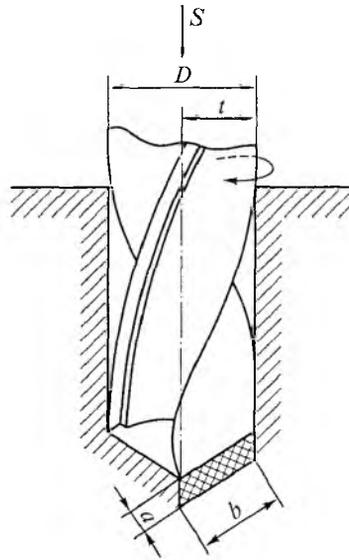


Рис. 3.77. Элементы резания при сверлении:
 S – подача; D – диаметр отверстия;
 t – глубина резания; b – ширина среза;
 a – толщина среза

сравнивают с паспортными данными станка и принимают равной ближайшему наименьшему значению этой частоты.

4. Определяют действительную скорость резания, с которой будет производиться обработка.

На практике для определения режимов резания используют готовые данные технологических карт и таблиц справочников.

Режимы резания при зенкеровании и развертывании, а также критерии их выбора практически не отличаются от выбора этих параметров при сверлении.

Припуски на обработку отверстий

Припуск – это слой материала, подлежащий снятию при обработке. Величина этого слоя зависит от требований, предъявляемых к обработанной поверхности и вида обработки.

При сверлении припуск на обработку составляет половину диаметра сверла. При рассверливании припуск определяется в зависимости от требований к обработанной поверхности и от необходимости в ее дальнейшей обработке (зенкеровании, развертывании). Припуск на зенкерование, в зависимости от того, является оно предварительным (перед развертыванием) или окончательным, составляет от 0,5 до 1,2 мм. Величина припуска зависит также от диаметра обрабатываемого отверстия. Припуск на развертывание зависит от диаметра обрабатываемого отверстия и от требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности и составляет от 0,05 до 0,3 мм. Типичные дефекты при обработке отверстий, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 3.2.

Контрольные вопросы

1. От чего зависят различные формы и углы заточки режущей части сверла?
2. Почему обработку отверстия развертыванием выполняют вращением развертки по часовой стрелке?
3. От чего зависит износ режущего стержневого инструмента для обработки отверстий?
4. От чего зависит скорость резания при обработке отверстия?
5. Каковы преимущества применения механизированного и стационарного оборудования для обработки отверстий перед их ручной обработкой?
6. Почему для обработки отверстий зенкерованием и развертыванием нельзя применять ручной механизированный инструмент?

3.3. Обработка резьбовых поверхностей

Обработка резьбовых поверхностей – это операция, которая осуществляется снятием слоя материала (стружки) с обрабатываемой поверхности или без снятия стружки, т.е. пластическим деформированием. В первом случае речь идет о нарезании резьбы, а

**Типичные дефекты при обработке отверстий, причины их появления
и способы предупреждения**

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Сверление</i>		
Перекоc отверстия	Стол станка неперпендикулярен шпинделю. Попадание стружки под нижнюю поверхность заготовки. Неправильные (непараллельные) подкладки. Неправильная установка заготовки на столе станка. Неисправные и неточные приспособления	Выверить правильность положения стола. При установке очищать стол и заготовку от грязи и стружки. Исправить или заменить прокладки. Проверить установку и крепление заготовки. Заменить приспособление исправным
Смещение отверстия	Биение сверла в шпинделе. Увод сверла в сторону. Неправильная установка или слабое крепление заготовки на столе (при сверлении заготовка сместилась). Неверная разметка при сверлении по разметке	Устранить биение сверла. Проверить правильность заточки сверла, выверить его на биение и правильно заточить. Проверить установку и крепление заготовки, надежно закрепить ее на столе станка. Правильно разметать заготовку
Завышенный диаметр отверстия	Люфт шпинделя станка. Неправильные углы заточки сверла или разная длина режущих кромок. Смещение поперечной режущей кромки	Во всех перечисленных случаях следует правильно переточить сверло
Грубо обработана поверхность стенок отверстия	Завышена подача сверла. Тупое и неправильно заточенное сверло. Некачественная установка заготовки или сверла. Недостаточное охлаждение или неправильный состав охлаждающей жидкости	Правильно заточить сверло. Проверить правильность крепления сверла и обрабатываемой заготовки. Увеличить охлаждение сверла или заменить охлаждающую жидкость
Увеличение глубины отверстия	Неправильная установка упора на глубину	Точно установить упор на заданную глубину резания

Дефект	Причина	Способ предупреждения
<i>Зенкерование</i>		
Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности отверстия	Под зубья инструмента попадает стружка	Отверстия в заготовках из стали обрабатывать с применением смазывающе-охлаждающей жидкости
Перекос отверстия, зенкерowanego в необработанной корпусной детали	Неправильная установка заготовки на столе станка	При установке заготовки на столе станка особое внимание обращать на расположение оси обрабатываемого отверстия относительно оси инструмента. Прочно закреплять заготовку на столе станка
Диаметр зенкованной части отверстия больше диаметра зенковки	Диаметр штифта зенковки меньше диаметра отверстия	Внимательно следить за тем, чтобы диаметр штифта зенковки точно соответствовал диаметру обрабатываемого отверстия
Глубина зенкования части отверстия меньше или больше заданной	Работа не окончена. Невнимательность при измерениях, невнимательность при работе	Продолжить работу и более внимательно относиться к измерению глубины зенкования. Во втором случае брак является неисправимым
<i>Развертывание</i>		
Грубая обработка, задиры на обработанной поверхности	Обработка производилась без смазывающе-охлаждающей жидкости. Применялись неправильные приемы развертывания	И при черновом и при чистовом развертывании отверстий в стальных деталях обязательно применять смазывающе-охлаждающую жидкость. Развертывание производить только вращением воротка по часовой стрелке
Диаметр развернутого отверстия меньше заданного, проходная пробка калибра не входит в отверстие	Работа выполнялась сильно изношенной разверткой	Сменить инструмент

во втором – о ее накатывании. В условиях промышленного производства обработка проводится с использованием универсального или специального (резьбонарезного и резьбонакатного) оборудования. На практике при сборке, ремонте оборудования и проведении монтажных работ применяется нарезание и накатывание резьбы вручную или с помощью ручных механизированных инструментов и приспособлений.

Резьба и ее элементы

Понятие о винтовой линии

Если взять кусочек фольги, вырезанный в форме прямоугольного треугольника 2 и навернуть его на цилиндр 1 (рис. 3.78), то гипотенуза AC этого треугольника образует на цилиндрической поверхности винтовую линию. При этом длина окружности основания цилиндра должна быть равна длине катета AB треугольника. Высота цилиндра, по которому винтовая линия делает один полный оборот (в нашем случае это длина катета CB), называется шагом винтовой линии. Угол, под которым винтовая линия поднимается по поверхности цилиндра (в рассматриваемом примере это угол между катетом AB и гипотенузой AC), называется углом подъема винтовой линии.

Понятие о резьбе

Если на цилиндрической поверхности вдоль винтовой линии прорезать канавку, то получится резьба, форма которой будет определяться формой прорезанной канавки. Винтовая канавка, прорезанная на поверхности цилиндра, называется *впадиной резьбы*, а винтовой выступ, образующийся в результате прорезания канавки на протяжении одного поворота цилиндра, – *витком* или *ниткой резьбы*. Цилиндрический стержень, имеющий по всей длине или на некоторой его части винтовую поверхность, называется винтом, а отверстие, имеющее винтовую поверхность, – гайкой.

В зависимости от формы прорезанной канавки различают несколько *профилей резьб* (рис. 3.79): треугольный; трапециевидальный; ходовой; прямоугольный (ленточный); трапециевидальный упорный; круглый.

По числу ниток резьбы делят на одно-, двух-, трех- и многозаходные. Число заходов конк-

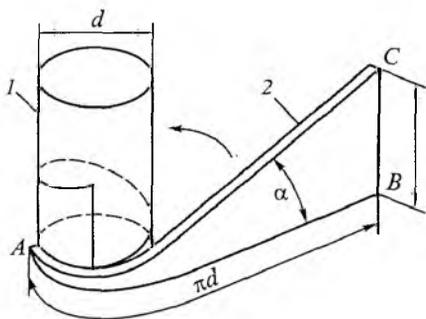


Рис. 3.78. Винтовая линия:

1 – цилиндр; 2 – треугольник; d – диаметр цилиндра; α – угол подъема винтовой линии; AB , CB , AC – соответственно катеты и гипотенуза треугольника

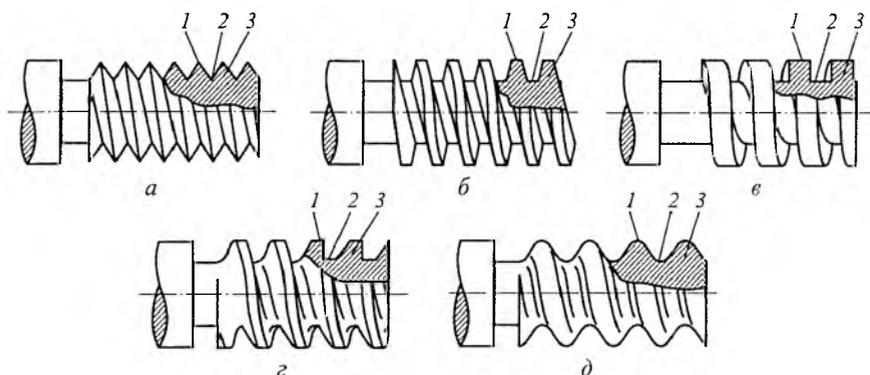


Рис. 3.79. Профили резьб:

a – треугольный; *б* – трапецидальный; *в* – прямоугольный; *г* – трапецидальный упорный; *д* – круглый; 1 – вершина; 2 – впадина; 3 – шаг резьбы

ретной резьбы можно определить по количеству выходов концов ниток резьбы на торцевой поверхности винтовой детали (винта или гайки).

Элементы резьбы

Каждая резьба характеризуется определенными числовыми параметрами – элементами (рис. 3.80), которыми являются шаг, угол профиля, высота профиля, наружный, внутренний и средний диаметры.

Шаг резьбы P – это расстояние в миллиметрах между вершинами двух соседних витков резьбы, измеренное в направлении ее оси.

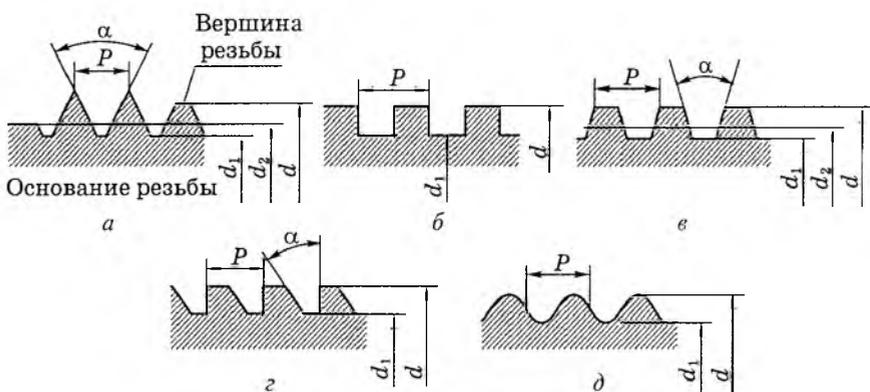


Рис. 3.80. Элементы резьб:

a – треугольной; *б* – прямоугольной; *в* – трапецидальной; *г* – трапецидальной упорной; *д* – круглой; α – угол профиля; *P* – шаг резьбы; *d* – наружный диаметр резьбы; *d*₁ – внутренний диаметр резьбы; *d*₂ – средний диаметр резьбы

Высота профиля t – это расстояние от вершины резьбы до основания профиля, измеренное в направлении, перпендикулярном оси резьбы.

Основание резьбы – это участок профиля резьбы, находящийся на наименьшем расстоянии от ее оси.

Угол профиля α – это угол между прямолинейными участками сторон профиля резьбы.

Наружный диаметр резьбы d – это наибольший диаметр, измеряемый по вершинам резьбы перпендикулярно ее оси.

Внутренний диаметр резьбы d_1 – это наименьшее расстояние между противоположными основаниями резьбы, измеренное перпендикулярно ее оси.

Средний диаметр резьбы d_2 – это диаметр условной окружности, проведенный посередине профиля резьбы между дном впадины (основанием резьбы) и вершиной выступа перпендикулярно оси резьбы.

Типы и системы резьб

Профиль резьбы (см. рис. 3.79) зависит от формы рабочей части инструмента, которым получают резьбу. По назначению резьбы делятся на крепежные и специальные. К крепежным резьбам относятся треугольные, а к специальным – прямоугольные, трапецеидальные, упорные и круглые. Крепежные резьбы бывают цилиндрическими и коническими, позволяющими получить плотное соединение. Специальные резьбы применяются в большинстве случаев для механизмов преобразования движения, изготавливаются на специальном оборудовании и не рассматриваются в данном учебнике.

В машиностроении приняты три системы резьб: метрическая, дюймовая и трубная.

Метрическая резьба (рис. 3.81) имеет профиль равностороннего треугольника с углом при вершине 60° , вершины выступов винта и гайки срезают во избежание заедания резьбы при свинчивании. Метрические резьбы характеризуются размером наружного диаметра и шагом винта, выраженными в миллиметрах. Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом. Резьбы с крупным шагом обозначаются буквой М и цифрой, соответствующей диаметру винта, например М20. Метрические резьбы с мелким шагом также обозначают буквой М и цифрами, расположенными через знак умножения. Цифры соответственно характеризуют номинальный диаметр резьбы и ее шаг, например М10×1.

Дюймовая резьба (рис. 3.82) применяется при ремонтных работах и изготовлении запасных частей к импортному и старому оборудованию. Профиль этой резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° и плоско срезанными вершинами витков винта и гайки. Основной характеристикой дюймовой резьбы является количество ниток на один дюйм дли-

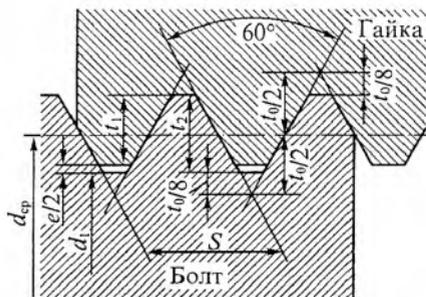


Рис. 3.81. Метрическая резьба (размеры указаны в миллиметрах): $d_{\text{сп}}$ – средний диаметр резьбы; e – нормированный зазор; d_1 – внутренний диаметр резьбы; S – шаг резьбы; t_0 – теоретическая высота профиля; t_1 – расстояние между вершинами витков болта и гайки; t_2 – расстояние от вершины витка до дна впадины

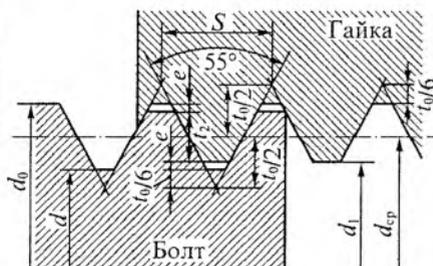


Рис. 3.82. Дюймовая резьба (размеры указаны в миллиметрах): d_0 – наружный диаметр резьбы; d – внутренний диаметр резьбы болта; d_1 – внутренний диаметр резьбы гайки; $d_{\text{сп}}$ – средний диаметр резьбы; S – шаг резьбы; t_0 – высота профиля; e – нормированный зазор

ны резьбы. Наружный диаметр резьбы (диаметр винта) также измеряют в дюймах. Крепежные дюймовые резьбы имеют диаметры от $\frac{3}{16}$ до 4 дюймов и от 24 до 3 ниток резьбы на один дюйм ее длины.

Трубная резьба (рис. 3.83) имеет профиль, аналогичный дюймовой резьбе, и меньший шаг. Вершины витков срезаны не плоско, как у дюймовых и метрических резьб, а по радиусу. Кроме того, у трубных резьб отсутствуют зазоры между витками винта и гайки, что обеспечивает более высокую плотность соединения, чем у метрических и дюймовых резьб. Основной характеристикой трубных резьб является количество ниток резьбы на один дюйм ее длины.

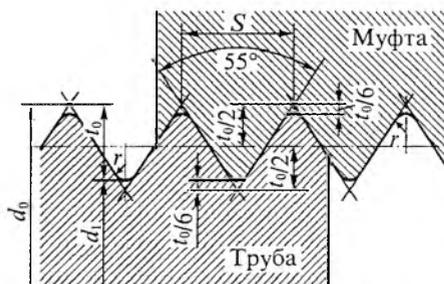


Рис. 3.83. Трубная резьба (размеры указаны в миллиметрах): d_0 – наружный диаметр резьбы; d_1 – внутренний диаметр резьбы; t_0 – высота профиля; r – радиус впадины; S – шаг резьбы

Трубные резьбы имеют диаметры от $\frac{1}{8}$ до 6 дюймов при числе ниток на дюйм от 28 до 11. Диаметр дюймовой резьбы условно считается диаметр отверстия (просвета) трубы, а не наружный диаметр. Такая резьба применяется для соединения труб, арматуры трубопроводов и других тонкостенных деталей. Обозначают трубную резьбу на чертежах с указанием диаметра, например Труб. $\frac{3}{8}$ ".

Определение размеров резьб (рис. 3.84). При нарезании резьб

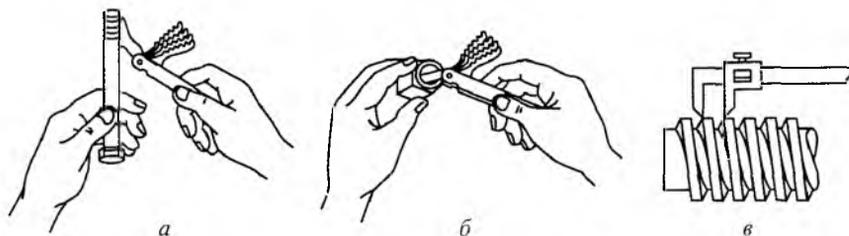


Рис. 3.84. Контроль резьб:
 а, б – шагомером-шаблоном; в – штангенциркулем

возникает необходимость проверки их качества. Для проверки наружного диаметра резьбы используется штангенциркуль или микрометр, внутренний диаметр проверяют при помощи штангенциркуля, средний диаметр – специальным резьбовым микрометром, шаг резьбы контролируют при помощи специального резьбового шагомера (миллиметрового или дюймового).

Нарезание и накатывание резьб

Инструменты для нарезания внутренних резьб

Для нарезания внутренних резьб как вручную, так и с использованием различного механизированного оборудования применяют особый инструмент – метчик.

Метчики отличаются различными конструктивными решениями, которые зависят от характера и условий обработки, а также от материала обрабатываемой заготовки. Однако принцип конструкции у всех метчиков одинаков.

Метчик (рис. 3.85) представляет собой закаленный винт, на котором прорезано несколько прямых или винтовых канавок, образующих режущие кромки инструмента. Канавки также обеспечивают размещение стружки, образующейся при резании, по ним стружка может выводиться из зоны резания.

Метчик состоит из двух частей – рабочей и хвостовика, на конце которого выполнен квадрат (у ручных метчиков). Рабочая часть метчика включает в себя: режущую (заборную) часть, которая обеспечивает удаление основной части припуска на обработку; калибрующую часть, осуществляющую окончательную обработку резьбы; стружечные канавки; перья (витки резьбы, разделенные стружечными канавками) и сердцевину, обеспечивающую метчику достаточную для обработки прочность и жесткость. Хвостовая часть метчика служит для закрепления его в воротке, которым производятся рабочие и холостые перемещения метчика.

Рабочую часть метчика изготавливают из инструментальных углеродистых сталей марок У11, У11А, быстрорежущей стали или твердого сплава. Выбор материала рабочей части зависит от фи-

зико-механических свойств обрабатываемой заготовки. У цельных метчиков материал хвостовой части тот же, а у метчиков, состоящих из двух частей, соединяемых сваркой, хвостовую часть изготавливают из конструкционной стали марок 45 и 40Х. Число стружечных канавок, выполненных на метчике, зависит от его диаметра (три канавки для метчиков диаметром до 20 мм и четыре – для метчиков диаметром свыше 20 мм).

Основную работу при нарезании резьбы выполняют режущие кромки, образованные пересечением передних поверхностей канавки с задними (затылованными, выполненными по архимедовой спирали) поверхностями рабочей части. Затылование задней поверхности режущих зубьев позволяет сохранить постоянным их профиль после переточки, которая осуществляется централизованно в заточных цехах.

Как правило, метчики изготавливают с прямыми канавками, однако для улучшения условий резания и получения точных и чистых резьб применяют метчики с винтовыми канавками. Угол на-

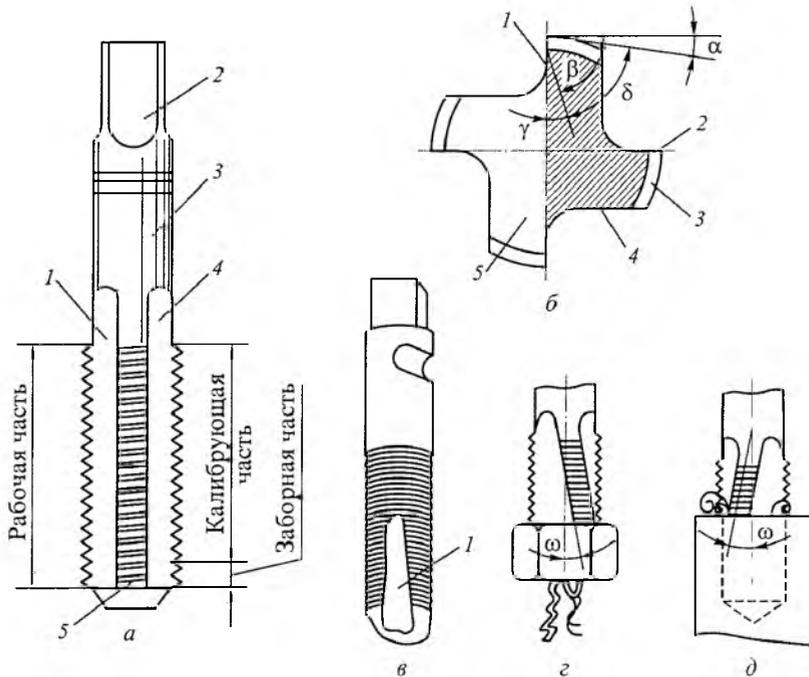


Рис. 3.85. Метчик:

a – конструкция: 1 – нитка (виток); 2 – квадрат; 3 – хвостик; 4 – канавка; 5 – режущее перо; *б* – геометрические параметры: 1 – передняя поверхность; 2 – режущая кромка; 3 – затылованная поверхность; 4 – задняя поверхность; 5 – режущее перо; α – задний угол; β – угол резания; δ – угол заострения; γ – передний угол; *в* – с винтовой стружечной канавкой: 1 – канавка; *г* – нарезание сквозной резьбы; *д* – нарезание глухой резьбы: ω – угол наклона винтовой канавки

клона такой канавки к оси метчика составляет $8 \dots 15^\circ$. Для получения точных и чистых резьбовых поверхностей в сквозных отверстиях при обработке мягких и вязких материалов используют бесканавочные метчики.

Конструкция метчиков зависит от их назначения. В соответствии с этим используют ручные (слесарные), гаечные (машинно-ручные), плашечные, маточные, сборные и специальные метчики.

По способу применения метчики делят на две группы: ручные и машинные.

Ручные (слесарные) метчики служат для нарезания резьбы вручную. Они обычно выпускаются комплектами из двух-трех штук в зависимости от диаметра обрабатываемой резьбы. В комплект входят черновой, средний и чистовой метчики, а если комплект состоит из двух метчиков, то в нем имеются черновой и чистовой метчики. Комплектование метчиков по несколько штук связано с необходимостью разделения слоя металла при нарезании резьбы на очень малые части, так как обработка выполняется в весьма сложных условиях (затруднен отвод стружки из зоны резания). Если для нарезания резьбы применять один метчик (т. е. соединить в одном метчике и черновой и чистовой), то его длина будет чрезвычайно большой, что снизит жесткость и прочность инструмента и соответственно качество обработки резьбовой поверхности. Поэтому рабочую часть метчика делят на части, выполняя каждую из них в виде отдельного инструмента.

Для того чтобы различить метчики одного комплекта на их хвостовой части помимо обозначения размера резьбы наносят круговые риски – одну для чернового метчика, две – для среднего и три – для чистового. Заборная часть чернового метчика имеет $6 \dots 8$ витков, среднего – $3 \dots 4$, а чистового – всего $1,5 \dots 2$ витка. Величина срезаемого слоя металла между метчиками комплекта распределяется следующим образом: первый метчик снимает 50% резьбы, второй – 30%, а третий калибрует резьбу начисто, снимая 20% припуска.

Машинно-ручные метчики позволяют нарезать цилиндрические и конические резьбы с шагом до 3 мм в сквозных и глухих отверстиях с использованием механизированных приспособлений и стационарного оборудования, а также вручную. От ручных метчиков они отличаются значительно большими размерами хвостовика и большей длиной заборной части. При нарезании резьб в заготовках из чугуна и конструкционной стали применяется один метчик, для нарезания резьб в заготовках из высокопрочной стали используется комплект метчиков из двух штук.

Гаечные метчики (рис. 3.86) служат для нарезания резьбы на токарных станках (рис. 3.86, а) и на специальных гайконарезных автоматах (рис. 3.86, б). При использовании гаечных и машинных метчиков на станках их крепят в специальных предохранительных



Рис. 3.86. Гаечные метчики:
a – для токарного станка; *б* – для гайконарезных автоматов

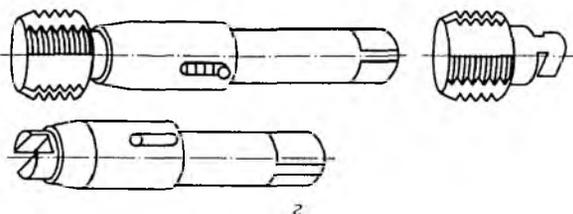
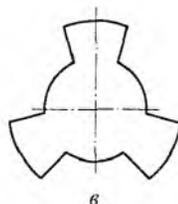
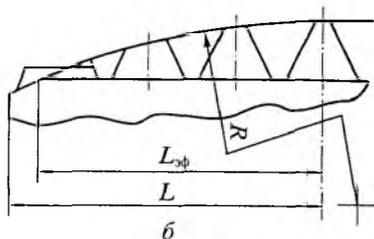
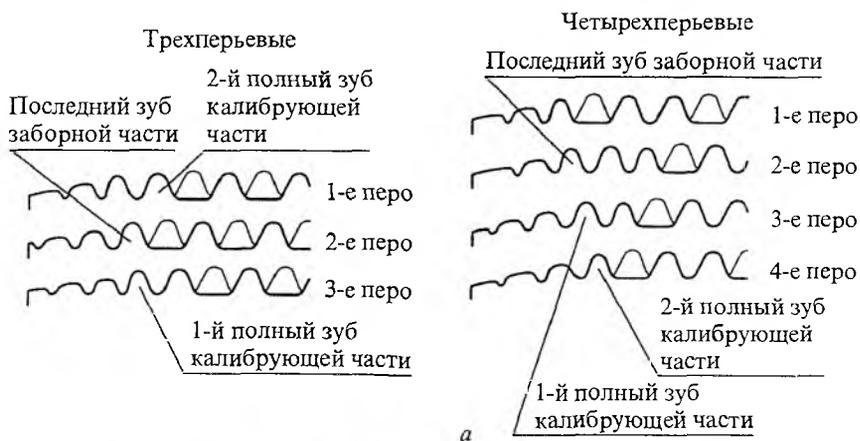


Рис. 3.87. Специальные метчики:
a – трех- и четырехперьевые; *б* – конструкция рабочей части: *R* – радиус рабочей части; *L_ф* – длина режущей части; *L* – длина рабочей части; *в* – поперечное сечение метчика типа «Аллигатор»; *г* – конструкция метчика французской фирмы «Джаним»

патронах, обеспечивающих самовыключение при перегрузке. Нарезаемые гайки при этом накапливаются на хвостовике метчика.

Специальные метчики (рис. 3.87) составляют большую группу, в которую входят ненормализованные конструкции метчиков, предназначенных для определенных условий эксплуатации. К ним относятся метчики с профилем поперечного сечения, показанным на рис. 3.87, *в*. Такие метчики под названием «Аллигатор» выпускает одна из французских фирм. Благодаря повышенной прочности и жесткости такие метчики позволяют обрабатывать за один проход резьбы в высокопрочных материалах. На рис. 3.87, *г* представлен метчик с механическим соединением рабочей части и хвостовика французской фирмы «Джаним».

Приспособления для нарезания внутренних резьб

Для нарезания внутренней резьбы метчиками вручную используют приспособление – вороток, который устанавливают на квадратный конец хвостовой части метчика и сообщают ему вращательное движение.

Воротки (рис. 3.88) бывают различных конструкций, которые имеют свои преимущества и недостатки. Простейшим является вороток с тремя квадратными отверстиями разного размера.

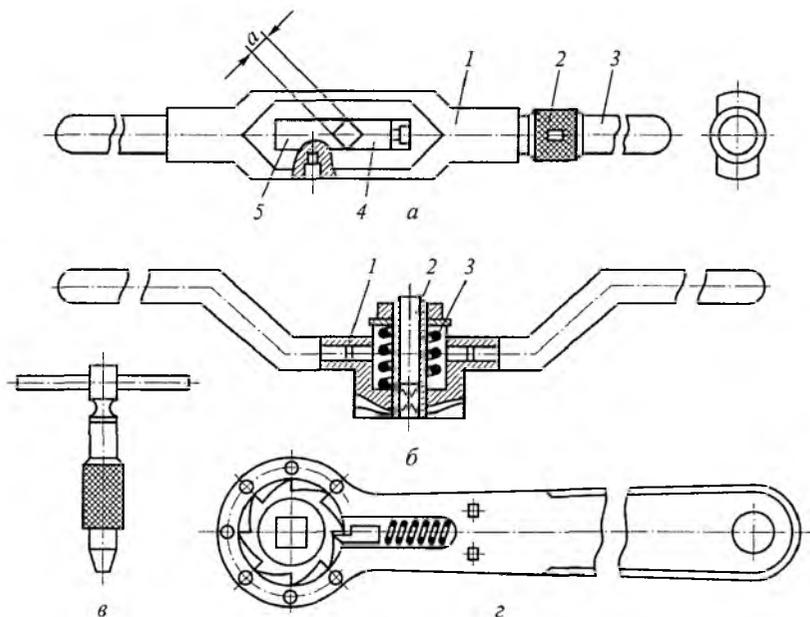


Рис. 3.88. Воротки:

а – раздвижной: 1 – рамка; 2 – муфта; 3 – рукоятка; 4 – подвижный сухарь; 5 – неподвижный сухарь; *а* – сторона квадратного отверстия; *б* – предохранительный: 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – пружина; *в* – торцевой; *г* – с трещоткой

Универсальный вороток (рис. 3.88, а) представляет собой рамку 1 с двумя сухарями: подвижным 4 и неподвижным 5, образующими квадратное отверстие. Одна из рукояток 3 заканчивается винтом, перемещающим подвижный сухарь 4 и обеспечивающим закрепление квадрата хвостовика метчика. Надежность крепления обеспечивается муфтой 2 с отверстием для стопора.

Для предохранения метчика от поломок используются воротки с выключающимися кулачками (рис. 3.88, б). В этих воротках корпус 1 и втулка 2 имеют косые кулачки, сцепляющиеся между собой. Когда усилие, передаваемое рукояткой, превышает усилие пружины 3, кулачки корпуса выходят из зацепления с кулачками втулки. При этом корпус продолжает вращаться, а метчик остается неподвижным.

Торцевой вороток (рис. 3.88, в) напоминает своим устройством торцевой ключ с ограничением вращательного момента. Такие воротки применяются при нарезании резьб в труднодоступных местах, так как они позволяют работать одной рукой.

Воротки с трещоткой (рис. 3.88, г) служат для нарезания резьб в отверстиях, расположенных в труднодоступных местах, когда за один прием можно повернуть вороток лишь на небольшой угол. Эти воротки бывают односторонними и двусторонними, т. е. с рукоятками по обе стороны головки.

При обработке внутренних резьбовых поверхностей с использованием механизированного инструмента или на металлорежущих станках применяются специальные предохранительные приспособления, ограничивающие величину крутящего момента с целью предупреждения поломки метчика при обработке.

Предохранительный патрон (рис. 3.89) служит для крепления метчиков в шпинделе сверлильного станка. Его применение позволяет повысить производительность труда и качество нарезаемой резьбы, предотвратить поломку метчика вследствие перегрузок, возникающих при нарушении режимов обработки или в результате заклинивания стружки. Ведущая кулачковая полумуфта 5 патрона пружинной 6 прижимается к ведомым полумуфтам 2 и 4, свободно сидящим на оправке 7. При этом выступы 3, расположенные на торце полумуфты 4, входят во впадины полумуфт 2 и 5 и приводят их в движение. При окончании нарезания резьбы или возникновении препятствий вращению метчика полумуфты 2 и 4 вместе с метчиком прекращают вращение, а полумуфта 5, выйдя из зацепления с полумуфтами 2 и 4 и продолжая вращаться, начинает проскальзывать. Из обработанного отверстия метчик вывертывают, включая реверсивное движение шпинделя станка. Кольцо 1 служит для закрепления метчика в патроне.

Реверсивный предохранительный патрон (рис. 3.90) предназначен для нарезания резьб в глухих отверстиях диаметром от 5 до 10 мм. Патрон состоит из корпуса 3, хвостовика 4, держателя 2,

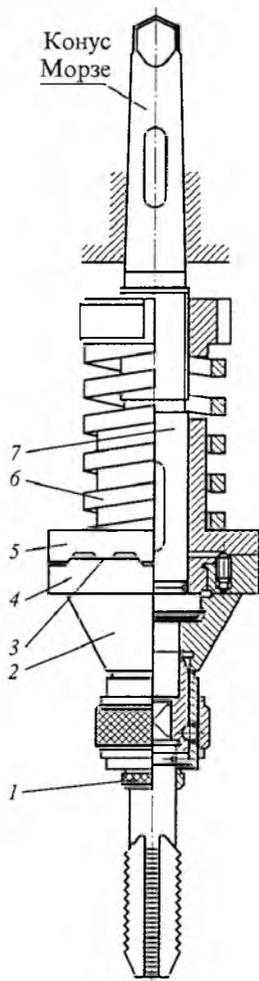


Рис. 3.89. Предохранительный патрон:

1 – кольцо; 2, 4, 5 – полумуфты; 3 – выступы; 6 – пружина; 7 – оправка

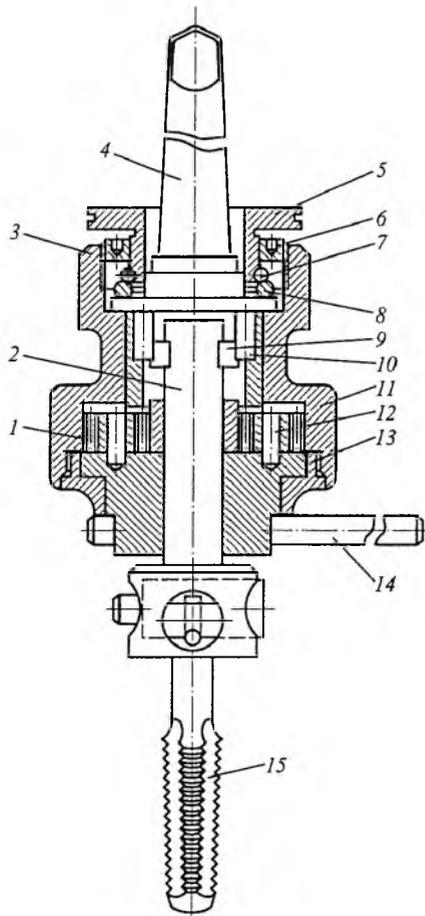


Рис. 3.90. Реверсивный предохранительный патрон:

1 – шестерня; 2 – держатель; 3 – корпус; 4 – хвостовик; 5 – кольцо; 6 – гайка; 7 – шарнир; 8 – опорное кольцо; 9 – шпонка; 10 – штифт; 11, 13 – втулки; 12 – ось; 14 – стержень; 15 – метчик

метчика 15, шестерен 1 и регулировочного кольца 5. Хвостовик патрона соединен с корпусом фрикционным узлом, состоящим из регулировочного кольца 5, гайки 6, шарниров 7 и опорного кольца 8. Для облегчения регулировки патрона при заданном крутящем моменте на регулировочном кольце имеется торирующая шкала, а на корпусе 3 – риска. Внутри корпуса скользит держатель 2 метчика, который при помощи шпонки 9 и штифтов 10 соединяется со втулкой 11 и корпусом. Метчик закрепляется между нижним и верхним вкладышами держателя 2. На осях 12 и опорной втулке 13

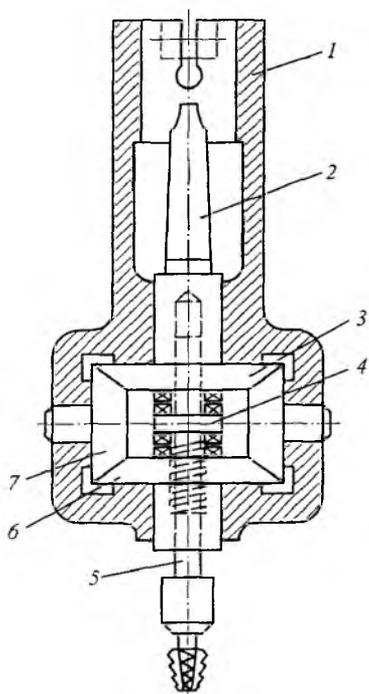


Рис. 3.91. Реверсивный патрон:
1 – корпус; 2 – хвостовик; 3, 6, 7 –
конические зубчатые колеса; 4 – муфта;
5 – валик

установлены зубчатые колеса; в опорной втулке закреплен стержень 14, служащий поводком. При нарезании резьбы метчик перемещается в направлении подачи под воздействием сил самозатягивания. При вывертывании метчика при подъеме шпинделя вверх шпонка 9 выходит из зацепления с втулкой 11 и, опускаясь, входит в зацепление с шестерней 1, которая вращает метчик с держателем в обратную сторону.

Реверсивные патроны (рис. 3.91) используются при нарезании резьб на сверлильных станках или с помощью ручных электрифицированных или пневматических резьбонарезателей.

Корпус 1 головки реверсивного патрона крепится на шпинделе. При нарезании резьбы вращательное движение передается от шпинделя на хвостовик патрона 2, а затем от него через муфту 4 на валик 5. При подъеме головки в начале обратного хода муфта переключается в нижнее положение и передача вращения на валик 5 происходит в обратном направлении

через конические зубчатые колеса 3, 7 и 6.

В целях механизации ручного нарезания резьбы используются специальные резьбонарезающие ручные устройства с электрическим или пневматическим приводом.

Резьбонарезатель с пневматическим приводом (рис. 3.92) предназначен для нарезания резьб небольшого диаметра. Четырехклапанный ротационный пневматический двигатель 1 приводит во вращение через редуктор свободно сидящие зубчатые колеса. При нажатии на корпус муфты происходит сцепление ведущего зубчатого колеса со свободно сидящими колесами и обеспечивается рабочий ход – нарезание резьбы. Когда нажатие на рукоятку 3 ослабляют, шпиндель 4 смещается под действием пружины вниз. Муфта сцепляется с зубчатым колесом и происходит ускоренное вывинчивание метчика 5 из отверстия заготовки 6. Включение инструмента осуществляется нажатием на курок 2.

Резьбонарезатель с электрическим приводом (рис. 3.93) снабжен встроенным электродвигателем, реверсивным механизмом и редуктором. На валу ротора электродвигателя 1 (рис. 3.93, а) закреплено

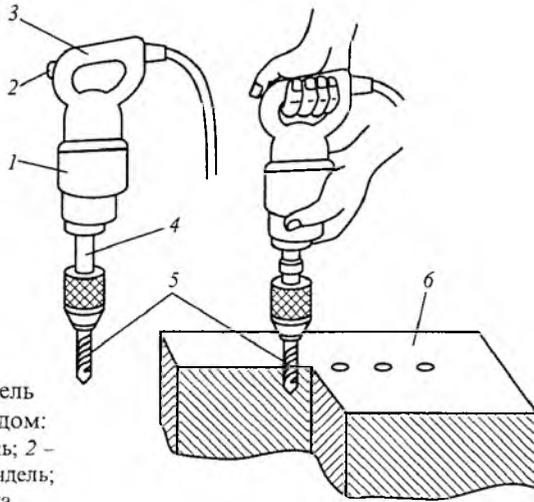


Рис. 3.92. Резьбонарезатель с пневматическим приводом:
 1 – пневматический двигатель; 2 – курок; 3 – рукоятка; 4 – шпиндель;
 5 – метчик; 6 – заготовка

зубчатое колесо 2, которое через зубчатые колеса 13, 12, 11, 10 и 9 передает вращение свободно сидящим зубчатым колесам 6 и 3, вращающимся в разные стороны. При нажатии на корпус инструмента шпиндель 7 утапливается (входит внутрь), его фланец 5 входит в зацепление с выступом 4 зубчатого колеса 3, а метчик при этом начинает ввертываться в отверстие. После нарезания

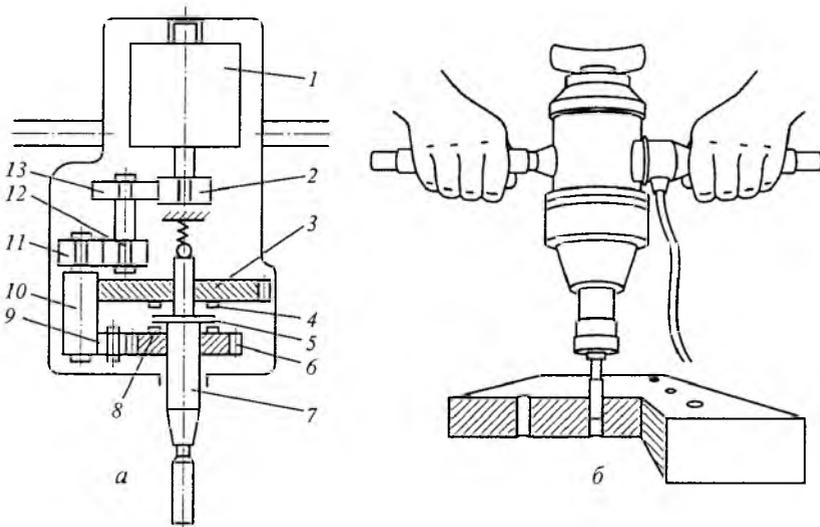


Рис. 3.93. Резьбонарезатель с электрическим приводом:
 а – кинематическая схема: 1 – электрический двигатель; 2 – зубчатое колесо; 3, 6 – свободно сидящие зубчатые колеса; 4 – выступ; 5 – фланец; 7 – шпиндель; 8 – зубцы; 9–13 – зубчатые колеса; б – прием работы

резьбы и снятия осевого усилия шпindel 7 выдвигается из корпуса и фланец 5 входит в зацепление с зубцами 8 зубчатого колеса 6, при этом метчик начинает с удвоенной скоростью вывинчиваться из отверстия.

Нарезание внутренней трубной резьбы осуществляется централизованно на соединительных деталях трубопроводов (фиттингах), вручную такие резьбы не нарезают.

Инструменты для нарезания наружных резьб

Для нарезания наружных резьб применяется специальный инструмент – плашки. Принципиально конструкция их режущего аппарата аналогична конструкции метчика для нарезания внутренних резьб. Однако если метчик представляет собой винт с прорезанными вдоль него канавками, то плашка – гайку с прорезанными канавками, образующими режущие грани инструмента.

Рабочая часть *плашки* (рис. 3.94) состоит из двух частей – заборной и калибрующей. Заборная часть является конусной с углом $40 \dots 60^\circ$, она расположена по обе стороны плашки, а ее длина составляет $1,5 \dots 2$ витка. Калибрующая часть обычно состоит из $3 \dots 5$ витков.

При слесарном (ручном) нарезании наружных резьб применяются плашки различных конструкций: круглые, которые иногда называются лерками, раздвижные (круппы) и специальные, для нарезания труб.

Круглые плашки (лерки) (см. рис. 3.94) представляют собой резьбовое кольцо с несколькими канавками для образования режущих кромок и вывода стружки при нарезании резьбы. Круглые плашки изготавливаются цельными и разрезными, пружинящими. Резьба на стержнях при помощи плашек нарезается вручную с использованием воротков или на сверлильных и токарных станках, с помощью специальных оправок. Разрезные плашки благодаря своим пружинящим свойствам позволяют регулировать величину среднего диаметра резьбы.

Круглые плашки изготавливают из инструментальных легированных сталей марок 9ХС и ХВСГ или быстрорежущей стали.

Квадратная (раздвижная) плашка (рис. 3.95) состоит из двух половин, укрепляемых в специальной рамке с рукоятками – круппе, угловые выступы которого входят соответственно в канавки плашки, удерживая ее половинки. Одну из половинок плашек можно перемещать для установления плашки на требуемый средний диа-

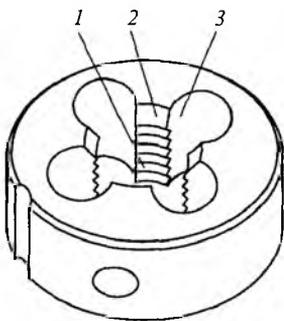


Рис. 3.94. Круглая плашка:
1 – заборная часть; 2 – калибрующая часть; 3 – стружечная канавка

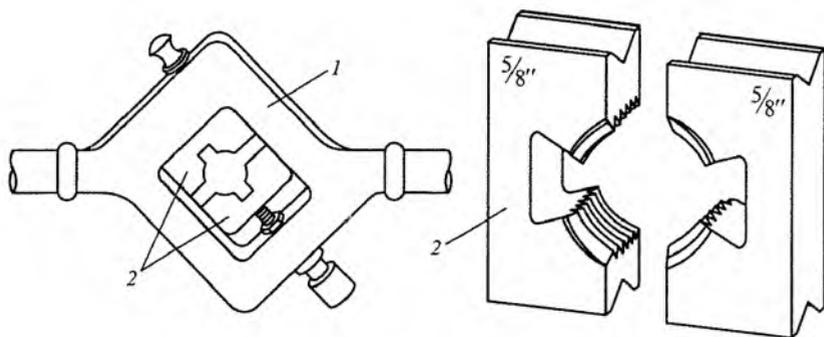


Рис. 3.95. Квадратная (раздвижная) плашка:
1 – клупп; 2 – плашка

метр резьбы. Закрепляется плашка при помощи винтов. В настоящее время нарезание резьб с использованием таких плашек осуществляется весьма редко, так как они не обеспечивают достаточной точности резьбы.

Воротки для круглых плашек (рис. 3.96) представляют собой круглую рамку с выточкой, в отверстие которой помещается круглая плашка. Плашка в отверстии удерживается от проворачивания при помощи трех стопорных винтов, конические хвостовики которых входят в углубления, выполненные на образующей поверхности корпуса плашки. Четвертый винт позволяет регулировать средний диаметр резьбы.

Инструмент и процесс нарезания наружных трубных резьб (рис. 3.97). Наиболее часто наружная резьба на трубах нарезается с использованием клуппов с раздвижными плашками. Клупп снабжен комплектом плашек для нарезания трубных резьб диаметром $\frac{1}{2} \dots \frac{3}{4}$ дюйма, $1 \dots 1\frac{1}{4}$ дюйма и $1\frac{1}{2} \dots 2$ дюйма и сконструирован таким образом, что перемещающиеся в его корпусе 4 плашки 5 могут одновременно приближаться к центру или расходиться

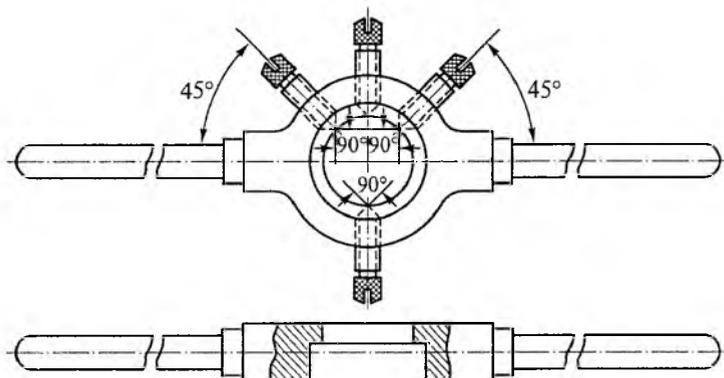


Рис. 3.96. Вороток для круглых плашек

ся от него. Перемещение плашек обеспечивает специальное поворотное устройство клуппа – планшайба, приводимая в движение рукояткой 4. Точная установка плашек на размер нарезаемой резьбы осуществляется по лимбу, имеющемуся на корпусе клуппа, а установочные перемещения происходят при помощи червячной передачи 3. После установки плашек на заданный размер резьбы их положение фиксируется нажимом специального упора – «собачки». После нарезания резьбы клупп не свинчивают с обработанной заготовки, а раздвигают плашки поворотом рукоятки 4 клуппа и снимают его с обработанной заготовки. Помимо режущих плашек в клуппе имеются и три направляющие плашки (гладкие, без резьбы). Они обеспечивают устойчивое положение клуппа на трубе в процессе обработки; их установка производится вращением червячного винта передачи 3. На трубах диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма и меньше резьбу вручную нарезают специальными трубными круглыми плашками.

При нарезании резьб на трубах следует учитывать характер соединения их в трубопроводе. При нарезании резьбы для неразъемного трубного соединения длина нарезанной части трубы должна

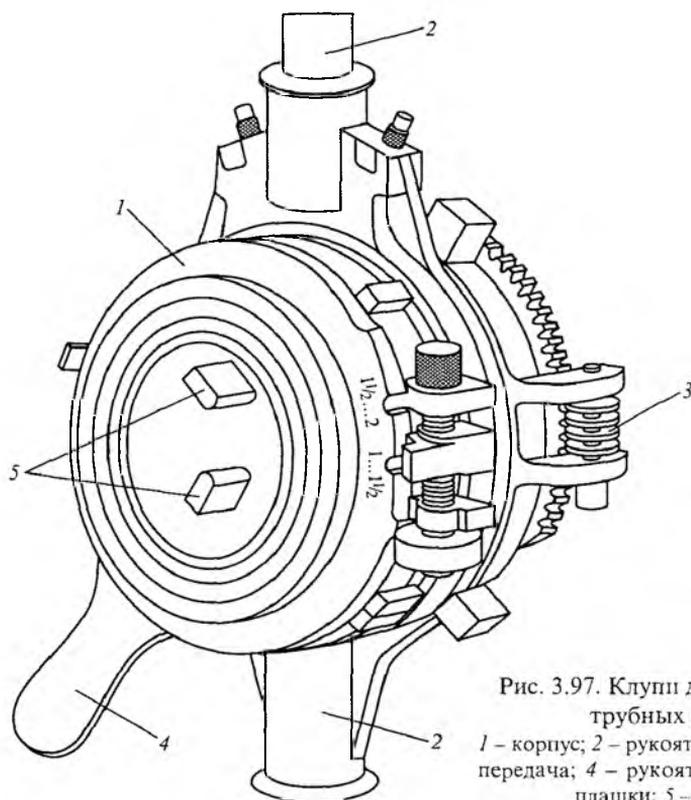


Рис. 3.97. Клупп для нарезания трубных резьб:
1 – корпус; 2 – рукоятки; 3 – червячная передача; 4 – рукоятка перемещения плашки; 5 – плашка

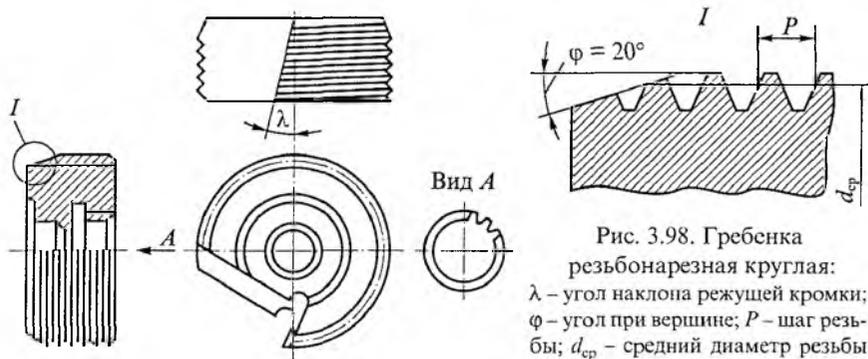


Рис. 3.98. Гребенка
резьбонарезная круглая:
 λ – угол наклона режущей кромки;
 ϕ – угол при вершине; P – шаг резьбы;
 $d_{ср}$ – средний диаметр резьбы

составлять $1/2$ длины соединительной муфты за вычетом длины резьбы, приходящейся на $1 \dots 1,5$ витка резьбы. При нарезании резьбы для разборных трубных соединений («на сгон») на одной трубе нарезается резьба, как для неразъемных соединений, а на другом конце трубы длина нарезанной части должна составить сумму длины соединительной муфты, контргайки минус $1 \dots 1,5$ длины витка для данной резьбы.

Гребенки *резьбонарезные круглые* (рис. 3.98) используются для нарезания трубной резьбы на металлорежущих станках (токарных и сверлильных) с помощью специальных патронов. Гребенки выпускаются комплектами из четырех штук; резьба каждой гребенки комплекта смещена по отношению к предыдущей на $1/4$ шага резьбы.

Для нарезания резьб при помощи гребенок предназначены специальные винторезные *самооткрывающиеся головки* (рис. 3.99), в которые устанавливаются все четыре головки комплекта.

При нарезании наружных резьб на сверлильных и токарных станках применяют специальное приспособление – *плашкодержатель*

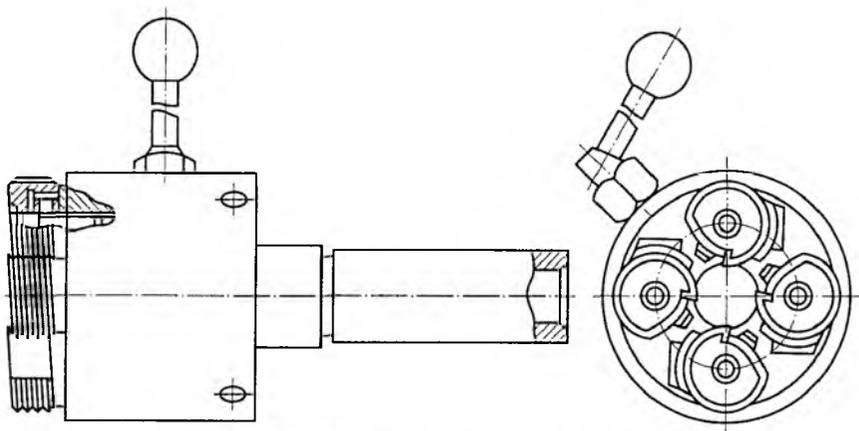


Рис. 3.99. Самооткрывающаяся головка

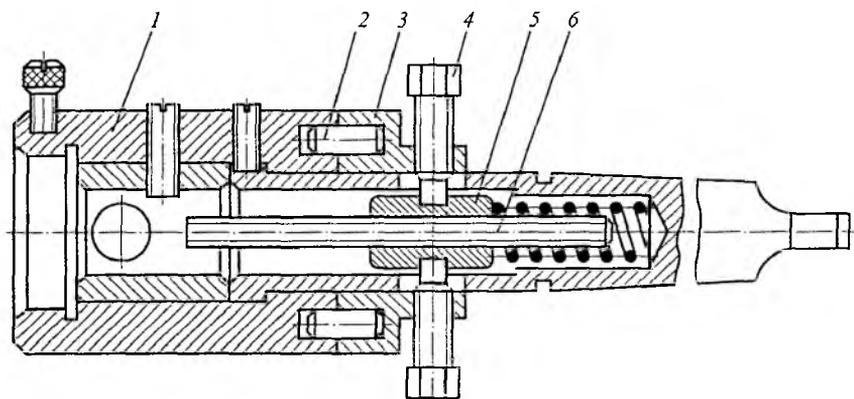


Рис. 3.100. Плашкодержатель с автоматическим отключением подачи:
 1 – корпус; 2 – пальцы; 3 – втулка; 4 – винты; 5 – муфта; 6 – винт

с автоматическим отключением подачи (рис. 3.100). Приспособление состоит из хвостовика, на котором установлена втулка с запрессованными в нее пальцами 2. Во втулку ввинчены винты 4, концы которых могут входить в отверстия муфты 5. Внутри муфты размещен регулировочный винт 6. Плашка закрепляется винтом в гнезде корпуса 1. Приспособление устанавливается либо в отверстие шпинделя сверлильного станка, либо в отверстие пиноли задней бабки токарного станка. При обработке торец обрабатываемого стержня выходит из плашки и упирается в торец винта 6, заставляя его перемещаться внутри хвостовика. На винте навинчена муфта 5, которая, перемещаясь вместе с винтом 6, сжимает пружину. Движение муфты 5 через винты 4 передается втулке 3, которая перемещается по наружной поверхности хвостовика до тех пор, пока пальцы 2 не выйдут из отверстий корпуса. В момент выхода пальцев 2 из корпуса 1 он вместе с установленной в нем плашкой начинает вращаться. Переключая вращение станка на реверсивное, обеспечивают вывод плашки из зоны резания. Регулируя вылет винта из муфты можно нарезать резьбы различной длины.

Смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ) при нарезании резьб служат для облегчения условий работы инструмента, снижения шероховатости обработанной поверхности, а следовательно, для повышения качества получаемой при нарезании резьбы. Выбор СОЖ зависит от материала обрабатываемой заготовки. Так, например, для охлаждения стали (конструкционной, инструментальной и легированной), чугуна, меди и алюминия чаще всего используется эмульсия. Кроме того, для охлаждения чугуна и алюминия применяется керосин.

Нарезание резьб в меди, латуни и бронзе может выполняться без охлаждения.

Накатывание резьб

Накатываются, как правило, наружные резьбы. Накатанные резьбы отличаются от нарезанных более высоким качеством резьбовой поверхности и большей прочностью резьбы. Более высокое качество резьбовой поверхности обусловлено тем, что такие резьбы получают без осуществления резания, т. е. без снятия стружки и, следовательно, при такой обработке отсутствуют отрицательно влияющие на обработанную поверхность факторы (срыв вершин резьбы, задиры и т. п.). Прочность резьбы увеличивается за счет пластического деформирования материала заготовки, которое происходит при накатывании резьбы выдавливанием части материала заготовки из впадин резьбы в ее вершины. Такое пластическое деформирование называется наклепом. Оно изменяет структуру металла, вызывая его упрочнение. Накатывание резьбы осуществляется при помощи специальных резьбонакатных роликов, устанавливаемых в корпус резьбонакатной плашки (рис. 3.101). Накатные

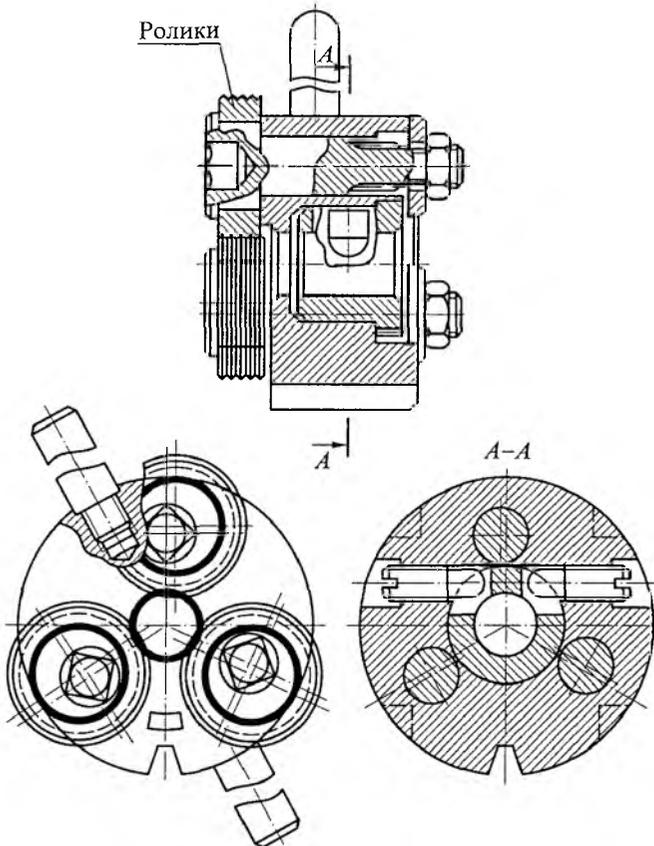


Рис. 3.101. Резьбонакатная плашка

плашки применяются для получения резьб диаметром от 4 до 32 мм с шагом от 0,7 до 2,5 мм. Накатывание резьбы можно выполнять как вручную, так и на металлорежущих станках.

Подготовка стержней и отверстий для создания резьбовых поверхностей

При нарезании резьбы метчиками и плашками (как вручную, так и на металлорежущих станках) или с применением специального механизированного инструмента происходит не только удаление слоя материала с поверхности заготовки, но и пластическое деформирование наружной части обработанной поверхности. Это деформирование сопровождается выдавливанием материала заготовки из впадины резьбы в ее выступы. Это явление должно учитываться при определении диаметра стержня или отверстия под нарезание резьбы. Поэтому размеры стержней и отверстий под нарезание резьбы наиболее целесообразно определять с помощью справочных таблиц, в которых эти размеры приводятся с учетом всех факторов, возникающих при резании.

На практике при нарезании резьб диаметр отверстия принимается равным номинальному диаметру резьбы, уменьшенному на величину ее шага. Например, при нарезании метрической резьбы М10 диаметр отверстия должен быть соответственно равен 1,0... 1,5 мм, т.е. должен составлять 8,5 мм.

При нарезании наружных резьб диаметр стержня должен быть меньше номинального диаметра резьбы на 0,1... 0,2 мм в зависимости от его величины.

При накатывании резьб диаметр стержня выбирают, исходя из среднего диаметра резьбы, который должен быть указан в задании на обработку резьбы, или определяют с помощью специальных таблиц. Для облегчения врезания плашки на вершине стержня необходимо выполнять фаску с углом примерно 60°.

Правила обработки наружных и внутренних резьбовых поверхностей

1. Нарезание резьбы необходимо выполнять при обильном смазывании плашки или метчика машинным маслом.

2. При нарезании резьбы следует периодически срезать образующуюся стружку обратным ходом метчика или плашки на 1/2 оборота.

3. После нарезания резьбы на стержне или в отверстии нужно произвести контроль ее качества:

внешним осмотром – не допуская задиров и сорванных ниток;
резьбовым калибром (или эталонным болтом, гайкой) – проходящая часть калибра (болт, гайка) навинчивается от руки, не допускается качка в паре болт–гайка.

**Типичные дефекты при нарезании резьбы, причины их появления
и способы предупреждения**

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Рваная резьба	Диаметр стержня больше номинального, а диаметр отверстия – меньше. Нарезание резьбы без смазки. Стружка не дробится обратным ходом инструмента. Затупился режущий инструмент	Тщательно проверять диаметры стержня и отверстия перед нарезанием резьбы. Обильно смазывать зону резания. Строго соблюдать правила нарезания резьбы. Следить за состоянием режущих кромок инструмента и при их затуплении инструмент заменять
Неполный профиль резьбы (тухая резьба)	Диаметр стержня меньше требуемого. Диаметр отверстия больше требуемого	Тщательно проверять диаметры стержня и отверстия под нарезание резьбы
Перекас резьбы	Перекас плашки или метчика при врезании	Внимательно контролировать положение инструмента при врезании
Задиры на поверхности резьбы	Малая величина переднего угла метчика. Недостаточная длина заборного конуса. Сильное затупление и неправильная заточка метчика. Низкое качество СОЖ. Высокая вязкость материала заготовки. Применение чрезмерно высоких скоростей резания	Использовать метчики необходимой конструкции и геометрии. Применять соответствующую СОЖ. Выбирать рациональную скорость резания с помощью справочных таблиц
Провал по калибр-пробкам. Люфт в паре винт – гайка	Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке. Большое биение метчика. Снятие метчиком стружки при вывертывании. Применение повышенных скоростей резания. Использование случайных СОЖ. Неправильное регулирование плавающего патрона или его непригодность	Правильно (без биения) устанавливать инструмент. Выбирать нормальные скорости резания. Применять наиболее эффективные СОЖ для данных условий обработки. Выбирать исправный патрон

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Тугая резьба	Сработался (затупился) инструмент. Неточные размеры инструмента. Большая шероховатость резьбы инструмента	Заменить инструмент и нарезать резьбу заново. Применять метчики необходимых размеров
Конусность резьбы	Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия). Отсутствие у метчика обратного конуса. Зубья калибрующей части срезают металл	Правильно устанавливать метчик. Использовать метчики правильной конструкции
Несоблюдение размеров резьбы (непроходной калибр проходит, а проходной калибр не проходит)	Неправильные размеры метчика. Перекос метчика при установке и нарушение условий его работы. Срезание резьбы при обратном ходе метчика	Заменить инструмент исправным. Правильно устанавливать метчик и соблюдать условия его работы
Поломка метчика	Диаметр отверстия меньше расчетного. Большое усилие при нарезании резьбы, особенно в отверстиях малых диаметров. Нарезание резьбы без смазки. Не срезается стружка обратным ходом	Строго соблюдать правила нарезания резьбы

Правила нарезания наружной резьбы

1. Перед нарезанием резьбы следует проверить диаметр стержня (болта, шпильки, винта); он должен быть на 0,1 ... 0,2 мм меньше номинального диаметра резьбы.

2. Необходимо обязательно опилить заборную фаску на вершине стержня (если ее нет на заготовке). При опиливании фаски нужно следить за ее концентричностью относительно оси стержня, а также диаметром, который не должен превышать величины внутреннего диаметра резьбы по торцевой поверхности. Кроме того, угол наклона фаски относительно оси стержня не должен превышать 60°.

3. Стержень следует закреплять в тисках прочно и перпендикулярно губкам. Перпендикулярность закрепления стержня надо проверять по угольнику.

4. Необходимо строго следить за перпендикулярностью торца плашки оси стержня при врезании плашки.

5. Перед накатыванием резьбы на стержне необходимо обязательно проверять его диаметр; он должен быть равен среднему диаметру нарезаемой резьбы.

6. При нарезании резьбы на газовых и водопроводных трубах особое внимание следует обращать на соблюдение длины нарезаемой части для муфт и сгонов.

При нарезании внутренних резьб необходимо соблюдать следующие правила.

1. Перед нарезанием резьбы следует проверить: соответствие диаметра отверстия размеру нарезаемой резьбы. Он должен соответствовать данным таблицы резьб;

глубину отверстия для нарезания глухой резьбы. Она должна соответствовать размеру, указанному на чертеже.

2. При врезании метчика нужно обеспечить перпендикулярность его оси верхней плоскости заготовки, в которой нарезается резьба.

3. При нарезании резьбы следует использовать весь комплект метчиков: первый – черновой; второй – получистовой; третий – чистовой.

4. При нарезании резьбы в глухом отверстии необходимо периодически очищать его от стружки.

5. Особую осторожность следует соблюдать при нарезании резьб малого диаметра (5 мм и менее) во избежание поломки метчика.

6. При нарезании резьбы машинным метчиком на станке необходимо закреплять его в предохранительном патроне.

Типичные дефекты при нарезании резьб, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 3.3.

Контрольные вопросы

1. Как образуются режущие кромки у резьбонарезного инструмента?

2. Почему при накатывании резьбы ее прочность выше, а качество лучше, чем у резьб, полученных резанием?

3. С какой целью при нарезании резьб применяется смазывающе-охлаждающая жидкость и от чего зависит ее выбор?

4. Почему при нарезании наружной резьбы диаметр должен быть несколько меньше, чем номинальный диаметр резьбы, а при нарезании внутренних резьб диаметр отверстия под резьбу несколько больше внутреннего диаметра резьбы?

5. Почему и для чего при механизированном нарезании резьбы необходимо использовать предохранительные устройства?

ПРИГОНОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ СЛЕСАРНОЙ ОБРАБОТКИ

4.1. Распиливание и припасовка

К пригоночным относятся такие операции, при помощи которых можно получить высокую точность формы, размеров и значительную шероховатость обрабатываемой поверхности. Выполнение этих операций характеризуется высокой трудоемкостью и требует от рабочего высокой профессиональной квалификации. К слесарным пригоночным операциям относятся: распиливание, припасовка, притирка, доводка и шабрение.

Распиливание является разновидностью опилования. При распиливании выполняется обработка напильником отверстия или проема для обеспечения заданных формы и размеров после того, как это отверстие или проем предварительно получены сверлением, обсверливанием контура с последующим вырубанием перемычек, выпиливанием незамкнутого контура (проема) ручной ножовкой, штамповкой или др. Эта операция часто применяется в слесарной практике, особенно при выполнении ремонтных, сборочных и инструментальных работ.

В зависимости от формы контура, подлежащего распиливанию, выбирается форма рабочего инструмента (напильника, надфиля), соответствующие приспособления и контрольно-измерительные инструменты. Особенность операции распиливания по сравнению с опилованием состоит в том, что контроль качества обработки (размеров и конфигурации) производится специальными проверочными инструментами – шаблонами, выработками, вкладышами и

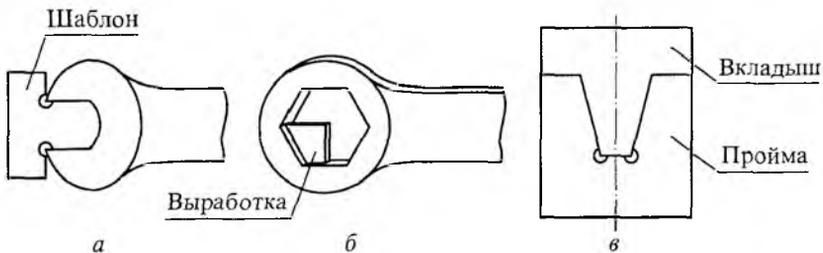


Рис. 4.1. Шаблон и вкладыш:
а – шаблон; б – выработка; в – вкладыш

т.д. (рис. 4.1) наряду с применением универсальных измерительных инструментов.

Припасовка – это слесарная операция по взаимной пригонке способами опилования двух сопряженных деталей (пары). Припасовываемые контуры пар деталей подразделяются на замкнутые (типа отверстий) и открытые (типа проемов). Одна из припасовываемых деталей (с отверстием, проемом) называется проёмой, а деталь, входящая в проём, – вкладышем.

Распиливание и припасовка – весьма трудоемкие слесарные операции, поэтому их стараются по возможности механизировать (см. разд. 3.1).

Основные правила распиливания и припасовки деталей

При распиливании проемов, открытых контуров и отверстий необходимо соблюдать следующие правила:

1. Рационально определять способ предварительного образования распиливаемых проемов и отверстий: в деталях толщиной до 5 мм – вырубанием, а в деталях толщиной свыше 5 мм – обсверливанием или рассверливанием с последующим вырубанием или разрезанием перемычек.

2. При обсверливании, рассверливании, вырубании или вырезании перемычек необходимо строго следить за целостностью разметочных рисок, оставляя припуск на обработку около 1 мм.

3. Следует соблюдать рациональную последовательность обработки проемов и отверстий: сначала обрабатывать прямолинейные участки поверхностей, а затем – сопряженные с ними криволинейные участки.

4. Процесс распиливания проемов и отверстий нужно периодически сочетать с проверкой их контуров по контрольному шаблону, вкладышу или выработке.

5. Углы проемов или отверстий необходимо обрабатывать на чисто ребром напильника соответствующего профиля поперечного сечения (№ 3 или 4) или надфилями, проверяя качество обработки выработками.

6. Окончательную обработку поверхностей отверстий следует выполнять продольным штрихом.

7. Для окончательной калибровки и отделки отверстия следует использовать просечки, протяжки и прошивки на винтовом или пневматическом прессе (рис. 4.2).

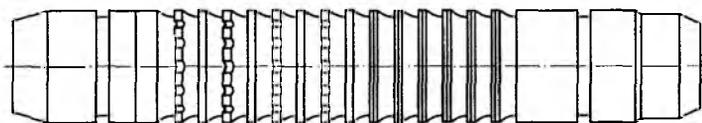


Рис. 4.2. Прошивка цилиндрическая

8. Работу следует считать завершенной тогда, когда контрольный шаблон или вкладыш полностью, без качки, входит в проем или отверстие, а просвет (зазор) между шаблоном (вкладышем, выработкой) и сторонами контура проема (отверстия) равномерный.

При выполнении припасовки необходимо соблюдать следующие правила:

1. Припасовка двух деталей (пары) друг к другу должна выполняться в следующем порядке: вначале изготавливается и отделяется одна деталь пары (обычно с наружными контурами) – вкладыш, а затем по ней, как по шаблону, размечается и пригоняется (припасовывается) другая сопряженная деталь – пройма.

2. Качество припасовки следует проверять по просвету: в зазоре между деталями пары просвет должен быть равномерным.

3. Если контур пары деталей – вкладыша и проймы – симметричен, они должны при перекантровке на 180° сопрягаться без усилий, с равномерным зазором.

Типичные дефекты при распиливании и припасовке деталей, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Типичные дефекты при распиливании и припасовке деталей, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Перекося проема или отверстия по отношению к базовой поверхности детали	Перекося при высверливании или рассверливании. Недостаточный контроль при распиливании	Тщательно следить за перпендикулярностью инструмента базовой поверхности заготовки при сверлении и рассверливании проема (отверстия). В процессе работы систематически проверять перпендикулярность плоскости распиливаемого проема (отверстия) базовой поверхности детали
Несоблюдение формы проема (отверстия)	Распиливание выполнялось без проверки формы проема (отверстия) по шаблону (вкладышу). «Зарезы» за разметку при вырезании контура	Вначале распиливание выполнять по разметке (0,5 мм до линии разметки). Окончательную обработку проема (отверстия) производить с тщательной проверкой его формы и размеров измерительными инструментами или шаблоном (вкладышем)

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Несовпадение симметричных контуров припасовываемой пары (вкладыша и проймы) при их перекантровке на 180°	Одна из деталей пары (контршаблон) изготовлена не симметрично	Тщательно выверять симметричность вкладыша при разметке и изготовлении
Одна из деталей пары (пройма) неплотно прилегает к другой (вкладыш) в углах	Завалы в углах проймы	Соблюдать правила обработки деталей. Прорезать ножовкой или распилить круглым напильником углы проймы
Зазор между припасовываемыми деталями больше допустимого	Нарушение последовательности припасовки	Соблюдать основное правило припасовки: вначале окончательно отделать одну деталь пары, а затем по ней припасовать другую

Контрольные вопросы

1. В чем состоит основное отличие распиливания от припасовки?
2. Почему при припасовке сначала обрабатывают вкладыш, а затем пройму?
3. В каких случаях и для чего при распиливании отверстий применяются выработки?

4.2. Шабрение

Шабрение – это окончательная слесарная операция, заключающаяся в соскабливании очень тонких слоев материала с поверхности заготовки с помощью режущего инструмента – шабера. Шабрение применяется в тех случаях, когда необходимо обработать поверхности с очень малой шероховатостью. Как правило, шабрению подвергаются сопрягаемые поверхности, перемещающиеся друг относительно друга (трущиеся поверхности). С его помощью достигается плотное прилегание сопрягаемых поверхностей, надежное удерживание смазки между трущимися поверхностями и точные размеры деталей.

Шабрением обрабатываются как плоские, так и криволинейные поверхности (например, направляющие станков), поверхности подшипников скольжения, детали приборов, а также поверхности различных инструментов и приспособлений (например, поверочные плиты, угольники, линейки). За один проход шабер может удалить с поверхности заготовки очень тонкий слой металла толщиной не более 0,7 мм. При средних усилиях, прикладываемых к инструменту, толщина снимаемой стружки составляет 0,01 ... 0,03 мм.

Шабрение является весьма трудоемкой операцией и требует чрезвычайно высокой квалификации слесаря. В практике слесарных работ шабрение занимает около 20%, поэтому большое значение имеют механизация труда и замена ручного шабрения станочными методами обработки.

Инструменты и приспособления для шабрения

Режущим инструментом при шабрении является шабер. Шаберы различаются по конструкции – цельные и составные, по форме режущей кромки – плоские, трехгранные и фасонные, а также по числу режущих граней – односторонние и двухсторонние. Шаберы

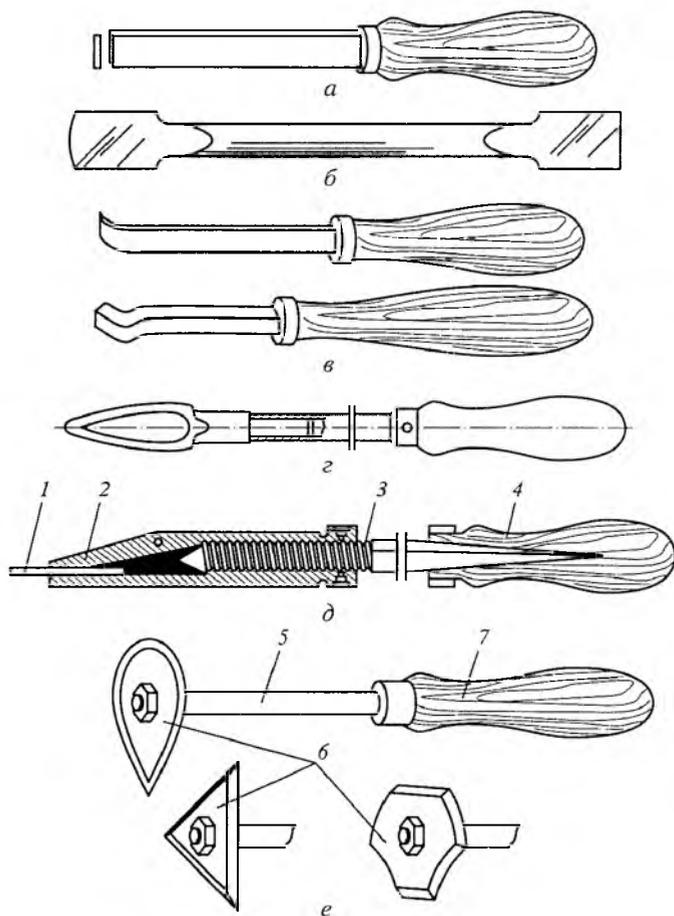


Рис. 4.3. Шаберы:

a – односторонний с прямолинейной режущей кромкой; *б* – двухсторонний; *в* – изогнутый двухсторонний; *г* – трехсторонний; *д, е* – составные: 1, 6 – сменные пластины; 2 – держатель; 3 – зажимной винт; 4, 5 и 7 – рукоятки

изготавливаются из углеродистых инструментальных сталей марок У10... У13. Составные шаберы могут оснащаться пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава.

Для шабрения плоских поверхностей используются одно- или двухсторонние шаберы с прямолинейной или криволинейной режущей кромкой (рис. 4.3, а, б, в). Геометрические параметры шаберов зависят от вида обработки, материала заготовки и угла установки инструмента по отношению к обрабатываемой поверхности. Торцевая поверхность шабера затачивается под углом заострения $90 \dots 100^\circ$ по отношению к оси инструмента. При черновой обработке угол заострения равен $75 \dots 90^\circ$, при чистовой – 90° , а при отделочной – $90 \dots 100^\circ$. Угол заострения для чугуна и бронзы выбирается равным $90 \dots 100^\circ$, для стали – $75 \dots 90^\circ$, а для мягких металлов – $35 \dots 40^\circ$.

Выбор длины режущей кромки и радиуса ее закругления зависит от твердости обрабатываемого материала и заданной шероховатости обработанной поверхности. Чем тверже обрабатываемый материал и выше требования к чистоте обработанной поверхности, тем более узкой должна быть режущая кромка шабера и меньшим радиус закругления.

Для чернового шабрения применяются шаберы с шириной режущей кромки 20...30 мм, для чистового – 15...20 мм и для отделочного – 5...12 мм.

Для шабрения вогнутых поверхностей, например вкладышей подшипников скольжения, предназначены трехгранные шаберы (рис. 4.3, г), которые имеют три режущие кромки и могут быть прямыми и изогнутыми; их угол заострения составляет 60° . У этих шаберов на гранях находятся продольные канавки (желобки), что делает более удобной заточку и заправку инструмента.

Помимо цельных, используются составные шаберы (рис. 4.3, д), позволяющие быстро заменять режущие пластины, а потому удобные для выполнения различных шабровочных работ. Такой шабер состоит из корпуса держателя 2, рукоятки 4 и зажимного винта 3. Сменную режущую пластину 1 из углеродистой, быстрорежущей стали или твердого сплава закрепляют в держателе 2, вращая винт 3 при помощи рукоятки 5.

В более простой конструкции шабера (рис. 4.3, е) режущие пластины б закрепляются в рукоятке 7 при помощи гайки.

При шабрении вкладышей подшипников скольжения для уменьшения числа переточек в процессе работы применяются *шаберы-кольца* (рис. 4.4), которые могут быть изготовлены из кольца изношенного конического роликового подшипника.

Поскольку шабрение является заключительной операцией слесарной обработки, то качество ее выполнения необходимо контролировать в течение всего процесса. Для этих целей предназначены проверочные инструменты.

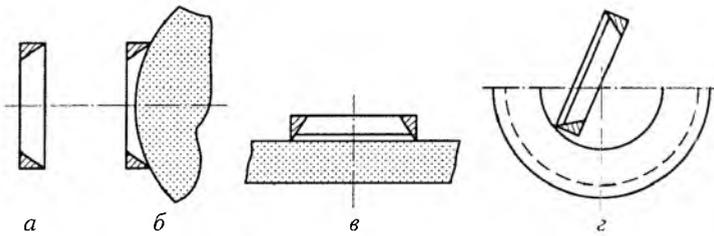


Рис. 4.4. Шабер-кольцо:
а – общий вид; *б* – заточка; *в* – заправка; *г* – прием работы

К *проверочным инструментам* (рис. 4.5) относятся: проверочные плиты для контроля широких плоских поверхностей; плоские проверочные линейки (рис. 4.5, *а*, *б*), применяемые при контроле шабрения длинных и сравнительно узких плоских поверхностей; трехгранные угловые линейки (рис. 4.5, *в*), использующиеся при контроле шабрения поверхностей, расположенных под внутренним углом; угловые плиты – для контроля качества шабрения поверхностей под прямым углом; а также проверочные валики – для контроля шабрения цилиндрических поверхностей и выемок. Контроль качества шабрения всеми этими инструментами основан на выявлении неровностей на обработанной шабрением поверхности. Неровности на обрабатываемой поверхности становятся видимыми после наложения ее на окрашенный проверочный инструмент или, наоборот, после наложения окрашенного инструмента на обработанную поверхность и взаимного их перемещения друг относительно друга.

Весьма важным является хранение проверочных инструментов в надлежащем состоянии, поэтому после работы проверочный инструмент следует очищать, смазывать и только потом укладывать в футляр или накрывать крышкой.

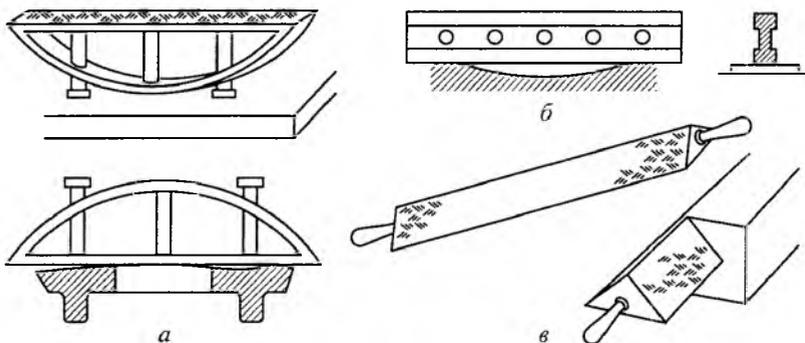


Рис. 4.5. Проверочные инструменты:
а, *б* – плоские линейки; *в* – трехгранная линейка

Приспособления для шабрения

Для удобства шабрения небольшие по размеру заготовки закрепляются в тисках и других подобных приспособлениях. Более крупные заготовки, типа вкладыша подшипника скольжения, закрепляются в специальных устройствах или поворотных приспособлениях, которые позволяют поворачивать заготовку в процессе обработки в наиболее удобное для шабрения положение (рис. 4.6).

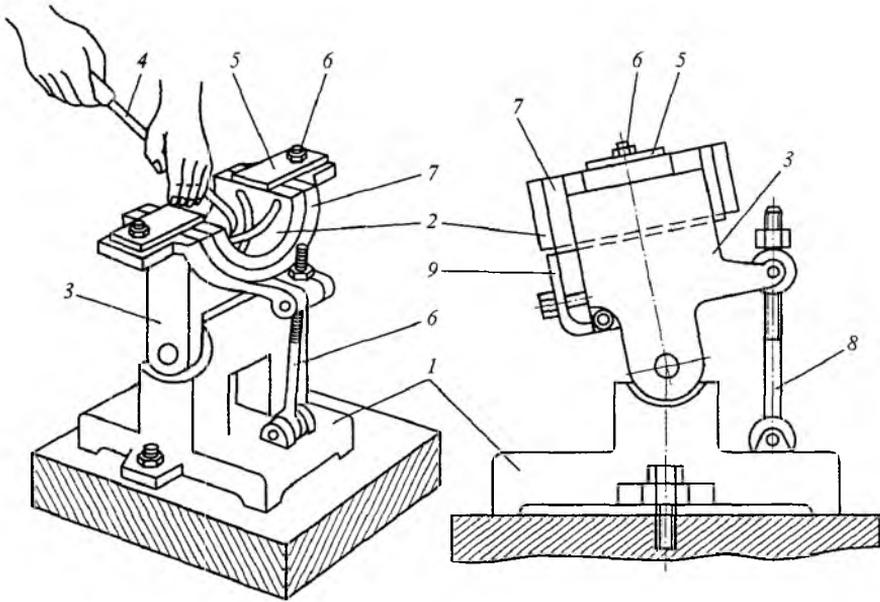


Рис. 4.6. Приспособление для шабрения вкладышей подшипника скольжения: 1 – основание; 2 – вкладыш; 3 – стойка; 4 – шабер; 5 – планка; 6, 8 – винты; 7 – полукольцо; 9 – прижим

Приспособление закрепляется на верстаке; оно представляет собой стойку 3, шарнирно соединенную с основанием 1 и закрепляемую винтом 8. Вкладыш 2, подлежащий шабрению шабером 4, укладывается в сменное металлическое полукольцо 7 и в собранном виде помещается в гнездо стойки 3, а затем закрепляется с двух сторон планками 5 и винтами 6. Для предупреждения осевого смещения полукольца 7 с вкладышем 2 их закрепляют прижимом 9.

Критерии оценки качества обработанной поверхности и способы контроля

Процесс шабрения считается законченным после достижения определенной точности, которая при контроле на краску с применением проверочных инструментов определяется по числу контактных пятен на обработанной поверхности, приходящихся на определен-

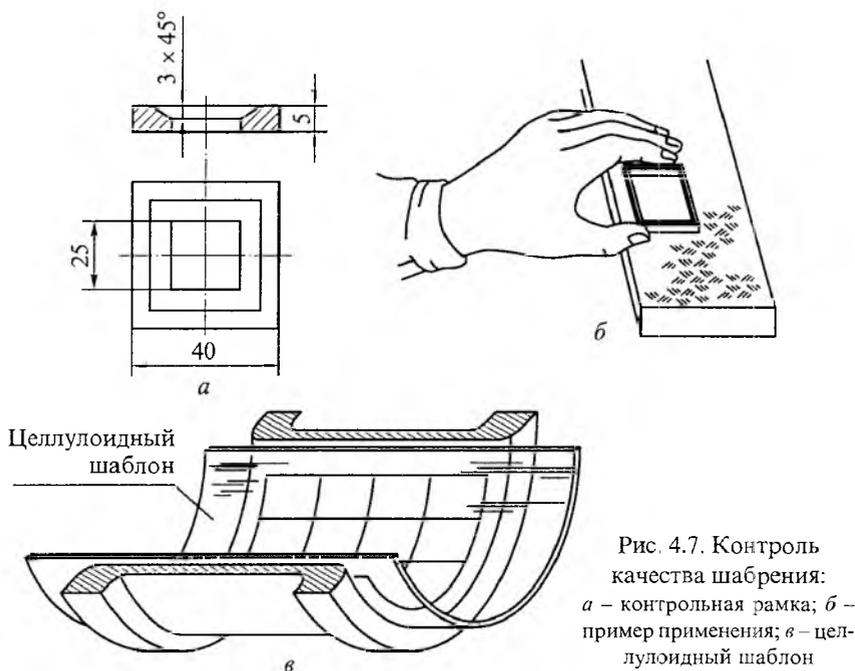


Рис. 4.7. Контроль качества шабрения:
 а – контрольная рамка; б – пример применения; в – целлулоидный шаблон

ную площадь этой поверхности. В качестве единицы площади обработанной поверхности принят квадрат со сторонами 25×25 мм; чем больше пятен расположено на этой поверхности и чем равномернее они распределены, тем выше качество шабрения. При контроле качества шабрения используют специальную рамку (рис. 4.7, а), которую накладывают на поверхность, и подсчитывают количество пятен, находящихся в окне рамки. Для обеспечения большей объективности контроля подсчет пятен проводится в нескольких местах обработанной поверхности (рис. 4.7, б), а качество обработки оценивается по среднему арифметическому значению числа пятен.

Для контроля качества шабрения криволинейных поверхностей применяется целлулоидный шаблон (рис. 4.7, в), который в процессе контроля воспроизводит форму обработанной поверхности. На таком шаблоне нанесена сетка с квадратами 25×25 мм, используя которую легко подсчитать количество пятен в квадрате на различных участках криволинейной поверхности. Шабрение считается удовлетворительным, когда 75% клеток шаблона содержат количество пятен, отвечающее техническим условиям.

Заточка инструмента

Предварительная заточка шаберов осуществляется на заточных станках. При этом необходимо выполнять все правила техники безопасности, предусмотренные при работе на заточных станках,

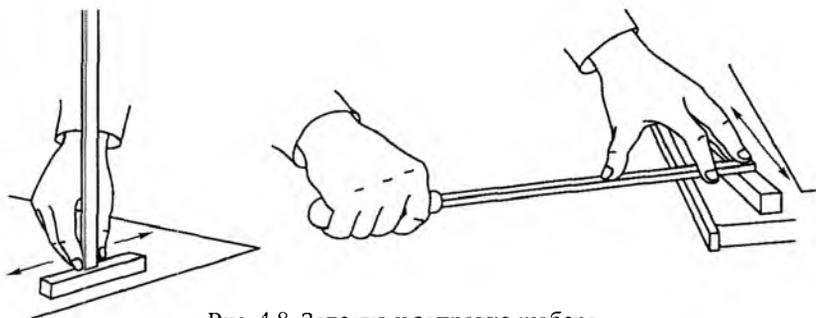


Рис. 4.8. Заточка и заправка шабера

описанных выше. Абразивные круги, используемые на заточных станках, имеют достаточно крупные абразивные зерна, которые оставляют следы (риски) на заточенной поверхности, что недопустимо вследствие очень жестких требований, предъявляемых к шероховатости обработанной поверхности. Поэтому после заточки шаберы необходимо заправлять на абразивных брусках с очень мелкими абразивными зёрнами, которые позволяют удалить с режущих поверхностей следы (риски) заточки. Поверхность бруска при правке смазывается тонким слоем машинного масла, затем шабер устанавливается на брусок торцевой поверхностью и ему сообщается поступательное движение (рис. 4.8). Для получения закругленной поверхности режущей части шабера одновременно с поступательным движением вдоль бруска ему придают небольшое качательное движение относительно собственной оси. После заправки режущей кромки заправляют широкие плоскости шабера, перемещая его по бруску вдоль нес.

Для выполнения особо точных работ после заправки шабера на абразивном мелкозернистом бруске его дополнительно заправляют на чугунной плите с использованием мелкозернистых абразивных порошков, смешанных с машинным маслом. В процессе проведения шабрения необходимо внимательно следить за состоянием режущей кромки и качеством пришабренной поверхности, периодически заправляя шабер по мере его затупления.

Процесс выполнения операции шабрения и правила подготовки поверхностей под шабрение

Выбор способа подготовки поверхности под шабрение зависит от ее состояния (степень ее изношенности, наличие или отсутствие царапин или забоин). Если износ поверхности достигает 0,5... 1 мм на 1 000 мм длины поверхности, то ее предварительную обработку перед шабрением выполняют на металлорежущих станках строга-нием, фрезерованием или шлифованием.

Подготовка для шабрения поверхностей небольших размеров осуществляется опиливанием ее драчевыми и личными напильни-

ками «на краску» с помощью соответствующих проверочных инструментов. Поверхность считается подготовленной к шабрению, если при наложении на нее лекальной линейки зазор при проверке щупом не превышает 0,05 мм. Перед началом шабрения острые кромки на заготовке следует притупить, используя для этого личной напильник.

Окрашивание шабруемой поверхности

На поверхность проверочной плиты наносится тонкий слой краски. Поверхность заготовки (детали), подлежащая шабрению, очищается от стружки и грязи, промывается и протирается насухо чистой ветошью. Подготовленная таким образом заготовка (деталь) накладывается проверяемой поверхностью на окрашенную плиту и медленно передвигается по ней. Если заготовка (деталь) имеет большие размеры, то окрашенная плита накладывается поверх детали, требующей шабрения. Выступающие на поверхности заготовки (детали) места будут окрашиваться; они и подлежат удалению в процессе шабрения.

Краски, применяемые для выявления неровностей на поверхности заготовки, подлежащей шабрению, и для контроля качества самого шабрения, представляют собой смесь машинного масла с лазурью, суриком или ультрамарином (синькой). Лазурь может быть заменена сажой, смешанной с автолом и керосином.

При шабрении необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед началом работы следует проверить:

- подлежащие шабрению поверхности на плоскостность, сопряжение и качество отделки; при необходимости зачистить;
- заточку и заправку шаберов; при необходимости шабер заправить на бруске;
- краску для окрашивания проверочной плиты; в ней не должно быть твердых включений и сухих крупинок;
- состояние проверочной плиты на отсутствие царапин и забоин.

2. Необходимо строго соблюдать основное правило шабрения плоской поверхности заготовки: вначале заготовку необходимо «посадить» на плиту (при этом крупные пятна должны равномерно располагаться по всей площади поверхности заготовки, особенно по краям), а затем выполнять собственно шабрение до заданного качества.

3. Следует равномерно наносить краску на поверхность плиты, уменьшая толщину ее слоя по мере шабрения.

4. Шабрение заготовки размером более 100×100×100 нужно выполнять на столешнице верстака на деревянном бруске, закрепляя заготовку на нем упорными штифтами (гвоздями). При закреплении заготовок меньших размеров в тисках следует быть весьма осторожным и использовать деревянные прокладки под губки тисков во избежание коробления заготовки.

5. Шабрение необходимо осуществлять хорошо заточенным и заправленным шабером, регулярно заправляя его в процессе работы.

6. При шабрении поверхности заготовки следует выполнять каждый проход в разных направлениях, как правило, в три этапа: вначале грубое – крупные пятна пришабривают на две–четыре части, ими равномерно покрыто 60... 70% пришабренной поверхности, затем предварительное – пятна краски расшабривают на размер примерно 10×10 мм (ими равномерно покрыта вся пришабриваемая поверхность) и, наконец, окончательное – пятна мелкие, равномерно расположенные по всей шабруемой поверхности заготовки, их количество в рамке 25×25 мм должно соответствовать техническим требованиям к шабруемой поверхности.

7. Точное шабрение следует производить «на блеск», т. е. без покрытия плиты краской.

8. Шабрение сопряженной плоской поверхности заготовки необходимо выполнять только после окончательного пришабривания базовой поверхности, обычно большей площади.

9. При шабрении плоской поверхности заготовки, параллельной ранее пришабренной, следует сочетать шабрение с контролем параллельности при помощи индикатора.

10. Шабрение сопряженной пары деталей нужно выполнять в такой последовательности: вначале окончательно шабрится поверхность одной детали, а затем по ней, как по проверочной плите, пришабривается поверхность другой детали.

11. При шабрении криволинейных поверхностей (типа вкладышей подшипника скольжения) необходимо осторожно закреплять их в тисках или в специальных приспособлениях во избежание коробления и вмятин.

Средства механизации и альтернативные методы обработки

Ручное шабрение – один из самых трудоемких процессов слесарной обработки. Поэтому при всех возможных случаях его стремятся заменить механизированным шабрением или альтернативными методами обработки, позволяющими получить те же параметры точности и шероховатости обрабатываемой поверхности, что и при ручном шабрении.

Механизированные инструменты для шабрения могут иметь как электрический, так и пневматический привод. В большинстве случаев они связаны с источником движения гибкой связью: для электрического привода – это гибкий вал, для пневматического – воздухопроводный шланг.

Электрифицированные инструменты получают движение от электродвигателя через гибкий вал. Для преобразования вращательного движения гибкого вала в возвратно-поступательное движение исполнительного инструмента (шабера) используются различные

механизмы преобразования движения: рычажно-шатунные; с конической передачей и кривошипно-шатунным механизмом; с эксцентриком и кулисой; с волновой канавкой и кулисой. Однако, несмотря на все многообразие конструктивных решений механизма преобразования движения, принцип действия всех электрифицированных инструментов приблизительно одинаков. Наиболее простым устройством подобного рода для проведения шабровочных работ являются передвижные установки, состоящие из электродвигателя с редуктором, гибкого вала и *шабровочной головки* (рис. 4.9). Такая установка состоит из электродвигателя сравнительно небольшой мощности (до 0,6 кВт), который через редуктор 4 посредством гибкого вала 3 передает вращательное движение механизму шабровочной головки 1. В корпусе головки смонтирован механизм, преобразующий передаваемое вращательное движение в возвратно-поступательное движение шабера 2. Электродвигатель 5 и редуктор устанавливаются на одной плите и при необходимости их можно переместить на новое место работы. На рис. 4.9, б показана конструкция того же механизма, но смонтированная на переносной стойке.

Пневматические шаберы (рис. 4.10) состоят из ротационного пневматического двигателя, планетарной и конической передач,

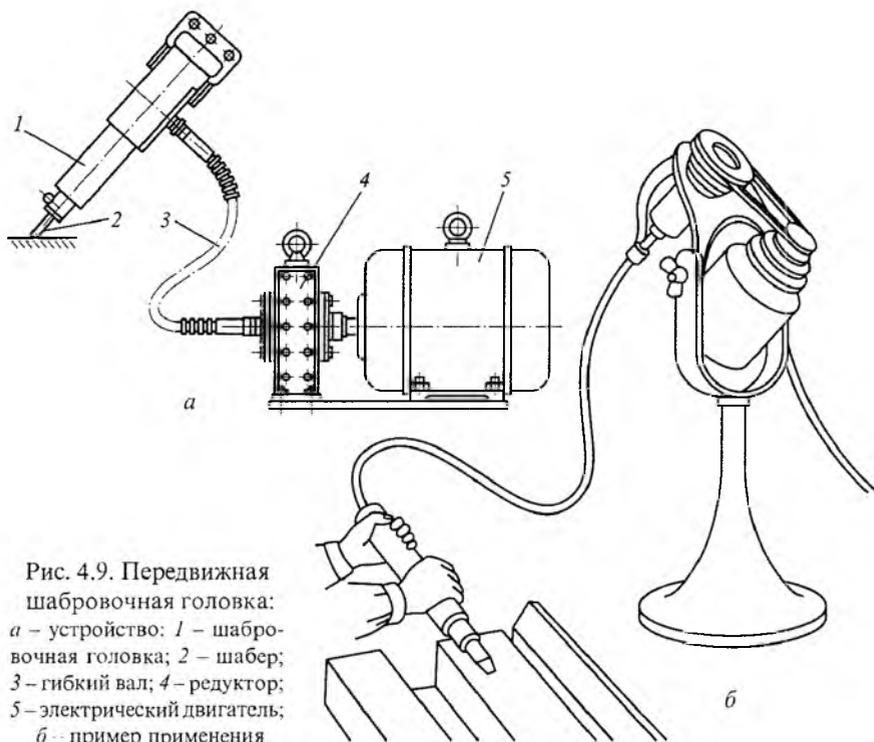
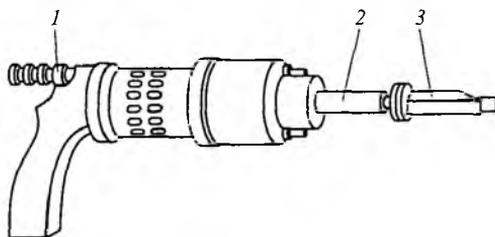


Рис. 4.9. Передвижная шабровочная головка:
a - устройство: 1 - шабровочная головка; 2 - шабер; 3 - гибкий вал; 4 - редуктор; 5 - электрический двигатель;
б - пример применения

Рис. 4.10. Пневматический шабер:

1 – штуцер; 2 – шток; 3 – патрон



а также кривошипного механизма. Пневматические шаберы не допускают в процессе работы резких толчков при изменении направления движения и позволяют регулировать число двойных ходов в минуту, изменяя объем поступающего воздуха за счет поворота крана. При пуске воздуха через штуцер 1 ротор пневматического двигателя через редуктор передает штоку 2 сложное колебательное движение, которое преобразуется в возвратно-поступательное движение патрона 3 с закрепленным в нем шабером.

Альтернативные методы обработки

Применение ручных механизированных инструментов не позволяет кардинально решить проблему механизации шабрения. Поэтому на практике по мере возможности стараются заменить шабрение альтернативными методами обработки, позволяющими при меньших трудовых затратах получить аналогичные показатели точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей. К альтернативным методам обработки относятся тонкое строгание, шлифование на плоскошлифовальных станках, фрезерование (тонкое и финишное) и поверхностное пластическое деформирование.

Методы станочной обработки будут подробно рассмотрены в главе 8 настоящего учебника, поэтому здесь мы лишь кратко остановимся на характеристике этих методов, как замещающих шабрение.

Тонкое строгание применяется при обработке заготовок базовых деталей крупногабаритного оборудования, например направляющих станков. Обработка выполняется специальными строгальными резцами из быстрорежущей стали или резцами, оснащенными пластинами твердого сплава, отличающимися большой шириной режущей кромки (от 40 до 120 мм). Величина подачи при тонком строгании составляет приблизительно 0,5 ширины резца за один двойной ход, а глубина резания колеблется от 0,25 мм при черновой обработке до 0,05 при чистовой. Шероховатость поверхности при тонком строгании Ra 0,63, а отклонение от параллельности и плоскостности на 1 000 мм длины обрабатываемой поверхности не превышает 0,02 мм. Недостатком этого метода обработки является большое время на установку, выверку и снятие обработанной заготовки со станка.

Шлифование взамен шабрения можно выполнять несколькими способами: на плоскошлифовальных и продольно-строгальных станках при использовании специальных головок и при помощи специальных переносных приспособлений, которые устанавливаются непосредственно на крупногабаритных заготовках, подлежащих обработке. Наиболее интересны самодвижущиеся шлифовальные головки, широко применяемые в условиях мелкосерийного производства и при ремонтных работах.

Самодвижущаяся шлифовальная головка (рис. 4.11) монтируется на плите 8, которая своими направляющими 9 устанавливается на обрабатываемую заготовку. Привод головки в поступательном движении осуществляется от роликовой цепи 10 через звездочку (на рис. не показана). Звездочка получает вращательное движение от электродвигателя 5 через червячную передачу (на рис. не показана). Движение шлифовальной головки в обратную сторону осуществляется за счет реверсирования вращательного движения двигателя переключателем 6.

На верхней плите 1 с помощью двух поворотных суппортов установлен рабочий электродвигатель 4, на конце вала ротора которого находится шлифовальный круг 11. Положение головки под заданным углом регулируется при помощи рукояток 2 и 3 суппортов.

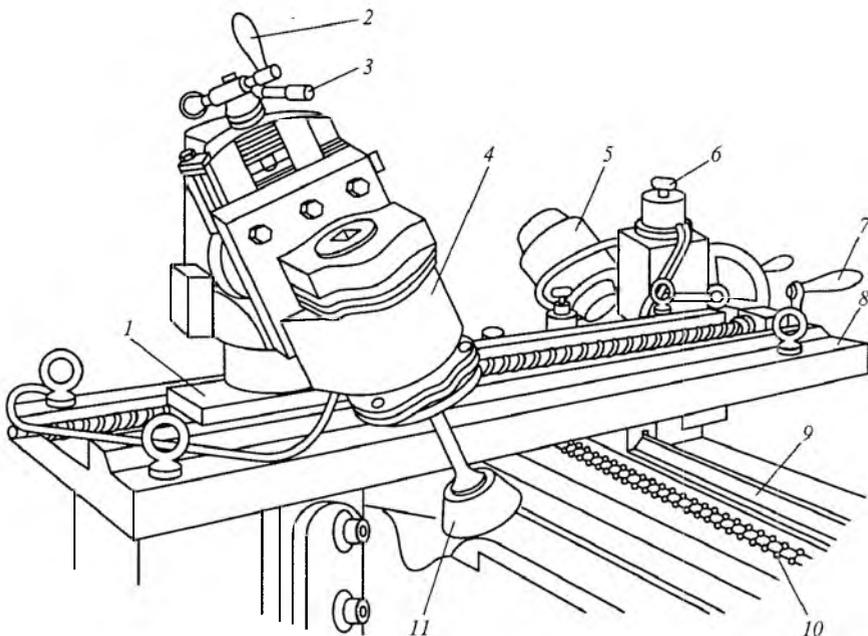


Рис. 4.11. Самодвижущаяся шлифовальная головка:

1 – верхняя плита; 2, 3, 7 – рукоятки; 4, 5 – электродвигатели; 6 – переключатель; 8 – плита; 9 – направляющая; 10 – роликовая цепь; 11 – шлифовальный круг

**Типичные дефекты при шабрении, причины их появления
и способы предупреждения**

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Шабер потерял твердость при заточке	Сильное прижатие шабера к заточному кругу при заточке	Соблюдать все правила заточки. Периодически охлаждать затачиваемую часть шабера в воде
Заточка шабера без закругления	Не соблюдались правила заточки шаберов	Руководствоваться следующими правилами заточки шаберов: шабер для черного шабрения необходимо затачивать с небольшим закруглением; чем точнее шабрение, тем закругление режущей кромки инструмента следует делать больше
При проверке по плите обрабатываемой поверхности она полностью покрыта краской	На плиту нанесен слишком большой слой краски	Снять краску с поверхности детали и в нескольких местах плиты, остальную краску равномерно растереть по плите и повторить окраску поверхности детали для получения необходимой степени окрашивания
Обрабатываемая поверхность детали долго не ложится на плиту	Принят неправильный темп шабрения	На плиту нанести тонкий слой краски, окрасившиеся места поверхности детали сшабривать полностью энергичными движениями шабера до тех пор, пока деталь нормально не «ляжет» на плиту
На шабруемой поверхности глубокие царапины и задиры	Шабрение незаправленным шабером. На поверхность проверочной плиты попала стружка	Тщательно заправить шабер на бруске; начисто протереть обрабатываемую поверхность детали и поверхность проверочной плиты. Заново покрыть ее слоем краски
Пятна на пришабренной поверхности расположены равномерно, но слишком крупные	Шабрение не окончено. Слишком большой слой краски на плите	Продолжить работу, «разбивая» за каждый проход пятна в разных направлениях движения шабера. Следить за слоем краски на плите

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Пятна на пришабренной поверхности мелкие, но расположены неравномерно	Шабрение не закончено	При шабрении снимать пятна только в местах, где их много, до тех пор, пока пятна не расположатся на поверхности равномерно
Сопряженные под углом поверхности детали при повторных проверках окрашиваются в разных местах	Под поверхность базовой детали или под опорную поверхность проверочного угольника (призмы) попала стружка	Тщательно протереть базовую и обрабатываемую поверхности, а также проверочную плиту и опорную поверхность проверочного угольника (призмы) перед проверкой обработанной детали
На поверхности вкладыша (втулки) следы предварительной обработки, грубые царапины и задиры	Шабрение не окончено	Продолжить шабрение, проверяя его качество внешним осмотром и по контрольному валу

тов. Перемещение шлифовальной головки в поперечном направлении осуществляется вращением рукоятки 7.

Фрезерование применяется как отделочная окончательная операция. В качестве инструмента используются однозубые фрезы со специальной заточкой режущей кромки. Скорость резания при этом виде обработки достаточна велика и составляет 200... 250 м/мин, причем подача на один оборот фрезы не должна превышать 0,8 мм, а глубина резания – 1 мм. Для окончательной обработки выполняется так называемое финишное фрезерование, при котором с поверхности заготовки снимаются очень малые припуски 75... 125 мкм.

Вибрационное обкатывание позволяет увеличить прочность обработанной поверхности за счет ее пластического деформирования в процессе обработки (так называемое явление наклепа – упрочнения поверхностного слоя материала за счет воздействия на него высоких сдвигивающих сил, изменяющих структуру материала). Вибрационное обкатывание, сопровождающееся выглаживанием микронеровностей за счет приложения вертикальных по отношению к обрабатываемой поверхности нагрузок, осуществляется при помощи специальных термически обработанных шариков и роликов, которым, помимо движения подачи в направлении перпендикулярном плоскости обрабатываемой заготовки,

придается поступательное движение вдоль и поперек оси этой заготовки.

Типичные дефекты при шабрении, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 4.2.

Контрольные вопросы

1. Почему режущую кромку шабера для чистового шабрения следует затачивать и заправлять с меньшей кривизной, чем у шабера для чернового шабрения?
2. Почему для шабрения вкладышей подшипников скольжения наиболее целесообразным является применение шаберов-колец?
3. Чем вызвана необходимость использования приспособлений при шабрении?
4. Почему механизация шабрения является более предпочтительной по сравнению с другими способами слесарной обработки?
5. Почему при замене ручного шабрения альтернативными методами обработки используются высокие скорости резания при малых подачах и глубинах резания?

4.3. Притирка и доводка

Притирка – это слесарная операция по удалению с поверхности обрабатываемой детали тончайшего слоя металла (до 0,02 мм) с целью получения высокого качества ее поверхности (плоскостности, прямолинейности, малой шероховатости) для обеспечения плотного (герметичного) или разъемного (подвижного) соединения. Режущим инструментом при притирке являются острые ребра мельчайших зерен абразивного материала. Наибольшее распространение в слесарном деле имеют следующие виды притирки поверхностей: плоских (широких и узких), цилиндрических, конических, а также криволинейных различной конфигурации. Особый вид притирки – притирка кранов с коническими пробками и клапанов в целях достижения их герметичности, когда абразивным материалом обрабатываются обе поверхности – пробки крана, клапана и их гнезд (седел).

Притирка является окончательной операцией, более точной, чем шабрение. Обработка осуществляется после механической обработки – шлифования, тонкого точения, фрезерования, развертывания или шабрения. Шероховатость подготовленной под притирку поверхности не должны превышать Ra 0,63. Припуск на притирку должен быть весьма незначителен и составлять не более 0,05 мм. Притирке подвергаются как термически обработанные, так и термически необработанные заготовки. Притиркой достигается точность геометрических размеров до 0,005 мм и шероховатость поверхности Ra 0,008.

Доводка – это чистовая отделочная операция, позволяющая с помощью притирки обрабатывать детали с высокой точностью линейных размеров (по 5...6 квалитетам) и геометрической формы, а также с очень малой степенью шероховатости. Путем доводки обрабатываются режущие и измерительные и проверочные инструменты, матрицы и пуансоны штампов и другие детали, к которым предъявляются высокие требования по параметрам точности размеров и геометрической формы, а также шероховатости обработанных поверхностей.

Подготовка поверхностей под доводку осуществляется теми же методами и с теми же требованиями, что и подготовка поверхностей под притирку. Параметры, достигаемые при доводке, также не отличаются от параметров точности и шероховатости, достигаемых при притирке.

Материалы, используемые при притирке и доводке

В качестве притирочных материалов используются твердые (выше твердости закаленной стали) и мягкие (ниже твердости закаленной стали) абразивные материалы (табл. 4.3).

К твердым абразивным материалам относятся шлифпорошки зернистостью 12, 10, 8, 6, 4 (номер зернистости шлифпорошков соответствует их размеру в десятках мкм, т. е. соответственно 120, 100,

Таблица 4.3

Абразивные материалы, используемые при притирке

Материал	Цвет	Назначение
Шлифовальные порошки зернистостью 12...4: наждак, корунд	Коричнево-серый; от серого до коричневого	Притирка деталей из бронзы и мягких сталей, а также хрупких материалов
Электрокорунд	От темно-коричневого до серо-коричневого и от розового до белого	Для притирки деталей из всех сталей и твердых сплавов
Карборунд, экстракарборунд	Черный	Для притирки деталей из твердых сплавов и азотированных сталей
Карбид бора, пасты ГОИ	Черный, темно-зеленый, зеленый, светло-зеленый	Грубая, средняя и окончательная доводка и притирка соответственно

Состав притирочных порошков в зависимости от материала заготовок

Материал обрабатываемых деталей	Грубая обработка	Окончательная обработка
Сталь 20Х13	Корунд М14, абразивная лента М14 или М20, паста ГОИ грубая	Абразивная лента М10
Азотированная сталь ХМЮА	Электрокорунд М20 и М14, паста ГОИ грубая	Электрокорунд М10, паста ГОИ средняя
Серый чугун и сталь 30Х13	Корунд М14, абразивная лента М14, паста ГОИ грубая	Корунд М10, абразивная лента М10, паста ГОИ средняя
Бронза и медно-никелевый сплав	Толченое стекло, паста ГОИ грубая, абразивная лента М14	Паста ГОИ средняя, абразивная лента М10

80, 60 и 40 мкм) и микропорошки зернистостью от М63 до М5 (номер зернистости микропорошков соответствует размеру зерен в мкм, т.е. от 63 до 5 мкм соответственно) из корунда, нормального электрокорунда, белого электрокорунда, легированного электрокорунда, зеленого карбида кремния, карбида бора и синтетических алмазов. Мягкими материалами являются абразивные порошки окиси хрома, окиси железа, венской извести. Из мягких абразивных материалов, содержащих 65...80% окиси хрома изготовляют пасты ГОИ трех сортов (грубая, средняя, тонкая), которые применяются для притирки и доводки как мягких, так и твердых материалов.

В состав многих абразивных паст входят такие компоненты, как олеиновая и стеариновая кислоты, которые разрушают окисные пленки на поверхности обрабатываемых заготовок, ускоряя тем самым процессы притирки и доводки.

В качестве смазывающих веществ, удерживающих зерна абразивных материалов, уменьшающих трение и снижающих нагрев детали в процессе обработки, используются керосин, машинное масло, скипидар, животные жиры, бензин. Они способствуют ускорению работы, сохранению остроты зерен и уменьшению параметров шероховатости обрабатываемой поверхности.

Состав притирочных порошков, паст и смазочных жидкостей выбирается в зависимости от материала обрабатываемых заготовок. В качестве примера в табл. 4.4 приведены эти составы в зависимости от материала деталей, применяемых в клапанах и уплотняющей арматуре.

Притирка поверхностей деталей в паре (например, пробковые краны, клапаны) не требует применения специальных инструментов, в то время как доводка, позволяющая получить весьма малую шероховатость, точные геометрические размеры и форму, выполняется с использованием специальных инструментов, которые получили название *притиров*, так как в процессе обработки (доводки) выполняют роль второй, сопрягаемой детали. Притиры должны иметь меньшую твердость, чем материал обрабатываемой заготовки; материалом для них служат чугуны с перлитной структурой, бронза, медь, стекло, фибра и твердые породы дерева. В зависимости от взаимного перемещения притира и обрабатываемой заготовки различаются подвижные и неподвижные притиры.

Подвижный притир при обработке перемещается, а заготовка остается неподвижной. Неподвижный притир при обработке сохраняет свое положение, а заготовка перемещается относительно него.

Форма притира должна соответствовать форме обрабатываемой поверхности. По форме притиры подразделяются на плоские, цилиндрические, конические и специальные.

Плоские притиры представляют собой чугунные плиты, на которых доводят до заданной точности и шероховатости обрабатываемые поверхности. В зависимости от назначения плоские притиры могут быть для предварительной и окончательной доводки. Плоский притир для предварительной обработки имеет канавки глубиной и шириной 1...2 мм, которые располагаются на поверхности притира на расстоянии 10...15 мм. В этих канавках собираются остатки абразивного материала и отработанный металл. Притиры для окончательной обработки плоских поверхностей должны быть гладкими.

Цилиндрические притиры применяются при доводке цилиндрических отверстий и могут быть нерегулируемыми (рис. 4.12, *а*) и регулируемыми (рис. 4.12, *б*). Регулируемый притир представляет собою разрезную втулку 3, размещенную на конической оправке 2.

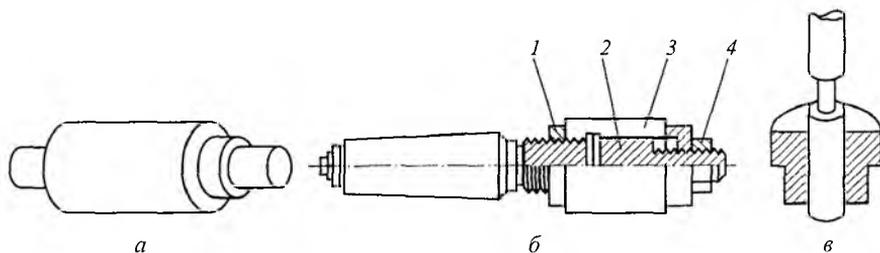


Рис. 4.12. Цилиндрические притиры:

а – нерегулируемый; *б* – регулируемый: 1, 4 – гайки; 2 – коническая оправка; 3 – разрезная втулка; *в* – пример использования

Регулирование диаметральных размеров притира осуществляется при помощи гаек 1 и 4.

Конические притиры (рис. 4.13) предназначены для доводки конических углублений и отверстий (например, седла клапанов газораспределительных механизмов, посадочные места водораспределительной арматуры в условиях их массового производства). Такие притиры имеют специальные винтовые канавки для удерживания абразивного материала в процессе обработки.

Специальные притиры – это притиры сложной формы, изготавливаемые для выполнения определенных операций; их форма зависит от формы обрабатываемой заготовки.

Приспособления, применяемые при доводке, обеспечивают правильное расположение заготовки относительно обрабатывающего инструмента (притира). Это достигается с помощью стандартных приспособлений: тисков, параллелей, угольников и др. В сложных случаях используются специальные приспособления, конструкции которых разрабатываются применительно к конкретным деталям.

Перед началом работы притир должен быть соответствующим образом подготовлен. Подготовка притира для обработки осуществляется двумя способами:

1. Поверхность притирают керосином, наносят на нее абразивный порошок и смазочный материал или пасту со смазкой и шаржируют, т.е. вдавливают зерна абразивного материала в поверхность притира, прокатывая по ней стальной валик. При шаржировании цилиндрических и конических притиров их прокатывают по стальной плите с нанесенным на нее слоем абразивных зерен.

2. Поверхность притира покрывают порошком абразивного материала, не подвергая шаржированию, при этом обработка выполняется свободным абразивом.

При доводке на притире необходимо соблюдать следующие правила:

1. Перед началом работы необходимо:

- определить способ доводки (свободным абразивом или с использованием шаржированного притира) в зависимости от задания;

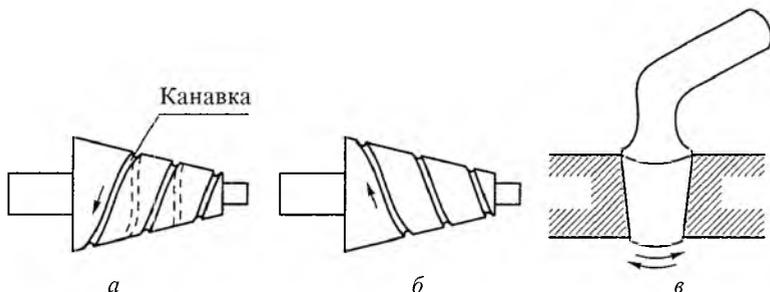


Рис. 4.13. Конические притиры:
а, б – с канавкой; в – гладкий

• проверить состояние притира и обрабатываемой заготовки на отсутствие коробления, а также качество сопряжений и предварительной отделки, снять заусенцы.

2. Для доводки широких плоских поверхностей заготовку следует закреплять на деревянном бруске.

3. Доводку узких граней нужно выполнять с применением притирочных кубиков и призм.

4. Доводку узких граней одинаковых заготовок следует производить пакетом, скрепляя их струбциной.

5. Необходимо соблюдать рациональную технологию доводки:

- при обработке способом свободного абразива на притирочную плиту следует наносить смесь машинного масла, керосина и шлифовального порошка, соответствующего номера или доводочную пасту;

- при доводке на шаржированном притире шлифовальный порошок или пасту наносить не нужно. В этом случае притир смазывают смесью керосина и машинного масла;

- доводку необходимо выполнять возвратно-поступательными, вращательными или круговыми движениями обрабатываемой поверхности по всей поверхности притира;

- после каждых 30...40 движений следует менять притирочную массу (абразивный порошок, пасту, смазку шаржированной плиты), уменьшая зернистость абразивного материала по мере обработки поверхности. Необходимо периодически, по ходу работы, проверять качество доводки. Окончательную обработку следует производить без нанесения на плиту абразивного порошка (пасты).

6. Качество доводки следует проверять:

- внешним осмотром (поверхность должна быть равномерно матовой без блестящих пятен);

- лекальной линейкой, контрольным угольником, конгршаблонном (зазор (просвет) должен быть минимальным и равномерным).

При притирке криволинейных поверхностей типа пробковых кранов, вентилях, клапанов и тому подобных сопряженных пар необходимо соблюдать перечисленные ниже правила:

1. Перед началом работы следует проверить подлежащие притирке заготовки на прямолинейность, взаимное сопряжение, качество отделки, а также снять заусенцы и удалить царапины.

2. Необходимо соблюдать рациональную технологию притирки:

- притирку нужно выполнять способом свободного абразива, нанося на притираемые поверхности смесь абразивного порошка, керосина и машинного масла;

- притирку пробкового крана следует осуществлять, проворачивая его в разные стороны на 30...40° и 180°;

- притирку клапанов следует производить по часовой стрелке;

- необходимо периодически заменять притирочную массу и визуально контролировать качество притирки.

Типичные дефекты при доводке и притирке, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Неправильная структура движений при притирке плоских поверхностей	Несоблюдение правил притирки	При притирке необходимо использовать всю поверхность притира во избежание неравномерного его износа и последующих дефектов при притирке плоских поверхностей
«Завалы» на доведенной узкой поверхности заготовки, непрямолинейность	Неравномерное нажатие на заготовку в процессе притирки	При доводке узких длинных (более 100 мм) плоских поверхностей с применением притирочных кубиков (призм) нажатие пальцами на заготовку производить равномерно и одинаково по всей длине заготовки
На притертой широкой поверхности наблюдаются «светлые» пятна	Притирка поверхности не окончена	Притирку продолжить более грубым абразивным порошком до получения матовой поверхности по всей площади заготовки, а затем окончательно притереть более тонким порошком
На притертой поверхности пробки и гнезда крана остались следы предварительной обработки	Притирка не закончена, притирка выполнялась грубым абразивным порошком	Притирку продолжить до получения сплошной матовой поверхности пробки и гнезда крана. Заканчивать притирку более тонким абразивным порошком. Качество притирки проверять «на карандаш»
Притертый кран пропускает керосин менее чем через две минуты	Притирка производилась грубым абразивным порошком	Притирку продолжить более тонким абразивным порошком. По ходу работы проверять качество притирки «на карандаш»

3. Проверять качество притирки следует:

- внешним осмотром – не должно быть царапин и блестящих пятен, притертые поверхности должны быть равномерно матовыми;
- «на карандаш» – карандашные риски, нанесенные на пробку крана, при поворотах ее в гнезде должны стираться равномерно;

• «на керосин» – залитый в отверстие крана керосин при хорошем качестве притирки не должен проходить между притертыми поверхностями в течение не менее 2 мин.

Типичные дефекты при доводке и притирке, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 4.5.

Механизация притирочных и доводочных работ

Так же, как и при выполнении других слесарных операций, механизация притирки и доводки осуществляется двумя способами: использование ручного механизированного оборудования и использование стационарного оборудования (доводочных станков).

Ручное механизированное оборудование

Притирка конических поверхностей запорных клапанов и кранов выполняется с помощью ручных или электрических дрелей, конструкции которых были описаны выше.

Доводка резьбовых деталей осуществляется при помощи резьбовых колец (наружные резьбы) или специальными резьбовыми оправками (внутренние резьбы). При доводке внутренних резьб большого диаметра применяются раздвижные оправки, а для наружных резьб – специальные сменные регулируемые кольца. Этими инструментами можно пользоваться с применением ручных дрелей.

Доводка заготовок из твердых сплавов выполняется с применением в качестве абразива алмаза (естественного технического или синтетического), карбидов бора и кремния.

Стационарное оборудование для притирки и доводки

Для выполнения этих операций применяются металлорежущие станки общего назначения – токарные и сверлильные и специальные доводочные станки.

Токарные и сверлильные станки позволяют производить доводку цилиндрических и конических поверхностей, а также резьбовых наружных и внутренних поверхностей при низких частотах вращения шпинделя станка.

В зависимости от способа нанесения и удержания абразивного материала при доводке и притирке на доводочных станках различаются следующие методы обработки.

1. Доводка с непрерывной подачей суспензии (смесь с малой концентрацией абразивных зерен) обеспечивает более высокую производительность процесса, но меньшую точность и шероховатость поверхности $Ra\ 0,08 \dots 0,32$ (рис. 4.14, а).

2. Доводка с нанесением абразивной пасты на притир осуществляется смесью с повышенной концентрацией абразивных зерен.

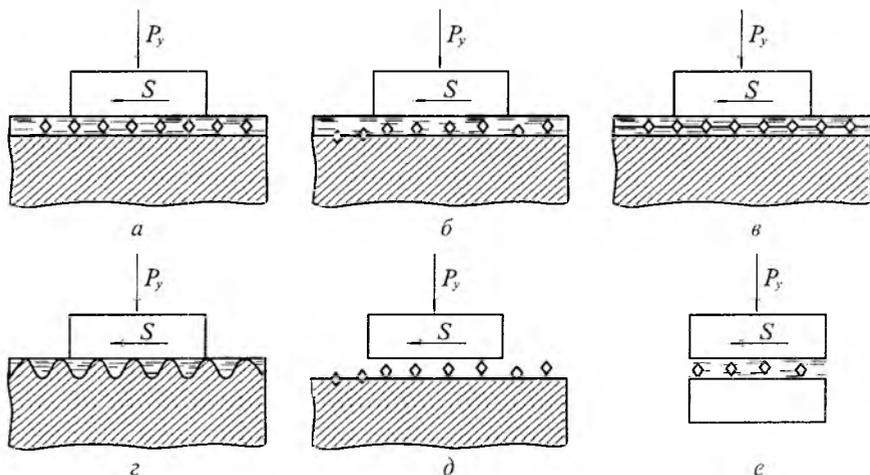


Рис. 4.14. Схемы доводки:

a – с непрерывной подачей суспензии; *б* – шаржированным притиром; *в* – монолитным алмазным притиром; *г* – безабразивная доводка; *д* – всухую; *е* – взаимная доводка (притирка); P_y – усилие прижатия; S – подача

Производительность при этом несколько снижается, но повышается точность обработки и уменьшается шероховатость обработанной поверхности.

3. Доводка шаржированным притиром (рис. 4.14, б) – это срезание гребешков исходной шероховатости поверхности зернами, вдавленными в притир. Этот метод менее производителен, но обеспечивает высокую точность и незначительную шероховатость обработанной поверхности.

4. Доводка монолитным алмазным притиром (рис. 4.14, в) выполняется дисками, имеющими на рабочей поверхности алмазный слой. Это наиболее производительный метод доводки, однако он не позво-

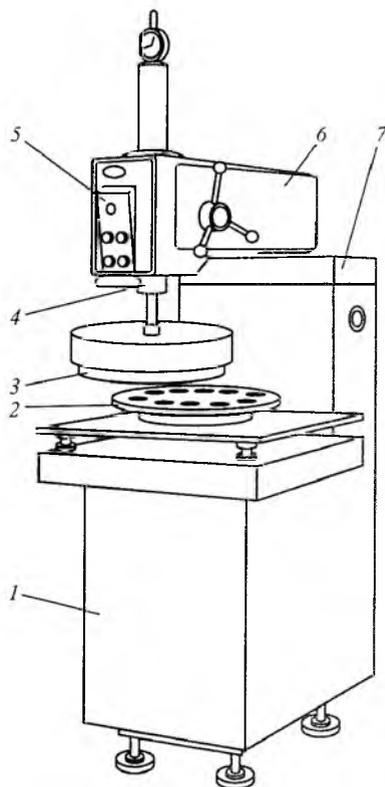


Рис. 4.15. Двухдисковый

доводочный станок мод. 3Б814:

1 – станция; 2 – стол; 3 – доводочный диск; 4 – пиноль; 5 – пульт управления; 6 – поворотная консоль; 7 – стойка

ляет полностью использовать режущие возможности алмазного слоя.

5. Безабразивная доводка (рис. 4.14, *з*) применяется при обработке заготовок из мягких или пористых металлов.

6. При обработке всухую (рис. 4.14, *д*) получают зеркальную поверхность.

7. Взаимная доводка (притирка) используется для подгонки деталей с высокой точностью (рис. 4.14, *е*).

В качестве примера рассмотрим устройство двухдискового доводочного станка модели 3Б814. Этот станок предназначен для доводки как односторонних, так и двухсторонних (с параллельными сторонами) плоских заготовок и позволяет обрабатывать заготовки из различных материалов (сталь, чугун, бронза и т. д.). Базовым элементом станка (рис. 4.15) является станина 1 коробчатой формы, на которой установлена стойка 7. В верхней части стойки на подшипниках смонтирована поворотная консоль 6, в передней части которой имеется пиноль 4 для установки верхнего доводочного диска 3. Пульт управления станком 5 находится на передней стенке консоли. Заготовку для обработки устанавливают на столе 2. Доводка осуществляется доводочным диском 3.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит различие между притиркой и доводкой?
2. Что и как влияет на выбор зернистости абразивных шлифовальных порошков?
3. Почему при выполнении притирки и доводки необходимо применять смазку?
4. От чего зависит выбор абразивного материала при притирке и доводке?
5. Когда применяется притирка или доводка свободным абразивом, а когда используется шаржированный притир?

СБОРКА НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

5.1. Паяние металлов

Паяние (пайка) – это процесс неразъемного соединения двух или нескольких металлических заготовок с помощью расплавленного металла – припоя, имеющего более низкую температуру плавления, чем металл соединяемых им частей заготовок. Паяние возможно только тогда, когда температура места спая станет выше температуры расплавления соответствующего припоя и будет поддерживаться в течение всего паяния. Паяние обеспечивает соединение заготовок из стали, цветных металлов и их сплавов, а также сочетаний этих материалов. Наиболее широко паяние применяется при выполнении электромонтажных работ, при монтаже контрольно-измерительных приборов, радио- и электроприборов, изготовлении сосудов, радиаторов, а также инструментов, армированных пластинами твердого сплава, и ряда других работ.

Паяние осуществляется с помощью прогрева мест соединения заготовок до температуры, превышающей температуру плавления припоя, и введения в эту зону соответствующего припоя. Расплавляясь, припой растекается и заполняет зазоры между соединяемыми частями заготовки под действием капиллярных сил и, охлаждаясь, кристаллизуется в паяном шве, обеспечивая неподвижное соединение.

По температуре плавления припои разделяют на мягкие (легкоплавкие) с температурой плавления $180 \dots 300^\circ$ и твердые (тугоплавкие) с температурой плавления $700 \dots 1000^\circ$. Помимо высокой температуры плавления, твердые припои характеризуются более высокой, по сравнению с мягкими припоями, прочностью. Это является причиной разделения операции паяния на два вида: паяние мягкими припоями и паяние твердыми припоями, у каждого из которых имеются свои технологические особенности.

Паяние мягкими припоями

Мягкие припои, применяемые при паянии, представляют собой сплав легкоплавких металлов на основе олова и свинца. Оловянно-свинцовые припои обозначают буквами ПОС (припой оловянно-свинцовый) и цифрами, показывающими содержание олова в

припое в процентах. Процентное содержание олова в составе припоя определяет область его применения:

ПОС-90 – для паяния предметов хозяйственного назначения в пищевой промышленности, например ведра. Это обусловлено гигиеническими и медицинскими требованиями к изделиям такого рода, так как пониженное содержание свинца в припое оказывает минимальное токсическое воздействие на пищевые продукты;

ПОС-40 – для паяния радиаторов, электро- и радиоаппаратуры, физико-технических приборов, при монтаже проводов и изделий из белой жести и латуни;

ПОС-30 – для паяния цинка, оцинкованной стали, латуни, меди и различных изделий бытового (непищевого) назначения;

ПОС-18 – для паяния свинца, цинка, оцинкованной стали и латуни при невысоких требованиях к прочности паяного соединения;

ПОС-4-6 – для паяния деталей из латуни, меди, белой жести; не пригоден для паяния цинка и оцинкованного железа.

Мягкие припои изготавливают в виде прутков, проволоки или трубки, заполненной флюсом, масса которого составляет приблизительно 5% массы припоя.

Прежде чем приступить к паянию, необходимо тщательно подготовить поверхности соединяемых частей заготовки под паяние. Подготовка поверхности осуществляется очисткой ее от грязи и коррозии шабером, надфилем или напильником до металлического блеска. Абразивная шкурка для очистки поверхности не применяется, так как содержащийся в ней клей сильно загрязняет поверхность пайки. При паянии заготовок из листовой стали место спая протравливается 20%-ным раствором соляной кислоты. Соединяемые поверхности плотно подгоняют друг к другу, используя гибку, правку или опилование. Некоторые варианты паяных швов, подготовленных к паянию, показаны на рис. 5.1. При помощи кисточки на места спая наносится тонкий слой жидкого флюса. При использовании твердого флюса поверхность паяния предварительно прогревается паяльником.

Флюсы, применяемые при паянии мягкими припоями, обладают способностью очищать место спая от окислов, предотвращают

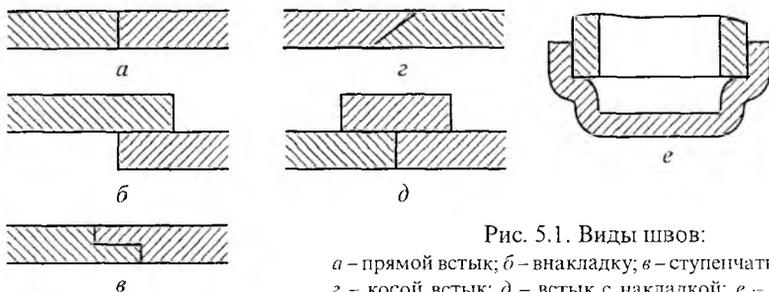


Рис. 5.1. Виды швов:

a – прямой встык; *б* – внакладку; *в* – ступенчатый встык; *г* – косой встык; *д* – встык с накладкой; *е* – вращруб

Состав флюса в зависимости от материала соединяемых частей заготовки

Компонент	Содержание основных компонентов, %	Материал
Канифоль	100	Медь и медные сплавы
Насыщенный раствор хлористого цинка в соляной кислоте	–	Коррозионно-стойкая сталь
Хлористый цинк, фтористый натрий	95 и 5 соответственно	Алюминий
Паста (насыщенный раствор цинка), метанол, глицерин	33	Медь, сталь

образование оксидов в процессе пайки и снижают поверхностное натяжение припоя, обеспечивая его лучшую текучесть и более качественное заполнение зазора между соединяемыми пайкой частями заготовки. В качестве флюсов при пайке мягкими припоями используются хлористый цинк, нашатырный спирт, канифоль, стеарин, паяльная паста, а в ряде случаев раствор соляной кислоты. Состав флюса выбирается в зависимости от материала соединяемых частей заготовки (табл. 5.1).

Соединяемые части заготовки должны располагаться таким образом, чтобы шов находился сверху. Как только место, к которому прикасается паяльник, прогревается и припой начинает плавиться и растекаться, паяльник без отрыва от шва перемещают, давая возможность припою заполнить зазор в шве между соединяемыми частями заготовки. Припой следует наносить тонким, равномерным слоем без пропусков. После окончания пайки выступающие над швом приливы удаляются напильником, а поверхность зачищается наждачной шкуркой.

В зависимости от требований, предъявляемых к соединяемым паянием мягкими припоями частям заготовки, паяные швы делятся на три группы:

- прочные – не обязательно герметичные, но обязательно обладающие определенной механической прочностью;
- плотные – сплошные швы, имеющие гарантированную герметичность, не допускающую протекания различных веществ;
- плотнопрочные – обладающие и прочностью, и герметичностью.

Инструменты для паяния мягкими припоями

Основным инструментом для выполнения паяных швов является паяльник. В зависимости от способа нагрева рабочей части па-

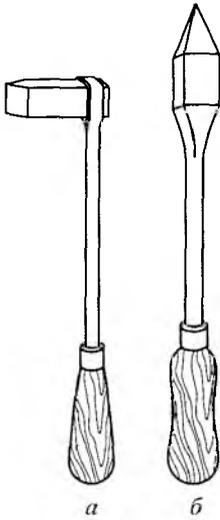


Рис. 5.2. Паяльник периодического нагрева: а – угловой; б – прямой

яльника различают паяльники периодического нагрева, паяльники постоянного нагрева с использованием газовых или бензиновых нагревательных устройств и электрические паяльники, у которых рабочая часть нагревается электрическим током.

Паяльники периодического нагрева (рис. 5.2) бывают двух типов – прямые и угловые (молотковые). Разогрев паяльников осуществляется при помощи паяльной лампы (рис. 5.3) или в кузнечном горне. Перед нагревом носок паяльника зачищается, а после нагрева очищается от окислов и на него наносится флюс жидкий или твердый и облуживается.

Паяльники непрерывного нагрева газовые и бензиновые обеспечивают постоянный подогрев рабочей части паяльника соответственно газовой или бензиновой горелкой. У газового паяльника (рис. 5.4, а) ацетилен и кислород подаются через штуцеры 7 и 8, закрепленные в рукоятке 6. Поступление ацетилена и кислорода к горелке 4 регулируется кранами 5 и 9. Выходящая из сопла 10 газовая смесь поджигается, обеспечивая нагрев рабочей части 1 паяльника, который соединен с горелкой хомутиком 3.

В бензиновом паяльнике (рис. 5.4, б) рабочая часть 1 паяльника непрерывно подогревается бензиновой горелкой 11, в рукоятке-резервуаре 12 которой расположена емкость для бензина. Подготовка к работе таких паяльников аналогична паяльникам периодического действия.

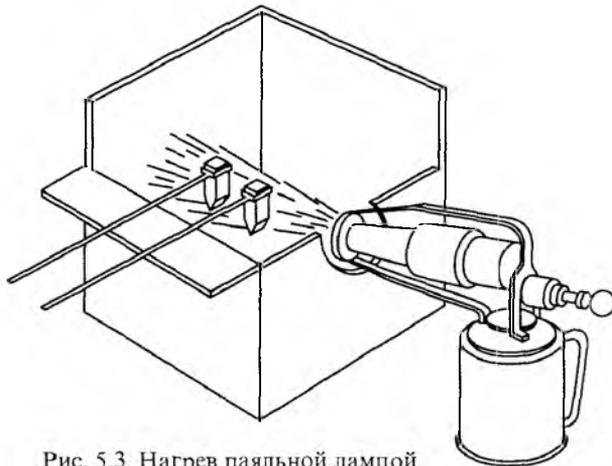


Рис. 5.3. Нагрев паяльной лампой

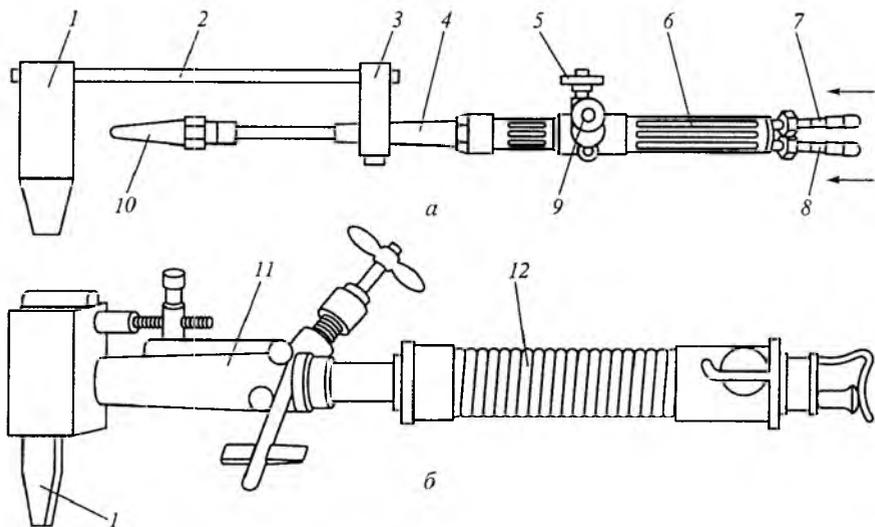


Рис. 5.4. Паяльники непрерывного нагрева:

a -- газовый; *б* -- бензиновый; 1 -- рабочая часть; 2 -- стержень; 3 -- хомутик; 4 -- горелка; 5, 9 -- краны; 6 -- рукоятка; 7, 8 -- штуцеры; 10 -- сопло; 11 -- бензиновая горелка; 12 -- рукоятка-резервуар

Электрические паяльники (рис. 5.5) получили наиболее широкое распространение благодаря высокой надежности и простоте действия. Они выпускаются с двумя типами рабочей части – прямые и угловые. Очищение носка таких паяльников от окислов осуществляют соответствующим применяемому припою флюсом.

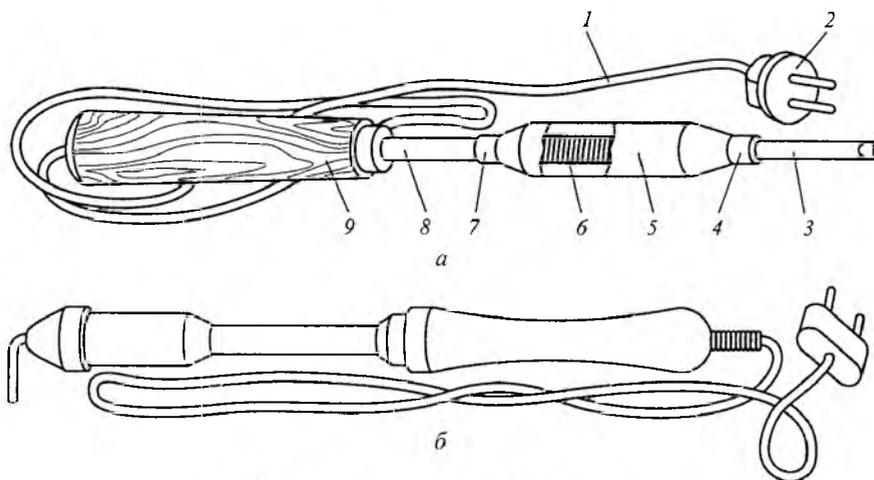


Рис. 5.5. Электрический паяльник:

a -- прямой: 1 -- электрический шнур; 2 -- электрическая вилка; 3 -- рабочая часть; 4, 7 -- хомутики; 5 -- кожух; *б* -- нагревательный элемент; 8 -- стержень; 9 -- рукоятка; *б* -- угловой

Правила выполнения работ при пайке мягкими припоями электрическим паяльником

1. Перед процессом паяния необходимо проверить исправность паяльника, а также электропровода и электрической вилки.

2. Следует обеспечить плотное прилегание друг к другу соединяемых пайкой частей заготовки.

3. Необходимо протравливать очищенное место спая раствором соляной кислоты и покрывать флюсом: при паянии заготовок из листовой стали – хлористым цинком, при паянии меди и сплавов на ее основе – канифолью, при паянии других материалов следует пользоваться рекомендациями табл. 5.1.

4. Паяние следует выполнять только хорошо прогретым и залуженным паяльником.

5. Запрещается перегревать паяльник. При перегреве и сгорании полуды на рабочей части паяльника необходимо зачистить его носок и вновь облудить на прутке припоя.

6. При паянии длинного шва следует использовать прутковый припой, подводя его к месту паяния и передвигая вместе с паяльником.

7. Проверку качества паяния следует осуществлять:

- внешним осмотром, не допуская непропаянных мест, «коряво-го» шва, наплывов припоя на шве;
- на герметичность (пропаянные сосуды);
- перегибом (спаянные заготовки на механическую прочность).

Паяние твердыми припоями

Паяние твердыми припоями обеспечивает более прочное соединение спаиваемых частей заготовки. Высокая пластичность и ковкость припоя, глубоко проникающего в основной металл, позволяет выдерживать значительные механические напряжения в спаиваемых местах при последующей обработке полученных заготовок как методами резания, так и методами пластической деформации (прокат,ковка, гибка и т. п.).

Подготовка места спая к паянию

Вследствие того, что припой и материал заготовки имеют значительно меньшую разность температур плавления, этот способ паяния требует выполнения подготовительных операций в большем объеме, чем при паянии мягкими припоями.

Очистка поверхности

Все, что было сказано об очистке поверхности при подготовке к пайке мягкими припоями, справедливо по отношению к подготовке поверхностей к пайке твердыми припоями. Необходимо обеспечить абсолютную чистоту того места, где будет производиться

паяние. Весьма отрицательное влияние на успешность паяния оказывают не только пленки окислов, но и жировые и масляные загрязнения на поверхности заготовки, поэтому и то, и другое должно тщательно удаляться.

Пригонка

Все соединяемые паянием части заготовки, в которых возможны остаточные напряжения в результате предшествующей подготовки, должны быть отожжены, так как в противном случае может возникнуть перекося соединяемых паянием частей заготовки, что может привести к неполному заполнению места спая припоем. Все спаиваемые пустотелые детали должны иметь отверстие для выхода воздуха, так как при нагреве может произойти вспучивание или разрыв поверхности соединяемых частей изделия. При паянии твердым припоем должен быть выдержан определенный зазор между соединяемыми частями заготовки для заполнения его расплавленным припоем. Величина этого зазора не должна превышать 0,2 мм.

Фиксация заготовок

Если при паянии мягкими припоями, как правило, обходятся без стационарной фиксации взаимного положения соединяемых заготовок и вполне достаточно их удержания пинцетом или другими ручными фиксаторами, то при паянии твердыми припоями, когда процесс нагрева требует достаточно большого временного интервала, заготовки следует надежно крепить во взаимном расположении друг к другу. Такое крепление целесообразно осуществлять приспособлениями, оснащенными фиксирующими устройствами и слабо отводящими тепло от соединяемых деталей в процессе нагрева. К материалам, наиболее часто используемым в таких устройствах при паянии твердыми припоями, относятся уголь и асбест. Одним из способов фиксации спаиваемых заготовок является связывание проволокой. Это, как правило, требует достаточно больших затрат времени, поэтому во всех возможных случаях связывание заготовок проволокой целесообразно заменять закреплением их зажимами. Для связывания заготовок пользуются стальной отожженной проволокой диаметром 0,2...0,5 мм. При использовании обвязочной проволоки следует учитывать следующие ее недостатки:

- стальная проволока при нагревании расширяется значительно меньше, чем фиксируемые ею заготовки;
- при нагревании железная окалина может восстановиться, что приведет к диффузии железа в металл соединяемых заготовок (при паянии цветных металлов и сплавов), что изменит физико-механические свойства соединяемых заготовок. Помимо того, возможно припаивание обмоточной проволоки к поверхности соединяемых заготовок;

- при местном перегреве проволока подвергается пережогу и может полностью перегореть, тогда ее фиксирующее действие преждевременно прекращается.

Нанесение флюса и припоя

При пайке твердыми припоями флюсы выполняют ту же функцию, что и при пайке мягкими припоями; их выбор зависит от материала соединяемых заготовок.

Ниже приводятся флюсы, используемые в зависимости от материала соединяемых деталей.

Медь, бронза и сталь	Бура (100%)
Латунь, бронза, серебро	Бура плавленая (72%), поваренная соль (14%), поташ кальцинированный (14%)
Медь, сталь	Бура плавленая (90%), борная кислота (10%)
Титано-карбидные твердые сплавы, припаяваемые на режущий инструмент	Бура плавленая (50%), фтористый калий (40%), борная кислота (10%)
Коррозионно-стойкая и жаропрочная сталь	Бура плавленая (50%), борная кислота, разведенная в растворе хлористого цинка (50%)
Чугун	Бура (60%), хлористый цинк (38%), марганцево-кислый калий (2%)
Алюминий и его сплавы	Хлористый литий (26... 35%), фтористый калий (12... 16%), хлористый цинк (8... 25%), хлористый калий (40... 59%)

Твердыми припоями являются медно-цинковые (ПМЦ) и серебряные (ПСр) припой. В обозначении марок припоев цифра показывает процентное содержание меди и серебра. Твердый припой выбирается в зависимости от материала соединяемых деталей. Марки медно-цинковых и серебряных припоев в зависимости от материала спаиваемых заготовок приведены ниже:

ПМЦ-54	Углеродистая сталь
ПМЦ-48	Медь, латунь, бронза, углеродистая сталь
ПМЦ-36	Латунь, бронза
ПСр-50	Медь, медно-никелевые сплавы, латунь, бронза, сталь
ПСр-25	Тонколистовая медь и латунь, медно-никелевые сплавы
ПСр-10	Сплав стали с медью, сплавы цветных металлов

Инструменты для нагрева места спая

Нагрев заготовок при паянии твердыми припоями осуществляется газовыми и бензиновыми горелками, в муфельных печах, соляных ваннах, токами высокой частоты, а также в электрических контактных машинах. Для создания газового и бензинового пламени используют специальные устройства – горелки.

Применение бензиновых и керосиновых паяльных ламп при паянии твердыми припоями нецелесообразно в связи с тем, что они не обеспечивают равномерный нагрев припоя и заготовки.

Основные правила паяния твердыми припоями

1. Перед процессом паяния необходимо проверить работоспособность и исправность источника нагрева места спая.

2. Следует проверить качество очистки места спая, плотность пригонки спаиваемых поверхностей, а также прочность крепления к месту пластин припоя.

3. Необходимо протравливать место пайки раствором соляной кислоты.

4. Следует соблюдать рациональную технологию паяния:

- припой или место спая с прикрепленной пластиной припоя нужно нагреть в пламени горелки или в муфельной печи до температуры, близкой к температуре плавления припоя;

- припой следует расположить в месте спая, обильно посыпать или смазать его флюсом и продолжать разогрев места спая до полного расплавления припоя и заполнения им швов паяемого соединения.

5. Качество паяния следует проверить:

- визуально – на отсутствие непропаянных мест;
- на прочность – легким простукиванием спаянным местом о твердый предмет – на отсутствие трещин.

Правила безопасности труда при паянии

1. Запрещается пользоваться неисправными инструментами и приспособлениями.

2. Запрещается прикасаться к неисправным инструментам и нагретым частям инструмента паяния.

3. Нельзя наклоняться близко к месту паяния.

4. Работу следует выполнять под вытяжным колпаком.

5. Для удерживания спаиваемого изделия необходимо использовать плоскогубцы или кузнечные щипцы.

6. При пайке тугоплавкими припоями нужно работать в рукавицах и очках.

7. Следует тщательно мыть руки с мылом после окончания работ.

Типичные дефекты при паянии, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 5.2.

Типичные дефекты при паянии, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Непропаянный шов	Плохая зачистка места спая. Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником	Вновь зачистить непропаянное место и пропаять заново, соблюдая все правила
«Корявый» шов	Паяние производилось недостаточно нагретым паяльником	Прогреть паяльник до достаточной температуры и пропаять весь шов
Наплывы припоя	Использовано слишком обильное количество припоя	При паянии методом введения прутка легкоплавкого припоя в место спая продвигать прутки вместе с паяльником с такой скоростью, чтобы расплавленный припой равномерно, но не чрезмерно заполнял зазор в месте спая. При пайке тугоплавким припоем убирать прутки при заполнении шва в месте спая расплавленным припоем. Зачистить место спая напильником
Излом в месте спая	Непропай шва	Перепаять заново
Негерметичность спаянного сосуда	Непропай шва	Зачистить место течи и пропаять его заново
Припой не смачивает поверхность паяемого металла	Недостаточная активность флюса. Наличие на поверхности оксидной пленки, жировых или других загрязнений	Увеличить количество флюса или добавить в него фтористые соли. Улучшить очистку поверхности
Припой при хорошей смачиваемости шва не затекает в зазор	Мал зазор	Подобрать оптимальный размер зазора

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Трещины в шве	Значительная разница в коэффициентах теплового расширения припоя и материала соединяемых частей	Подобрать припой, соответствующий материалу спаиваемых заготовок
Смещения и перекосы в паяных соединениях	Некачественная фиксация взаимного положения заготовок перед пайкой	Исключить смещение соединяемых заготовок при кристаллизации (застывании) припоя

Специальные методы паяния

Паяние соединений при помощи паяльника до настоящего времени остается наиболее распространенным способом пайки при выполнении монтажных соединений, однако производительность этого способа не велика. Более высокопроизводительной является низкотемпературная *пайка погружением* в расплавленный припой (рис. 5.6). Паяние таким способом выполняется на специальных установках, на которых смонтированы ванны с флюсом и расплавленным низкотемпературным (мягким) припоем. Заготовки предварительно очищают и обезжиривают, далее погружают сначала в ванну с флюсом, а затем с расплавленным припоем, после чего вынимают и охлаждают на воздухе до комнатной температуры. Заданную температуру припоя контролируют и поддерживают при помощи специального устройства с термпарой, помещенного в ванну.

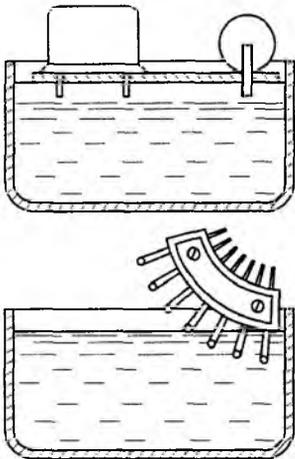


Рис. 5.6. Пайка погружением

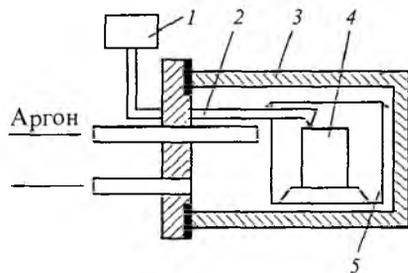


Рис. 5.7. Установка для пайки в среде инертного газа:

1 – источник питания; 2 – нагреватель; 3 – корпус; 4 – стол; 5 – паяльная камера

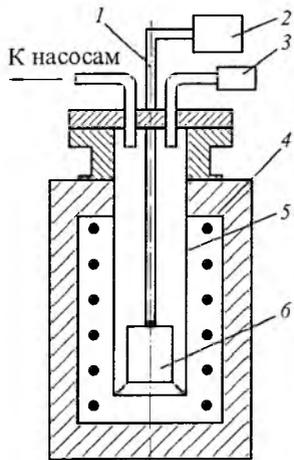


Рис. 5.8. Устройство для паяния в вакууме:
1 – нагреватель; 2 – источник питания; 3 – манометр;
4 – корпус; 5 – паяльная камера; 6 – стол

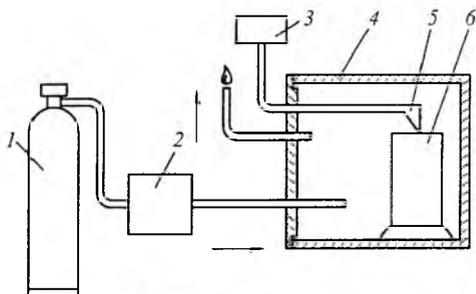


Рис. 5.9. Установка для пайки
в активной газовой среде:
1 – баллон с газом; 2 – редуктор; 3 – источник питания;
4 – камера паяния; 5 – нагреватель; 6 – стол

Помимо описанного метода паяния, для улучшения качества паяных соединений применяют пайку в среде инертного газа (рис. 5.7), в вакууме (рис. 5.8) и в активной газовой среде (рис. 5.9). Принцип действия установок ясен из рисунков и не требует дополнительных пояснений. Основная особенность этих методов паяния состоит в том, что они выполняются без применения флюсов, так как среда, окружающая заготовки в процессе паяния, препятствует образованию окисных пленок.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор марки мягкого припоя?
2. Какую роль выполняет флюс при паянии и от чего зависит выбор его состава?
3. Почему при паянии изделий медицинского и пищевого назначения допустимо применение только припоя ПОС-90?
4. Почему при припаивании пластин твердого сплава необходима обвязка соединяемых заготовок проволокой?
5. В чем отличие паяния в защитных средах или в вакууме от паяния на воздухе?

5.2. Лужение

Лужением называется процесс покрытия поверхностей металлических деталей тонким слоем расплавленного олова или оловянно-свинцовыми сплавами (припоями). Лужение осуществляется для защиты деталей от коррозии и окисления, подготовки поверхностей заготовок и инструмента к паянию мягкими припоями, а также пе-

ред заливкой вкладышей подшипников баббитом. Перед лужением поверхность заготовок тщательно очищается и обезжиривается. Очистка поверхности от грязи и коррозии выполняется как механическим, при помощи корцовочных щеток или напильников, так и химическим путем в 25%-ном растворе соляной кислоты в целях обезжиривания поверхностей заготовок и удаления с них окисных пленок. После механической очистки заготовки промываются в кипящем 10%-ном растворе каустической соды и затем в воде.

Прежде чем приступить непосредственно к лужению, поверхность заготовки покрывается флюсом. В качестве флюса используется хлористый цинк, раствор которого наносится на заготовку при помощи кисти, куска войлока или пакли. Затем поверхность, подлежащая лужению, посыпается порошком нашатыря и нагревается до температуры плавления олова или другого сплава, который наносится на поверхность в виде порошка или мелких кусочков. После того как припой или олово, соприкоснувшись с нагретой поверхностью заготовки, начинает плавиться, его растирают паклей или холщовой тряпкой, предварительно пересыпанной порошком нашатырного спирта. Наносимый сплав должен равномерно распределиться по поверхности обрабатываемой заготовки. Такой способ покрытия поверхности заготовки называют *лужение растиранием* (рис. 5.10). Обрабатываемую поверхность можно покрывать оловом или припоем и другим способом – *погружением* (рис. 5.11). В этом случае очищенную и протравленную заготовку погружают примерно на одну минуту в ванну с раствором хлористого цинка, а затем в ванну с расплавленным припоем или оловом, в которой заготовку выдерживают в течение 2...3 мин, после чего извлекают из ванны, встряхивают и проверяют визуально на равномерность распределения покрытия и на отсутствие вздутий.

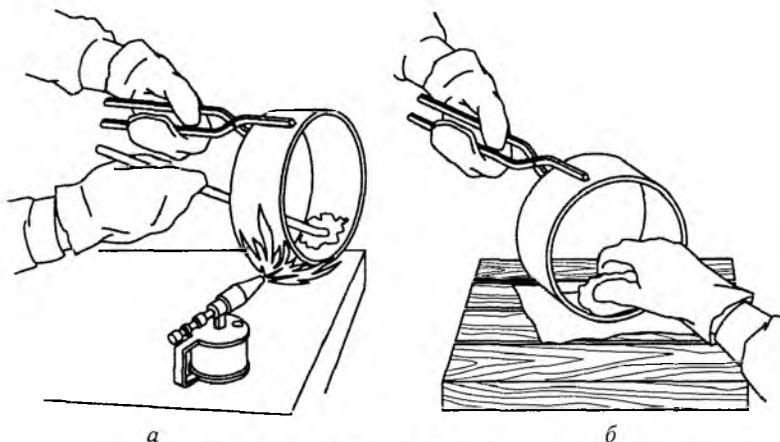


Рис. 5.10. Лужение растиранием:
а – нагрев; б – процесс растирания полуды

На расплавленной полуде
кусочки древесного угля

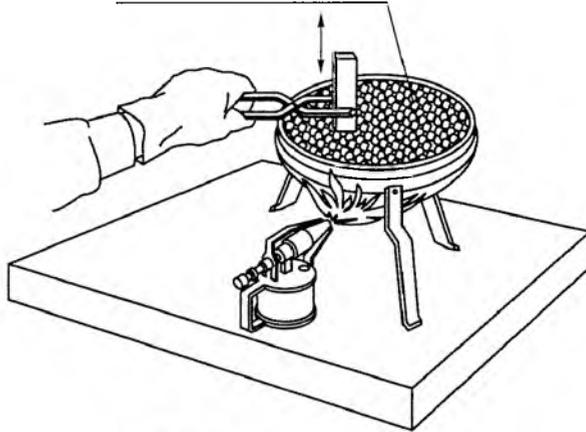


Рис. 5.11. Лужение погружением

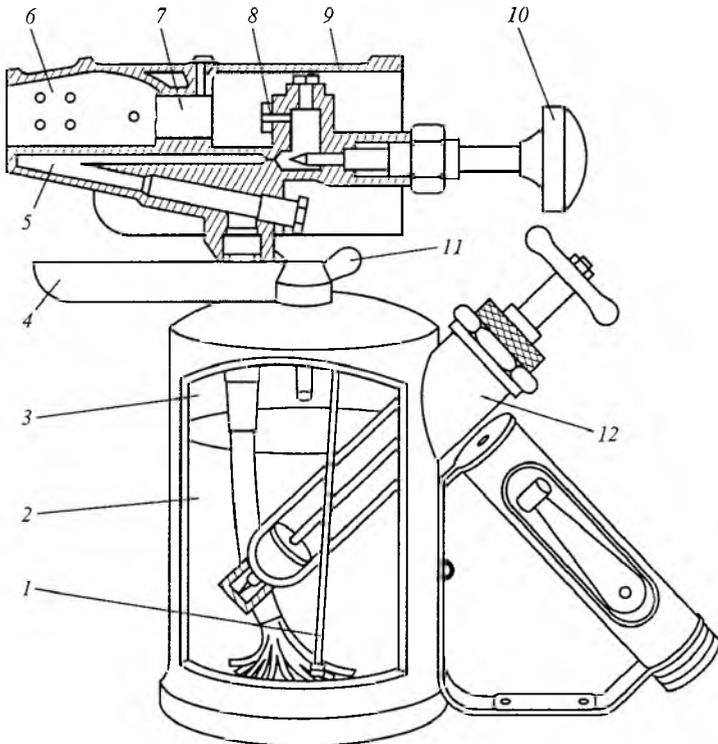


Рис. 5.12. Паяльная лампа:

1 – трубка подвода воздуха; 2 – резервуар; 3 – воздушное пространство; 4 – нагревательная чаша; 5 – каналы; 6 – труба; 7 – смеситель; 8 – сопло; 9 – ветрозащитное устройство; 10 – вентиль; 11 – крышка; 12 – насос

Нагревание заготовок осуществляется, как правило, паяльной лампой (рис. 5.12), основой которой является резервуар 2 для горючего (бензина). В резервуар установлен насос 12, обеспечивающий подачу воздуха в него для образования бензиновоздушной горючей смеси, которая скапливается в пространстве 3 резервуара. Горючая жидкость заливается в резервуар через отверстие, закрытое крышкой 11. Бензиновоздушная смесь из резервуара поступает по каналам 5 к соплу 8; ее количество регулируется при помощи вентилей 10. Этот же вентиль обеспечивает включение и отключение подачи горючей смеси, перекрывая каналы 5 при помощи игольчатого золотника. Бензиновоздушная смесь, проходящая смесителем 7, поджигается в трубе 6. Пламя защищено от ветра специальным устройством 9. Для разжигания паяльной лампы необходимо предварительно разогреть трубу 6 до температуры вспышки бензиновоздушной смеси. Нагревание происходит от пламени горящего бензина, наливаемого в нагревательную чашу 4.

Правила безопасности труда при лужении

1. Все работы, связанные с процессом лужения, должны выполняться в брезентовых рукавицах.

2. Все работы при лужении необходимо производить под вытяжным зонтом или при наличии в помещении хорошей вытяжной вентиляции.

3. При подготовке раствора соляной кислоты во избежание разбрызгивания следует всегда вливать кислоту в воду, а не наоборот.

4. При работе с паяльной лампой запрещается:

- разжигать паяльную лампу в учебной мастерской;
- разжигать паяльную лампу без защитного кирпичного экрана;
- чрезмерно накачивать воздух в резервуар лампы.

5. Запрещается гасить лампу до закрытия регулирующего вентилей. Выпускать воздух из резервуара необходимо только после того, как лампа погашена, а горелка остыла.

6. Следует тщательно мыть руки с мылом после окончания работы.

Контрольные вопросы

1. Для чего перед началом лужения необходима механическая и химическая очистка заготовок?

2. Каковы основные правила безопасности при лужении?

5.3. Склеивание

Склеивание является современным методом получения неразъемных соединений заготовок с помощью введения между сопрягаемыми поверхностями слоя специального вещества (клея), которое

способно непосредственно скреплять эти заготовки. Важным преимуществом склеивания является возможность получения соединения из неоднородных металлов, а также неметаллических материалов.

При склеивании можно избежать появления внутренних напряжений и деформаций соединяемых заготовок. Недостатком клеевых соединений является их низкая термостойкость (менее 100 °С), склонность к ползучести (смещению одной части склеенной заготовки относительно другой) при длительном воздействии сдвигающих усилий, а также длительная выдержка для полимеризации клея в соединении. Склеивание применяется для соединения металлических и неметаллических заготовок (в том числе и труб), заделки трещин и раковин в деталях, восстановления неподвижных посадок и для целого ряда других работ, связанных с созданием неподвижных неразборных соединений.

Технологический процесс склеивания для всех видов соединяемых материалов и всех видов клеев состоит, как правило, из следующих этапов:

- подготовка поверхности к склеиванию;
- подготовка клея;
- нанесение клея на склеиваемые поверхности;
- выдержка нанесенного слоя клея;
- сборка (соединяемых) склеиваемых заготовок;
- выдержка соединения при определенной температуре и давлении;
- очистка шва от подтеков клея;
- контроль качества клеевых соединений.

Наиболее широко применяемые марки клеев приведены в табл. 5.3.

Подготовка поверхности к склеиванию сводится к механической подгонке, приданию необходимой шероховатости склеиваемым поверхностям, очистке от грязи и масла и тщательному обезжириванию. Выбор инструмента для механической подгонки и придания необходимой шероховатости зависит от типа клеевого соединения. Для механической подгонки, придания заданной шероховатости и механической очистки используются напильники, надфили, наждачная бумага и методы станочной обработки (точение, шлифование, фрезерование и т. п.).

Наносимый на поверхности слой клея должен быть равномерным, без пузырьков воздуха. Клеи в зависимости от назначения могут быть жидкими, пастообразными или в виде клеящей пленки. Наиболее удобны клеящие пленки, которые не требуют специального регулирования клеящего слоя. Вручную клей наносится кистью или шпателем, жидкие клеи можно наносить пульверизатором. Во время выдержки после нанесения клея происходит испарение из него влаги и летучих веществ, в результате чего клей приобретает нужную вязкость и уменьшается усадка клеевого шва.

Марки клеев

Марка	Давление, МПа	Температура, °С	Время выдержки, ч
Д-9	0,01 ... 0,3	13 ... 35	24
ЭДФ	0,1 ... 0,3	10 ... 25	24
ЭЛ19	0,02 ... 0,2	10 ... 25	50 ... 70
ВК-9	0,01 ... 0,1	18 ... 30	24
БОВ-1	0,05 ... 0,1	15 ... 30	24
КЛН-1	0,05 ... 0,1	25	24
ВУ-16	0,05 ... 0,1	18 ... 23	72
Э6-1С	0,05 ... 0,5	15 ... 30	24
УП-5-171	0,05	18 ... 25	24 ... 48
УП-5-177	0,05	18 ... 22	24 ... 72

Совмещение склеиваемых заготовок, исключающее их самопроизвольное смещение, осуществляется при помощи струбцин и других зажимных приспособлений. Процесс склеивания и полимеризации должен происходить при определенных условиях: давление – 0,3 ... 1 МПа, температура – 5 ... 30 °С, время выдержки – от 20 мин до 72 ч. Для создания необходимых условий используются механические, пневматические и гидравлические прессы и специальные установки с электрическим или газовым подогревом. Возможно использование для нагрева соединяемых заготовок открытого пламени газовых или бензиновых горелок.

Контроль клеевого соединения осуществляется визуально, а также путем испытаний его на герметичность и прочность. Соединение считается выполненным удовлетворительно, если при контроле на прочность разрушение происходит не по клеевому шву, а по основному материалу.

Соединение трубопроводов различного назначения при помощи клеев позволяет по сравнению с резьбовыми и сварными работами в два-три раза сократить трудовые и энергетические затраты. Для склеивания стальных трубопроводов разработаны специальные эпоксидные клеи, составы которых приведены в табл. 5.4. Различают четыре типа составов эпоксидных клеев. Составы ти-

Состав эпоксидных клеев в зависимости от типа

Компонент клея	Содержание компонента, массовых частей				Примечание
	I	II	III	IV	
Смола эпоксидно-диановая неотвержденная ЭД-20	100	100	100	100	Жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета
Дифутилфтолат	15	–	–	15	Маслянистая жидкость
Смола низкомолекулярная полиамидная марок: Л-19 или Л-20 ТО-18 или ТО-20	– –	50 –	– –	– 100	Вязкая жидкость от желтого до темно-коричневого цвета
Портландцемент марки 400	–	–	200	–	Порошок
Кварц молотый марки КП2 или КП3	–	–	–	50	»
Двуокись титана марки Р-02	–	–	–	20	»
Окись хрома	–	–	–	20	»
Асбест марок М-6-30 или М-6-40	–	–	–	20	Волокнистый материал
Пудра алюминиевая пигментная марок ПАП-1 и ПАП-2	10	10	–	–	Пигментный порошок
Полиэтиленполиамин	10	–	15	–	Жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета

пов I и II предназначены для клеевых соединений бандажного типа (рис. 5.13, а, б); состав типа III – для клеємеханических соединений (рис. 5.13, в); состав типа IV – для муфтовых и раструбных соединений (рис. 5.13, г).

Для выполнения соединений трубопроводов применяются различные материалы, выбор которых зависит от назначения соеди-

Характеристика и назначение материалов, используемых для выполнения соединений трубопроводов

Материал	Вид	Назначение	Поставка
Стеклоткань конструкционная (предпочтительно марки Т-13П)	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	Рулоны в мягкой таре из водонепроницаемого материала
Тканые ленты из крученых комплексных нитей алюмоборсилкатного стекла марки ЛЭС	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	В мягкой таре из водонепроницаемого материала
Тканые конструкционные стеклянные ленты марки ЛСК	Тканый материал	Армирующая основа соединений бандажного типа	То же
Фенолполивинилацетальные клеи БФ-2 и БФ-4	Бесцветная или слегка мутная жидкость	Для нанесения полосок клея на стеклоткань перед ее нарезкой	Тубовая упаковка
Ацетон	Бесцветная жидкость	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	Емкости из стекла
Бензин	Бесцветная жидкость	Для обезжиривания поверхностей склеиваемых труб	То же

нения. Краткие характеристики и назначение этих материалов приведены в табл. 5.5.

Клеевые соединения бандажного типа (см. рис. 5.13, а, б) выполняются путем многослойной намотки на концы стыка стальных труб ленты из стеклоткани с нанесенным на ее поверхность слоем эпоксидного клея. Фиксация взаимного положения стыкуемых труб обеспечивается за счет применения струбцин с призмами, бандажа из металлической ленты, опор и подвесок. Зачистка концов труб перед склеиванием осуществляется на участках длиной не менее 0,7 диаметра. Зачищенные поверхности перед склеи-

ванием обезжириваются ацетоном или бензином для улучшения соединения клея с металлом. Клеевой состав готовят, смешивая компаунд (основные компоненты клея) с отвердителем. Намотка подготовленной ленты с нанесенным на нее клеевым составом на концы соединяемых труб выполняется вручную в радиальном направлении туго и без перекосов. Середина ленты при этом должна располагаться в месте стыка труб. Для получения необходимой прочности и герметичности соединение должно быть выдержано при температуре окружающего воздуха 5...17°С в течение четырех суток, при температуре 17...25°С – в течение двух суток. Для сокращения времени выдержки и увеличения прочности клеевого соединения применяются искусственные условия выдержки при температуре 80°С в течение трех часов или при температуре 120°С в течение полутора часов. Склеенные таким образом трубы перемещаются только с помощью переноски; категорически запрещается перемещать их волоком или сбрасывать с высоты.

Для получения клеємеханических соединений (см. рис. 5.13, в) клей наносится на наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность раструба или муфты. После нанесения клея прямой конец трубы заводятся в раструб или муфту и обжимается по периметру. После обжатия происходит отверждение клея. Длина нахлестки (длина участка трубы, входящая в раструб или муфту) должна составлять не менее 1,2 диаметра трубы.

Раструбные и муфтовые соединения труб (см. рис. 5.13, г) от клеємеханических отличаются тем, что обжатие муфты или раструба не выполняется.

Основным дефектом клеевого соединения является его недостаточная прочность, которая может быть вызвана следующими причинами:

- плохой очисткой склеиваемых поверхностей;
- неравномерным нанесением клея на склеиваемые поверхности (недостаток или избыток клея на отдельных участках);
- отверждением клея до соединения поверхностей;
- недостаточным давлением на детали при склеивании;
- недостаточным температурным режимом и недостаточным временем просушивания соединения.

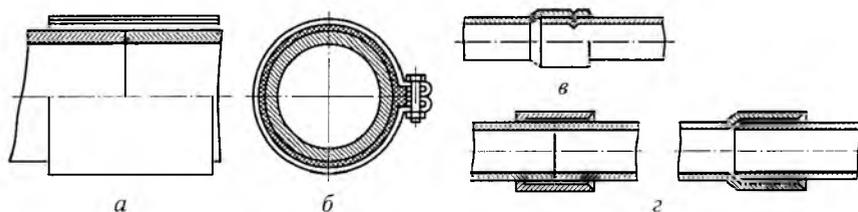


Рис. 5.13. Соединения трубопроводов:

а, б – стыковое; в – клеємеханическое; г – муфтой и в раструб

Для устранения этих недостатков необходимо очистить поверхность от клея, вновь очистить и обезжирить ее, а также соблюдать температурный и временной режим при выполнении клеевых соединений.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор клея для выполнения клеевого соединения?
2. С какой целью выполняется зачистка и обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию?
3. В чем особенность выполнения клеевых соединений труб?

5.4. Клепка

Клепка – это получение неразъемных соединений при помощи заклепок, применяемых при изготовлении металлических конструкций (фермы, балки, различного рода емкости и рамные конструкции). Заклепка представляет собой цилиндрический стержень из пластичного металла, на одном конце которого выполнена головка, называемая закладной. В процессе выполнения операции на второй стороне стержня, устанавливаемого в отверстия соединяемых заготовок, образуется вторая головка заклепки, которую называют замыкающей. Закладная и замыкающая головки в основном бывают полукруглыми и потайными (рис. 5.14). Необходимость применения пластичного металла для изготовления заклепок связана с тем, что ее головки образуются в результате пластического деформирования стержня заклепки. При выполнении заклепочных соединений заклепки следует выбирать из того же материала, из которого выполнены детали, подлежащие соединению. Это предупреждает появление гальванических пар, приводящих к коррозии в месте соприкосновения заклепки и детали. Процесс клепки состоит из двух этапов – подготовительного и собственно клепки. Под-

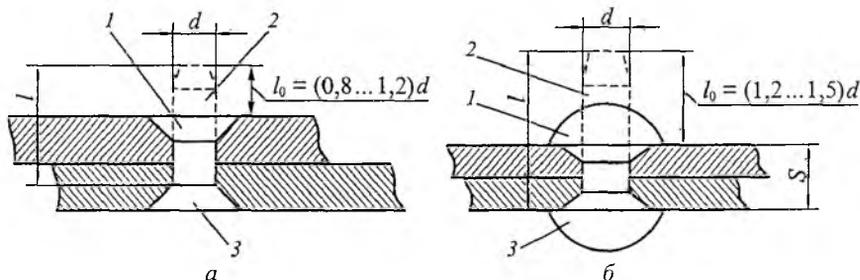


Рис. 5.14. Заклепочные соединения:

a – с потайной головкой; *б* – с полукруглой головкой; 1 – замыкающая головка; 2 – стержень; 3 – закладная головка; *l* – длина заклепки; *d* – диаметр заклепки; l_0 – длина заклепки под замыкающую головку; *S* – толщина соединяемых деталей

готовительный процесс включает в себя сверление или пробивку отверстия под заклепку и формирование углубления в нем с помощью зенкования под закладную и замыкающую головки, если это необходимо. Собственно клепка включает в себя установку заклепки в подготовленное отверстие, натяжку склепываемых заготовок, формирование замыкающей головки и зачистку после клепки. В зависимости от характера заклепочного соединения клепка выполняется холодным (без нагрева) и горячим (с предварительным нагревом заклепки до температуры $1000 \dots 1100^\circ\text{C}$) способом. На практике горячая клепка применяется в тех случаях, когда используются стальные заклепки диаметром свыше 12 мм.

Типы заклепок и заклепочных швов

Наиболее часто при монтажных работах применяются заклепки с полукруглой и потайной головкой. В связи с тем что заклепки с потайной головкой недостаточно прочно соединяют детали в месте клепки, их применение ограничено. Такие заклепки используются только в тех случаях, когда их головки по условиям эксплуатации конструкции не должны выступать над ее поверхностью. В зависимости от назначения и условий эксплуатации возможно употребление заклепок и с другими формами головок (рис. 5.15).

Выбор размеров заклепок зависит от толщины соединяемых клепкой деталей. Диаметр заклепки должен быть, как правило, равным суммарной толщине соединяемых деталей. Длина стержня заклепки определяется с учетом образования замыкающей головки, усадки стержня в процессе клепки и необходимости заполнения зазора между стержнем заклепки и стенками отверстия под нее.

Рассмотрим порядок определения длины стержня заклепок с потайной (см. рис. 5.14, *а*) и полукруглой (см. рис. 5.14, *б*) головками. В обоих случаях длина заклепки l определяется, исходя из толщины склепываемых деталей S и длины l_0 части стержня заклепки, выступающей из отверстия над поверхностью соединяемых дета-

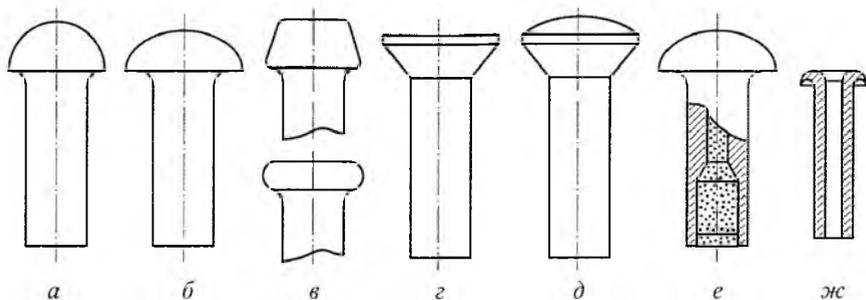


Рис. 5.15. Типы заклепок:

а, б – с полукруглой головкой; *в* – с цилиндрической головкой; *г* – с потайной головкой; *д* – с полупотайной головкой; *е* – взрывная; *ж* – трубчатая

лей. Длина выступающей части стержня зависит от диаметра заклепки и формы замыкающей головки. Для заклепок с полукруглой головкой $l_0 = (1,2 \dots 1,5)d$, для заклепок с потайной головкой $l_0 = (0,8 \dots 1,2)d$.

Для обеспечения свободной, но достаточно плотной установки заклепки диаметр отверстия должен быть несколько больше диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр сверла, мм:										
точная сборка	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
грубая сборка	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

В случаях, если невозможно сформировать в соединении замыкающую головку, применяют взрывные заклепки (рис. 5.15, *е*). Такая заклепка, заполненная взрывчатым веществом, устанавливается в отверстие соединяемых деталей и осаживается легкими ударами молотка в холодном состоянии. После этого ее нагревают со стороны закладной головки каким-либо нагревательным прибором (например, паяльником), в результате чего происходит взрыв вещества, помещенного в стержне заклепки и его конец расширяется, образуя замыкающую головку.

Для соединения тонких металлических листов и деталей из неметаллических материалов используются трубчатые заклепки (рис. 5.15, *жс*), замыкающая головка которых образуется развальцовкой.

Место соединения деталей при помощи заклепок называется заклепочным швом. В зависимости от характера соединения и его

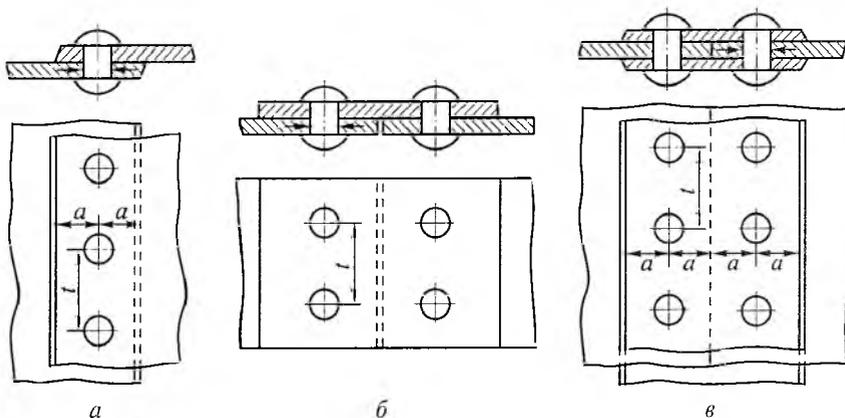


Рис. 5.16. Типы заклепочных швов в зависимости от расположения соединяемых заготовок:

а – внахлестку; *б* – встык с одной накладкой; *в* – встык с двумя накладками; *t* – шаг соединения; *a* – расстояние от края детали до центра отверстия под заклепку

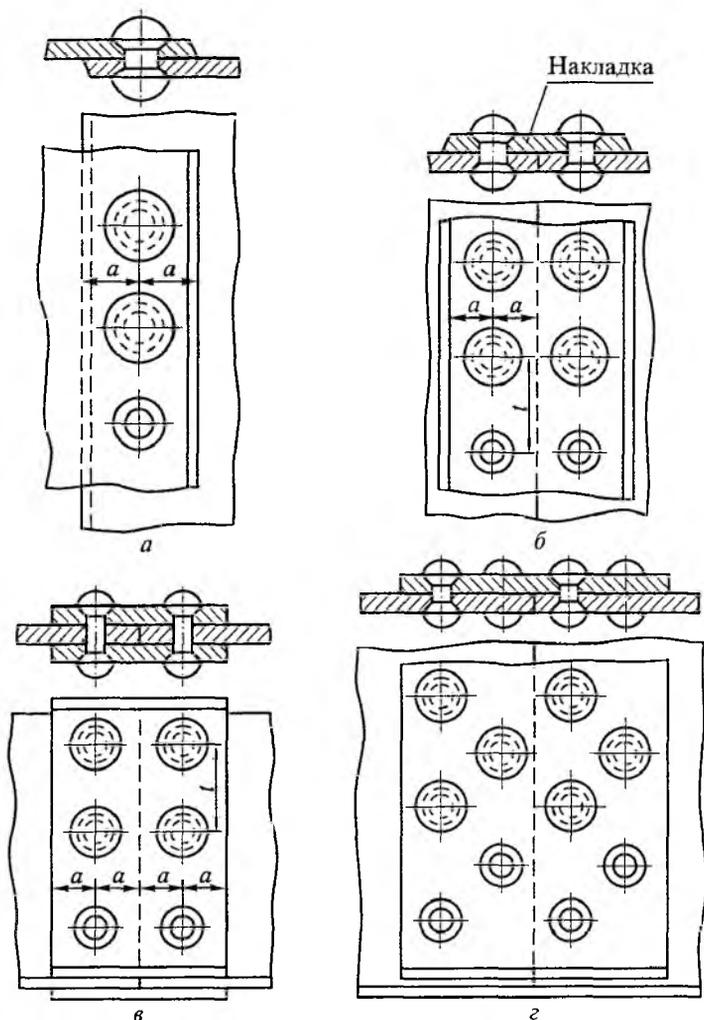


Рис. 5.17. Типы заклепочных швов в зависимости от расположения заклепок: *а* – однорядный; *б* – двухрядный; *в* – многорядный; *т* – шаг соединения; *а* – расстояние от края детали до центра отверстия под заклепку

назначения заклепочные швы подразделяют на три вида: прочные, плотные и прочноплотные.

Прочный шов применяется в тех случаях, когда необходимо получить соединение повышенной прочности. Как правило, это соединения в различных несущих конструкциях: балки, колонны, подъемные сооружения и другие подобные конструкции.

Плотный шов используется при клепке резервуаров и сосудов для жидкостей, трубных соединений для транспортировки газов и жидкостей под небольшим давлением.

Прочноплотный шов служит для соединения деталей в устройствах и конструкциях, работающих под большим давлением, например в паровых котлах.

По взаимному положению деталей соединения различаются два типа швов: встык и внахлестку (рис. 5.16, а). Соединение деталей встык осуществляется с помощью накладок. В соединении используется одна (рис. 5.16, б) или две (рис. 5.16, в) накладки. Заклепки при любом виде соединения можно располагать в один, два, три и более рядов. В зависимости от количества рядов заклепок в соединении различают одно-, дву- и многорядные заклепочные соединения (рис. 5.17).

Расстояние между заклепками в соединении выбирается в зависимости от типа соединения (однорядное или двухрядное). В однорядных швах расстояние между осями заклепок (шаг) должно быть равно трем диаметрам заклепки, а расстояние от края соединяемых деталей до оси заклепок в соединении должно составлять не менее полутора диаметров. При выполнении двухрядных швов это расстояние соответственно должно быть равно четырем диаметрам заклепки и полутора, как и в однорядном соединении. Расстояние между рядами заклепок в таких соединениях должно составлять два диаметра.

Инструменты и приспособления для ручной клепки

Для ручной клепки применяются следующие инструменты: слесарный молоток (как правило, используется молоток с квадратным бойком), поддержка под закладную головку и обжимку.

Молоток для выполнения клепки выбирается по весу, в зависимости от диаметра заклепки:

Диаметр заклепки, мм	2,0	2,5	3,0	3,5
Вес молотка, г	100... 150	150... 200	200... 300	300... 350
Диаметр заклепки, мм	4,0	5,0	6,0... 8,0	
Вес молотка, г	350... 400	400... 450	450... 500	

Поддержка служит опорой при расклепывании стержня заклепки; ее масса должна быть в 4... 5 раз больше массы молотка. Поддержка, на которую опирается полукруглая закладная головка заклепки, должна иметь лунку с формой, соответствующей форме закладной головки заклепки.

Натяжка (рис. 5.18) служит для осаживания листов, подлежащих клепке, вдоль стержня заклепки. По оси натяжки выполняется глухое отверстие, в которое входит стержень заклепки при осаживании листов, подлежащих соединению. Диаметр отверстия натяжки не должен превышать диаметра заклепки более чем на 1,0... 1,5 мм.

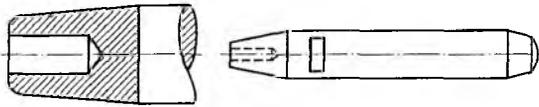


Рис. 5.18. Натяжка

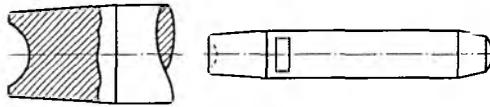


Рис. 5.19. Обжимка

Обжимка (рис. 5.19) представляет собой стержень, на конце которого выполнено углубление для формирования после осаживания бойком молотка замыкающей полукруглой головки заклепочного соединения. Форма этого углубления должна соответствовать форме замыкающей головки. Потайные замыкающие головки оформляются бойком молотка без обжимки.

Чеканы (рис. 5.20) представляют собой зубило с плоской и закругленной частью; они применяются для создания герметичности заклепочного шва, которая достигается за счет подчеканивания краев листов в заклепочном шве.

Пистонница (рис. 5.21) представляет собой специальный инструмент для развальцовывания трубчатых заклепок. Заклепку 4 устанавливают в отверстие, под замыкающую головку подводят крючок 1, пистонницей 2 осаживают заклепку, подтягивая детали друг к другу, и, вращая рукоятку пистонницы, развальцовывают замыкающую головку.

Поддержки, натяжки и чеканы изготавливаются из инструментальной углеродистой стали, их рабочие части закаляются.

С помощью этих инструментов ручная клепка осуществляется двумя методами: прямым и обратным.

Прямой метод характеризуется тем, что удары наносятся по стержню заклепки со стороны замыкающей головки.

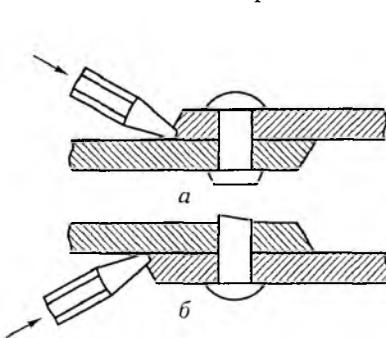


Рис. 5.20. Чеканы:

а – плоский, б – радиусный

При *обратном методе* удары наносятся по закладной головке через оправку, а формирование замыкающей головки осуществляется за счет поддержки и обжимки. Качество клепки при этом несколько ниже, чем при прямом методе, поэтому метод обратной клепки применяется только в тех случаях, когда прямой метод применить невозможно.

При ручной клепке необходимо соблюдать следующие правила:

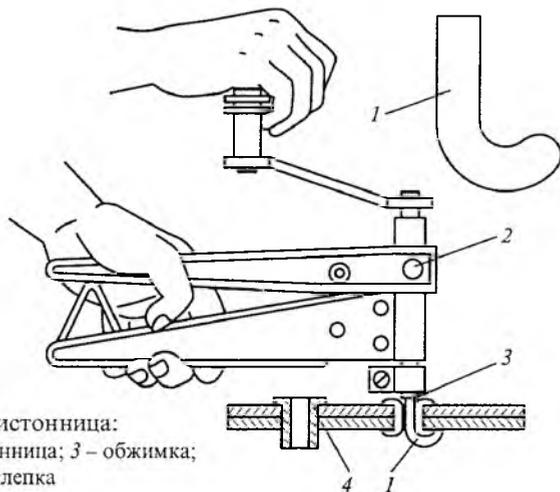


Рис. 5.21. Пистонница:

1 – крючок; 2 – пистонница; 3 – обжимка;
4 – заклепка

1. Перед началом работы следует проверить:

- совпадение отверстий в склепываемых деталях;
- соответствие диаметра стержня заклепки диаметру отверстия (диаметр заклепки должен быть меньше диаметра отверстия на 0,1 ... 0,5 мм в зависимости от размеров);
- длину стержня заклепки для получения полноценной замыкающей головки (определять расчетом или по таблице).

2. Зенкование отверстия под потайную головку (закладную или замыкающую) следует выполнять с контролем глубины и диаметра углубления под головку при помощи контрольной заклепки.

3. Склепывание деталей необходимо производить с упором потайной закладной головки заклепки в плиту, полукруглой закладной заготовки – в поддержку со сферическим углублением соответствующего размера.

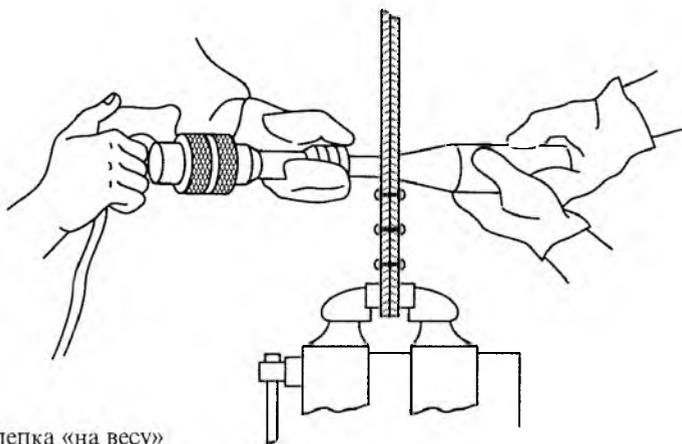


Рис. 5.22. Клепка «на весу»

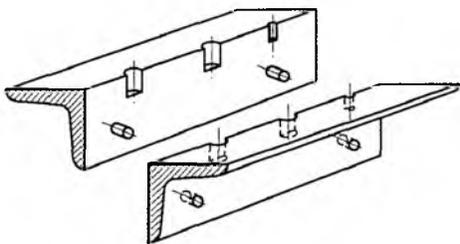


Рис. 5.23. Приспособление для изготовления заклепок

4. Следует обязательно осаживать склепываемые детали (особенно небольшой толщины – до 5 мм) натяжкой с отверстием, соответствующим диаметру стержня заклепки.

5. Запрещается забивать заклепку в отверстие, если она не входит в него свободно.

6. При расклепывании заклепок шарнирного соединения (типа плоскогубцев) необходимо подкладывать между соединяемыми деталями шарнира тонкую бумажную прокладку и по ходу расклепывания стержня заклепки периодически проверять подвижность шарнирного соединения.

7. При клепке «на весу», т. е. когда склепываемые детали находятся в вертикальном положении, а также при клепке пневматическим клепальным молотком работу следует выполнять вдвоем: один упирает в закладную головку поддержку, а второй расклепывает стержень заклепки для образования замыкающей головки (рис. 5.22).

8. При кустарном изготовлении заклепки следует использовать прутки или проволоку из мягкой стали, меди или алюминия, применяя для этого специальное приспособление (рис. 5.23).

Механизация клепки

При выполнении клепки крупногабаритных деталей широко применяются ручные механизированные инструменты и стационарное клепальное оборудование.

Наиболее распространенным механизированным инструментом для клепки являются пневматические (реже электрические) клепальные молотки, имеющие различные конструкции. Они могут снабжаться гасителями вибраций, а могут и не иметь таких гасителей. Наиболее рациональным является применение клепальных молотков с гасителями вибрации, так как такие гасители предупреждают появление профессиональных заболеваний, связанных с постоянным воздействием на организм вибраций.

Клепальный молоток 57КМП-4 (рис. 5.24) состоит из корпуса 1 с рукояткой 11, в которую вмонтировано пусковое устройство и ниппель 15. На ниппель надевается шланг, при помощи которого молоток соединяется с централизованной сетью раздачи сжатого воздуха. В корпусе устанавливается стакан 6, цилиндр 5 с поршнем

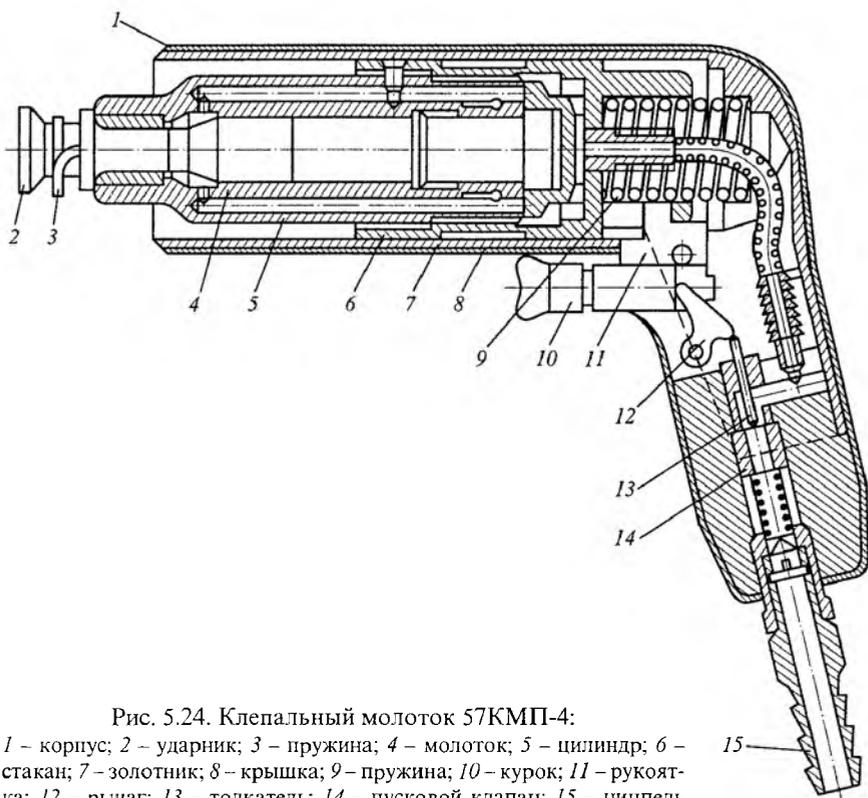


Рис. 5.24. Клепальный молоток 57КМП-4:

1 – корпус; 2 – ударник; 3 – пружина; 4 – молоток; 5 – цилиндр; 6 – стакан; 7 – золотник; 8 – крышка; 9 – пружина; 10 – курок; 11 – рукоятка; 12 – рычаг; 13 – толкатель; 14 – пусковой клапан; 15 – ниппель

и золотник 7 с крышкой 8. Воздух из централизованной сети поступает через пусковой клапан 14 и золотник 7 в рабочую камеру, которая расположена над поршнем.

Доступ воздуха в пусковой клапан обеспечивается при нажатии на курок 10, который рычагом 12 воздействует на толкатель 13. При пуске сжатого воздуха молоток 4 с ударником 2, соединенный с поршнем, движется вперед и производит осадку заклепки. Золотник открывает отверстие для прохода воздуха в нижнюю часть цилиндра под поршень, заставляя его перемещаться вверх. Пружина 3 предохраняет от выпадения ударник 2, который одновременно явля-

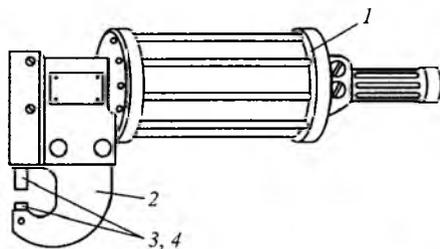


Рис. 5.25. Ручной переносной пневматический пресс ПРП5-2:

1 – цилиндр; 2 – скоба; 3, 4 – обжимки

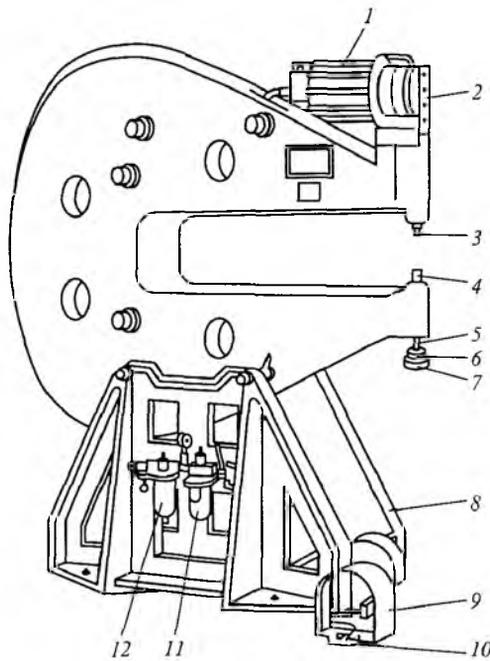


Рис. 5.26. Пневморычажный стационарный пресс

КП204-М:

1 – пневматический цилиндр; 2 – скоба; 3, 4 – обжимки; 5 – упор; 6 – контргайка; 7 – винт; 8 – тумба; 9 – ограждение; 10 – педаль включения; 11 – автоматическая маслянка; 12 – фильтр

ется обжимкой, обеспечивающей формирование замыкающей головки. Гашение возникающих при клепке вредных вибраций осуществляется при помощи пружины 9.

Ручной переносной пневматический пресс ПРП5-2 (рис. 5.25) широко применяется при клепке деталей общей толщиной до 4 мм (особенно в труднодоступных местах). Он состоит из пневматического цилиндра 1, который при помощи клинового механизма обеспечивает рабочее перемещение обжимок 3 и 4, установленных в скобе 2.

Пневморычажный стационарный пресс КП204-М (рис. 5.26) предназначен для клепки стальными (диаметром до 5 мм) и дюралюминиевыми (диаметром до 6 мм) заклепками. Воздух из централизо-

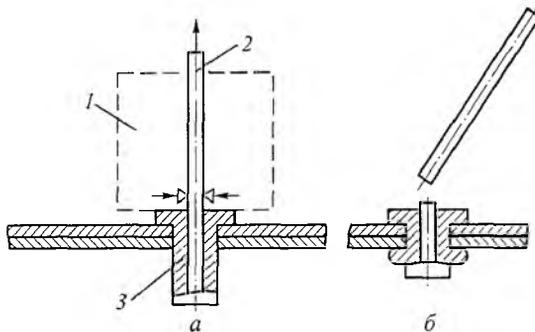


Рис. 5.27. Клепальные клещи:

а – установка стержня: 1 – втулка; 2 – натяжной стержень; 3 – заклепка; б – формирование замыкающей головки

ванной сети поступает к силовому агрегату через фильтр 12, где производится его очистка от имеющихся примесей, и автоматическую масленку 11, в которой происходит насыщение воздуха дисперсными (очень мелкими) каплями масла, что обеспечивает повышение износостойкости силового агрегата. Силовой агрегат – пневматический цилиндр 1 установлен на скобе 2. Скоба со всеми расположенными на ней и в ней механизмами установлена на тумбе 8. Рабочая обжимка 3 приводится в действие от пневматического цилиндра 1. Обжимка 4, выполняющая роль поддержки, может перемещаться в вертикальном направлении при помощи винта 7 и фиксироваться в заданном положении контргайкой 6 по упору 5. Пуск пресса осуществляется при нажатии на педаль 10. Для исключения случайного нажатия на педаль предусмотрено ограждение 9.

Клепальные клещи (рис. 5.27) широко применяются для соединения листов оцинкованной стали толщиной до 1,0 мм, а также изготовления несложных деталей из них. При этом используются трубчатые алюминиевые заклепки диаметром от 3,0 до 6,0 мм, которые поставляются в комплекте с плотно вставленными в них натяжными стержнями с головкой, изготовленной из мягкой стали (рис. 5.27, а). Исполнительным механизмом для процесса клепки являются клепальные клещи, на подвижном рычаге которых помещена втулка с вмонтированным в нее устройством для вытяжки и откусывания нижнего стержня заклепки. Втулка имеет сквозное отверстие, в которое входит натяжной стержень.

Заклепка вставляется в просверленное отверстие, а натяжной стержень помещается в отверстие втулки клещей. При нажатии на подвижной рычаг клещей происходит вытягивание стержня, который своей головкой сминает тело заклепки, образуя замыкающую головку с обратной стороны листов (рис. 5.27, б). Далее при нажатии на рычаг наружная часть стержня откусывается. Применение таких клещей целесообразно при необходимости соединения листов материала и изготовления изделий из него в неудобных для обычной клепки местах и условиях.

Типичные дефекты клепки, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Типичные дефекты клепки, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Заклепка перекашивается при расклепывании	Диаметр отверстия больше требуемого. Наносятся косые удары по стержню заклепки	Правильно выбирать заклепку по диаметру отверстия – заклепка должна входить в отверстие свободно, но без качки. Соблюдать правила клепки

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Прогиб листовой заготовки при постановке заклепки	Диаметр стержня заклепки больше диаметра отверстия – заклепку в отверстие забивали	Заклепку из отверстия выбить, осадить прогнутое место, при необходимости «поправить» отверстие, просверлив его заново
Стержень заклепки при расклепывании изгибается (особенно при небольших диаметрах стержня – до 5 мм)	Слишком большой вылет стержня заклепки	Выбить заклепку из отверстия и заменить ее. Если заклепку удалить невозможно, то необходимо укоротить стержень до требуемой длины
Замыкающая головка не полная	Длина стержня заклепки меньше расчетной	Выбить заклепку из отверстия и заменить ее. Отсортировать заклепки по длине
«Вздутие» металла под головками заклепок при склепывании деталей из листового металла (при толщине менее 5 мм)	Клепка производилась без осаживания листов (деталей) натяжкой	Заклепку выбить из отверстия и клепку повторить с обязательным осаживанием мест клепки натяжкой
Вмятины на головках заклепок и склепываемых деталях	Неаккуратная работа, замыкающие полукруглые головки не отделывались сферической обжимкой	При образовании замыкающей полукруглой головки обязательно пользоваться сферической обжимкой

Контрольные вопросы

1. Почему заклепки следует изготавливать из пластичных материалов?
2. Почему материал склепываемых деталей и заклепки должен быть одинаковым?
3. Как определить длину стержня заклепки?

ОБРАБОТКА НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

6.1. Токарно-винторезные станки

Несмотря на большое разнообразие токарно-винторезных станков, общие принципы их устройства одинаковы. Наиболее характерным является станок модели 16К20 (рис. 6.1), все узлы которого смонтированы на станине, имеющей коробчатую форму. С левой стороны станины жестко закреплена передняя бабка 2, в которой размещена коробка скоростей, представляющая собой многоступенчатую зубчатую передачу, чьим выходным валом является шпиндель. На поверхности шпинделя, выходящей из передней бабки, и в его отверстии могут монтироваться приспособления для установки и закрепления заготовок в процессе работы. С правой стороны станины на ее направляющих располагается перемещающаяся и закрепляемая в определенном месте задняя бабка 9, в коническое отверстие пиноли которой устанавливаются концевые инструменты (сверла, зенкеры, метчики, развертки) или вспомогательная оснастка (центры, патроны и т.п.). Шпиндель 3 и отверстие пиноли задней бабки расположены на одной оси, называемой линией центров. Расстояние линии центров от направляющих станины является основной технологической характеристикой станка, определяющей максимальный диаметр заготовки, которая на этом станке может быть обработана (для станка 16К20 – это 400 мм).

С левой стороны на боковой поверхности станины закреплена коробка подач, также представляющая собой многоступенчатую зубчатую передачу, выходными элементами которой являются ходовой вал 5 и ходовой винт 4. Коробка подач при помощи зубчатой передачи соединена со шпинделем.

Между передней и задней бабками на направляющих станины располагается суппорт 6, который может перемещаться по направляющим вдоль линии центров (продольная подача). На каретке суппорта выполнены направляющие для перемещения по ним поперечных салазок (поперечная подача). На салазках смонтирован верхний суппорт 6, который может поворачиваться вокруг вертикальной оси и закрепляться в заданном положении. Салазки верхнего суппорта перемещаются по своим направляющим, причем перемещение может происходить вдоль линии центров или под уг-

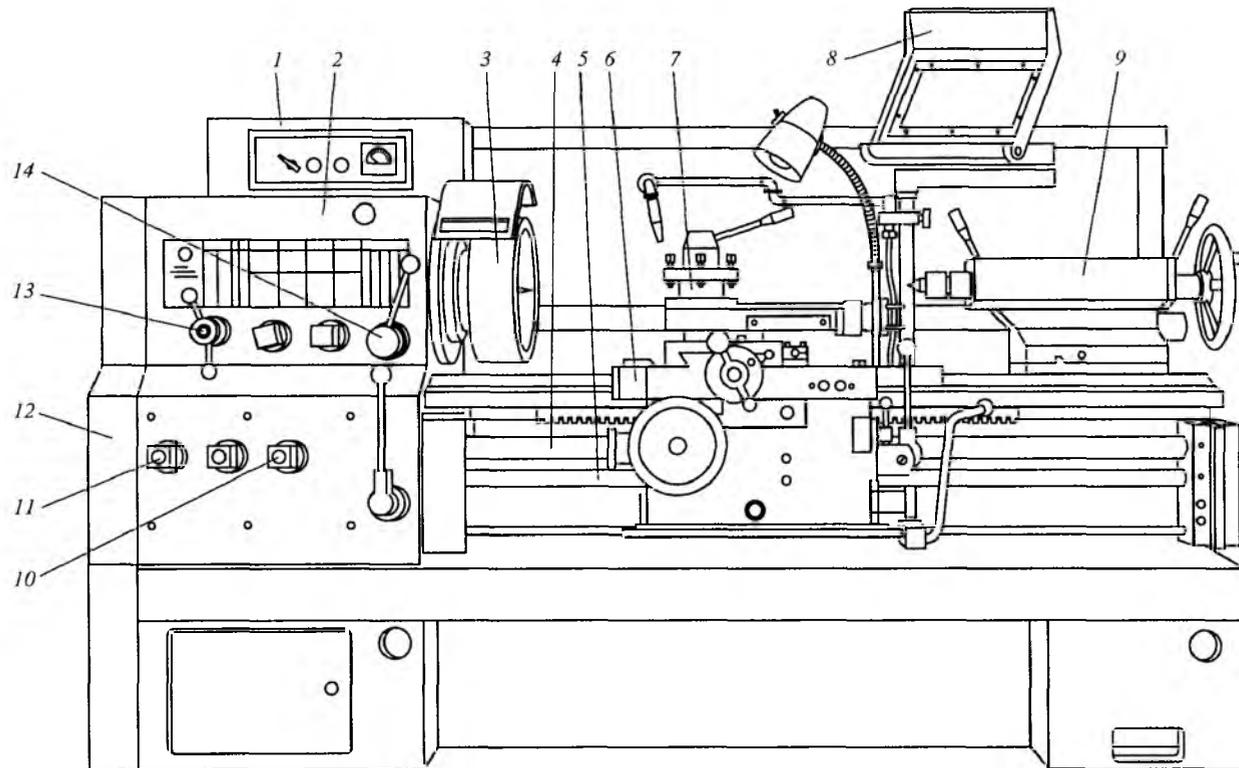


Рис. 6.1. Токарно-винторезный станок:

1 – электрошкаф; 2 – передняя бабка; 3 – шпиндель; 4 – ходовой винт; 5 – ходовой вал; 6 – суппорт; 7 – резцедержатель; 8 – защитный экран; 9 – задняя бабка; 10, 11 – рукоятки настройки коробки подач; 12 – гитара смещенных зубчатых колес; 13, 14 – рукоятки настройки коробки скоростей

лом к ней, в зависимости от угла поворота верхнего суппорта (такой поворот верхнего суппорта применяется при обработке конических поверхностей). На верхнем суппорте установлен поворотный четырехпозиционный резцедержатель 7, который служит для закрепления инструментов – резцов. В резцедержателе можно одновременно закреплять до четырех инструментов, последовательно вводя их в работу, поворачивая резцедержатель вокруг вертикальной оси и закрепляя его в одном из четырех фиксированных положений. Движение суппорту передается либо через ходовой винт и гайку, закрепленную в фартуке, установленном на суппорте (при нарезании резьбы резцом), либо через ходовой вал 5 и механизм фартука на реечную передачу. Ходовой винт 4 и ходовой вал 5 с правой стороны установлены в подшипниках, расположенных в кронштейне станины. В этом же кронштейне установлен валик, который обеспечивает включение фрикционной муфты главного привода, т. е. привода коробки скоростей, от электрического двигателя.

Управление станком осуществляется при помощи рукояток, расположенных на передней бабке и фартуке станка. Станок может быть настроен на 24 значения частоты вращения шпинделя при прямом вращении и 12 частот при реверсивном (обратном) вращении. Установка частоты вращения шпинделя производится при помощи рукояток 14 и 13 по таблице частот вращения шпинделя, которая располагается на передней бабке. Рукояткой 13 устанавливается один из четырех диапазонов частот вращения шпинделя (положение рукоятки указано в таблице частот вращения). Требуемая частота вращения шпинделя устанавливается рукояткой 14, на которой нанесены цифры от 1 до 6. Поворачивая рукоятку, устанавливают необходимую частоту вращения шпинделя из ряда частот, соответствующих положению рукоятки 13.

Значение подачи устанавливается рукоятками 10 и 11. Рукоятка 10 имеет четыре фиксированных положения, которые обозначены римскими цифрами, а рукоятка 11 – четыре фиксированных положения, обозначенных латинскими буквами *A*, *B*, *C*, *D* и два промежуточных, обозначенных стрелками. Величины продольных подач и соответствующие им положения рукояток 10 и 11 указаны в таблице, расположенной на коробке подач. При настройке станка на подачу следует иметь в виду, что поперечная подача составляет половину от величины продольной подачи.

Приспособления для токарной обработки

Наибольшее применение для закрепления заготовок при обработке на токарных станках получили трехкулачковые самоцентрирующиеся патроны с ручным приводом и центры. Основным инструментом для обработки на токарном станке является резец, который закрепляется непосредственно в резцедержателе станка с по-

мощью прокладок, позволяющих установить резец так, чтобы его вершина находилась точно на линии центров.

Самоцентрирующийся трехкулачковый патрон (рис. 6.2) состоит из корпуса *б* с пазами, в которых перемещаются кулачки *1, 2, 3*. Перемещение кулачков от периферии к центру патрона происходит при помощи спиральной нарезки, выполненной на диске *4*. Диск приводится во вращательное движение при помощи специального ключа, устанавливаемого в квадратное отверстие конического зубчатого колеса *5*. Зубчатое коническое колесо *5* находится в зацеплении с диском *4*, на котором нарезаны зубья. Кулачки изготавливают трехступенчатыми, что позволяет закреплять заготовки с базированием по внутреннему диаметру различного размера. Для повышения износостойкости кулачков они подвергаются закалке.

Центры (рис. 6.3) в зависимости от формы и размеров обрабатываемых заготовок имеют различную форму и размеры. Угол при вершине рабочей части *1* центра, как правило, составляет 60° . Хвостовая часть *2* центра выполнена с конусом Морзе. Для удаления центра из отверстия шпинделя станка или пиноли задней бабки служит опорная часть *3*, диаметр которой меньше диаметра хвостовой части конуса, что позволяет удалять центр без повреждения его конической части.

Конструкция центра выбирается в зависимости от конструкции заготовки и характера выполняемой обработки.

При обработке заготовок небольшого диаметра (до 4 мм) сложно выполнить в них центровое отверстие, поэтому торцевая часть такой заготовки обрабатывается под углом 60° , а ее закрепление выполняется при помощи центра с обратным конусом (рис. 6.3, б). Если в процессе обработки необходимо подрезать торец у закреп-

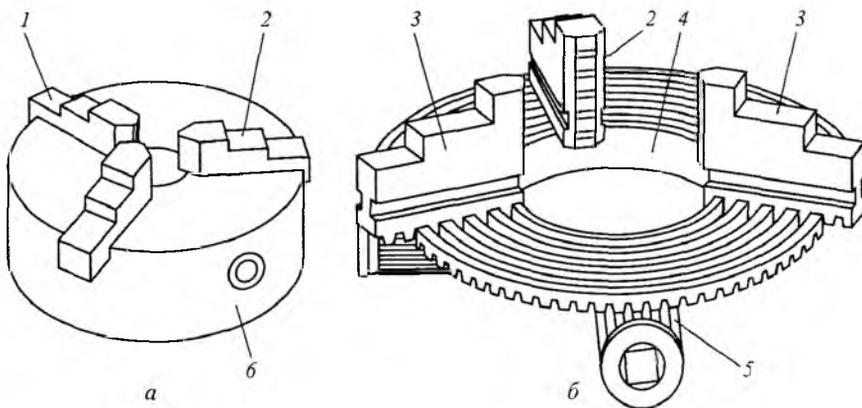


Рис. 6.2. Самоцентрирующийся трехкулачковый патрон:

а – общий вид; *б* – устройство; *1, 2, 3* – кулачки; *4* – диск; *5* – зубчатое коническое колесо; *б* – корпус

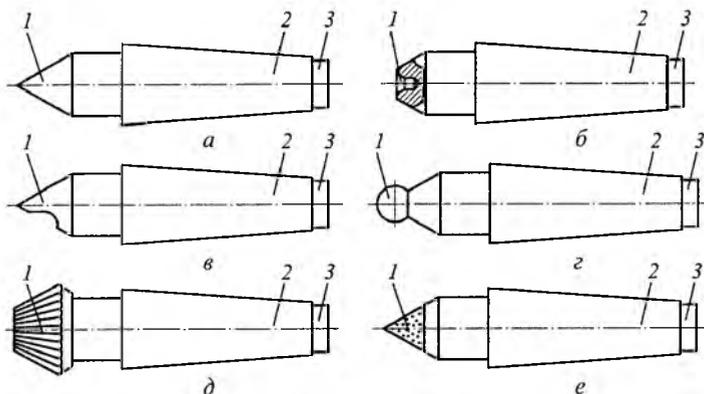


Рис. 6.3. Центры:

a – прямой; *б* – с обратным конусом; *в* – со срезанным конусом; *г* – сферический; *д* – с рифленой рабочей поверхностью; *е* – с твердосплавной рабочей поверхностью; 1 – рабочая часть; 2 – хвостовая часть; 3 – опорная часть

ляемой в центрах заготовки, то используется центр со срезанным конусом (рис. 6.3, *в*), который устанавливается только в пинולי задней бабки. Когда ось обрабатываемой заготовки не совпадает с осью шпинделя, для ее закрепления применяется сферический центр (рис. 6.3, *г*). Центр с рифленой рабочей поверхностью (рис. 6.3, *д*) используется при обработке без поводкового патрона заготовок с большим размером центрального отверстия. В связи с тем что при обработке в центрах возникают большие силы трения, для повышения долговечности центров для их рабочей части употребляют твердый сплав (рис. 6.3, *е*); такие центры устанавливаются в пиноль задней бабки. Наряду с цельными центрами широкое применение находят *вращающиеся центры* (рис. 6.4). Такой центр состоит из корпуса 4 с коническим хвостовиком, в котором установлены два шариковых 3 и 5 и один роликовый 2 подшипники. На подшипниках устанавливается вращающийся центр 1.

Для передачи вращательного движения от шпинделя к обрабатываемой заготовке служат также поводковые патроны и хомутики.

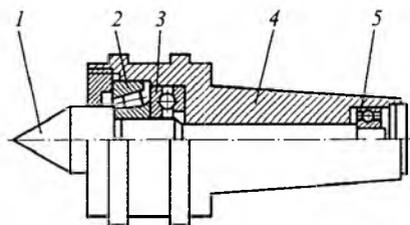


Рис. 6.4. Вращающийся центр:

1 – центр; 2 – роликовый подшипник; 3, 5 – шариковые подшипники; 4 – корпус

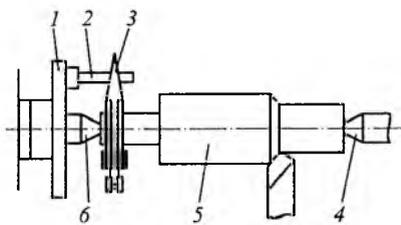


Рис. 6.5. Поводковый патрон:

1 – патрон; 2 – палец-поводок; 3 – хомутик; 4, 6 – центры; 5 – заготовка

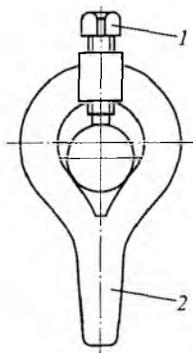


Рис. 6.6. Хомутик:
1 – винт; 2 – хвостовик

Поводковые патроны (рис. 6.5) применяются при обработке заготовок 5 в центрах 4 и 6. Передача движения осуществляется поводковым патроном 1 через палец-поводок 2 и хомутик 3, закрепленный на заготовке винтом.

Хомутик (рис. 6.6) надевается на обрабатываемую в центрах заготовку и закрепляется винтом 1. Хвостовиком 2 хомутик упирается в палец поводкового патрона.

Прокладки предназначены для установки вершины резца по линии центров; они представляют собой металлические пластины различной толщины с размерами, соответствующими размерам опорной поверхности резца. Пластины устанавливаются в резцедержатель под резец, при этом толщина комплекта подбирается такой, чтобы вершина резца оказалась на линии центров. Положение вершины резца контролируется по вершине центра, установленного в пиноли задней бабки. После выверки положения вершины резца он закрепляется в резцедержателе станка вместе с комплектом подобранных пластин. В комплекте не должно быть больше трех пластин.

Инструменты для токарной обработки

Основными инструментами для обработки на токарном станке являются токарные резцы, сверла, развертки, зенкеры, зенковки и метчики. Поскольку стержневые режущие инструменты были подробно рассмотрены в подразд. 3.2, то здесь мы остановимся только на конструкции и геометрии токарных резцов.

Токарный резец состоит из головки, являющейся рабочей частью, и тела, или стержня (рис. 6.7). Стержень предназначен для закрепления резца в резцедержателе. Головка резца образуется тремя поверхностями: передней и двумя задними. Передняя поверхность – это поверхность резца, по которой сходит стружка. Задние поверхности – это поверхности, обращенные к обрабатываемой заготовке. Различаются главная и вспомогательная задние поверхности. Главная задняя поверхность – это поверхность, обращенная к плоскости резания. Вспомогательная задняя поверхность – это поверхность, обращенная к уже обработанной поверхности заготовки.

Пересекаясь, поверхности резца образуют режущие кромки. Основную работу резания выполняет главная режущая кромка, образованная пересечением передней и главной задней поверхностей. На пересечении главной и вспомогательной режущих кромок образуется вершина резца.

Основными геометрическими характеристиками резца являются главные и вспомогательные углы, углы в плане и угол наклона

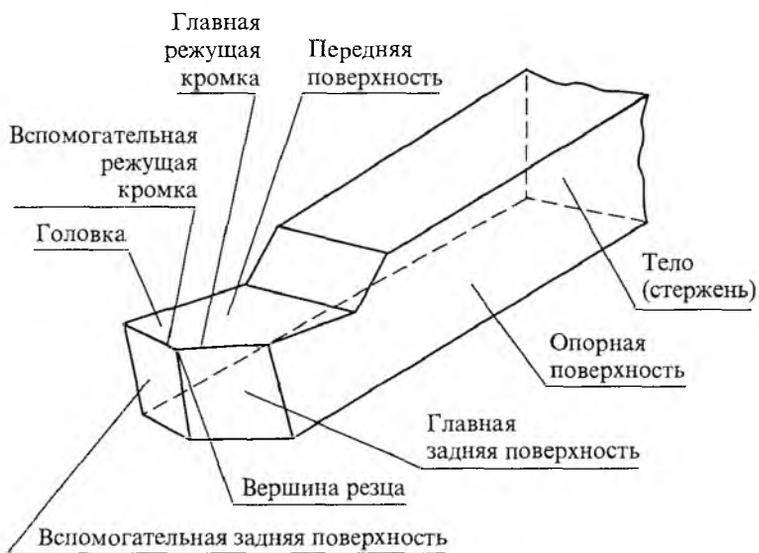


Рис. 6.7. Токарный резец

главной режущей кромки (рис. 6.8). Определение углов резца осуществляется в системе координатных плоскостей: плоскость резания, основная плоскость, главная и вспомогательная секущие плоскости.

Плоскость резания проходит через главную режущую кромку резца касательно к поверхности резания. Основная плоскость параллельна направлениям продольной и поперечной подачи. Для токарных резцов она совпадает с плоскостью их основания. Главная секущая плоскость перпендикулярна проекции главной режущей кромки на основную плоскость. Вспомогательная секущая плоскость перпендикулярна проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Главный задний угол α измеряется в главной секущей плоскости между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Угол заострения β – это угол между передней и главной задней поверхностью. Главный передний угол γ – это угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проходящей перпендикулярно плоскости резания через главную режущую кромку. Сумма этих углов составляет 90° . Угол резания δ находится между передней поверхностью резца и плоскостью резания. Главный угол в плане ϕ расположен между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Вспомогательный угол в плане ϕ_1 – это угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Угол при вершине в плане ϵ образуется между проекциями глав-

ной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость. Вспомогательный задний угол α_1 измеряется во вспомогательной секущей плоскости между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную заднюю кромку перпендикулярно основной плоскости. Угол наклона главной режущей кромки λ – это угол между главной режущей кромкой и

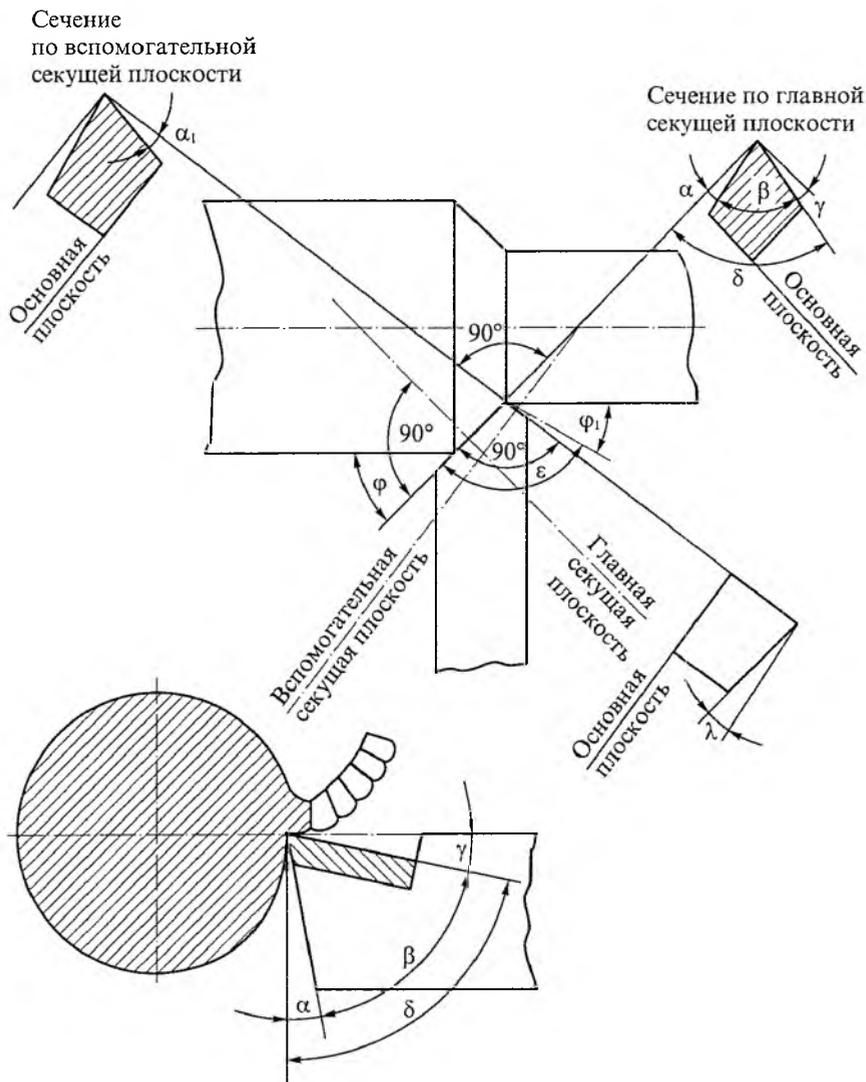


Рис. 6.8. Геометрия токарного реза:

α – главный задний угол; β – угол заострения; γ – передний угол; δ – угол резания; α_1 – вспомогательный задний угол; ϕ – главный угол в плане; ϕ_1 – вспомогательный угол в плане; ϵ – угол при вершине в плане; λ – угол наклона главной режущей кромки

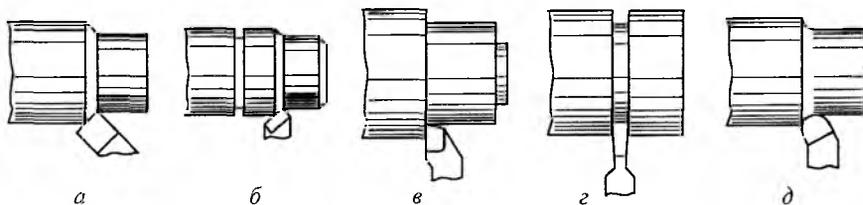


Рис. 6.9. Конструкции токарных резцов:

а, б – проходные отогнутые; *в* – проходной упорный; *г* – прорезной; *д* – фасонный

линией, проведенной через вершину угла параллельно основной плоскости.

В зависимости от характера выполняемых работ различаются виды резцов: проходные – для обработки гладких цилиндрических поверхностей (рис. 6.9, *а, б*); проходные упорные – для обработки ступенчатых цилиндрических поверхностей (рис. 6.9, *в*); отрезные и прорезные – для отрезания заготовок или прорезания канавок (рис. 6.9, *г*) и фасонные – для обтачивания галтелей (рис. 6.9, *д*).

Режимы обработки

Режимы резания при точении характеризуются скоростью резания, подачей и глубиной резания.

Скорость резания (главного движения) – это скорость рассматриваемой точки заготовки в главном движении резания, т. е. во вращательном движении заготовки. Скорость резания обозначается V и измеряется в метрах в минуту (м/мин). Рассчитывается скорость резания по формуле $V = \pi Dn/1000$, где $\pi = 3,14$; D – диаметр заготовки, мм; n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Подача – это величина перемещения резца за один оборот обрабатываемой заготовки; она обозначается буквой S и выражается в миллиметрах за один оборот (мм/об) заготовки (шпинделя). Различаются два типа подачи: продольная ($S_{пр}$), параллельная оси обрабатываемой заготовки, и поперечная ($S_{поп}$), перпендикулярная оси обрабатываемой заготовки.

Глубина резания – это толщина снимаемого за один рабочий ход (проход) слоя металла, измеряемая перпендикулярно к поверхности обрабатываемой заготовки. Глубина резания обозначается буквой t , измеряется в миллиметрах (мм) и рассчитывается по формуле $t = (D-d)/2$, где D – диаметр заготовки до обработки; d – диаметр заготовки после снятия резцом одного слоя материала.

Рациональный выбор режимов резания заключается в определении значений скорости резания, подачи и глубины резания, позволяющих максимально использовать технологические возможности станка и режущего инструмента для получения поверхности с высокой точностью геометрических размеров и формы и малой шероховатостью.

Режимы резания обычно выбираются в следующем порядке:

1. Вначале устанавливается такая глубина резания в соответствии с припуском на обработку, которая может быть за наименьшее число рабочих ходов.

2. Затем определяется подача с учетом прочности механизма подач и жесткости заготовки (для черновой обработки), а также требуемой шероховатости поверхности, геометрии инструмента и материала заготовки (для чистовой обработки).

3. Далее устанавливается допустимая скорость резания с учетом выбранных глубины резания и подачи, а также мощности станка, материала заготовки, геометрии и стойкости инструмента.

4. Наконец, рассчитывается частота вращения шпинделя по формуле $n = 1000 V / (\pi D)$ и устанавливается на коробке скоростей станка. Причем если ее величина не совпадает с паспортными данными станка, то выбирается ближайшее, но меньшее по величине значение частоты вращения.

При определении режимов обработки следует использовать специальные справочные таблицы для определения глубины резания, подачи и скорости резания.

Силы, действующие в процессе резания

При токарной обработке в результате сопротивления срезаемого слоя материала, деформации сжатия, трения стружки о переднюю поверхность резца и ряда других причин на резец действуют силы P_z , P_y , P_x (рис. 6.10).

Сила резания P – это равнодействующая сил, действующих на режущий инструмент при обработке резанием. Главная составляющая силы резания P_z совпадает по направлению со скоростью главного движения резания. Осевая составляющая силы резания P_x параллельна оси главного вращательного движения резания. Радиальная составляющая силы резания P_y направлена по радиусу главного вращательного движения резания к вершине режущей части резца.

Основными факторами, влияющими на силу резания, являются форма и площадь среза, механические свойства обрабатываемого

материала, углы резца и скорость резания. Сила резания имеет важное значение; при умножении ее величины на радиус обрабатываемой заготовки получают значение крутящего момента, по которому судят о нагрузке станка. Умножая силу резания на скорость резания, определяют потребляемую в процессе резания мощность. Эти величины необходимо учитывать при определении режимов резания.

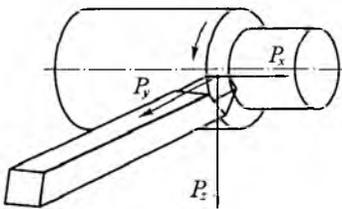


Рис. 6.10. Силы резания, действующие на резец:

P_z – сила резания; P_x – сила подачи;
 P_y – радиальная сила

Обработка наружных цилиндрических и торцевых поверхностей

Для наружного чистового и чернового обтачивания применяются проходные резцы (см. рис. 6.9). Черновое обтачивание выполняется обычно с более высокими скоростями резания и снятием стружки большего сечения, чем при чистовом обтачивании.

В зависимости от направления подачи различают проходные резцы правые (подача справа налево) и левые (подача слева направо). Отогнутые проходные резцы имеют главный угол в плане 45° . Прямые резцы могут иметь главный угол в плане $45, 60, 75^\circ$; упорные — главный угол в плане 90° . При обтачивании наружных поверхностей передний угол выбирается в пределах от 10 до 15° , а задний — в пределах от 3 до 8° .

При установке резца в резцедержателе следует учитывать, что для чернового точения вершина резца обычно должна располагаться несколько выше центра обрабатываемой заготовки. Если черновая обработка выполняется со снятием больших слоев материала, а материал заготовки очень твердый, то резец следует установить так, чтобы его вершина располагалась несколько ниже линии центров. Это позволяет избежать заедания резца вследствие прогиба заготовки под воздействием больших сил резания. При черновой обработке длинных заготовок небольшого диаметра резец устанавливается строго по центру во избежание его заедания в связи с тем, что заготовка в этом случае может пружинить.

При чистовом точении резец во всех случаях устанавливается по линии центров. Допускается установка резца несколько ниже линии центров. Ни в коем случае нельзя устанавливать резец выше линии центров, так как это может привести к трению задней поверхности резца об обработанную поверхность, что существенно снижает качество обработки.

Торцевые поверхности и уступы обрабатываются подрезными, проходными прямыми, проходными отогнутыми и проходными упорными резцами.

Подрезной резец (рис. 6.11) предназначен специально для обработки наружных торцевых поверхностей. При подрезании торца подача резца осуществляется в направлении, перпендикулярном оси обрабатываемой

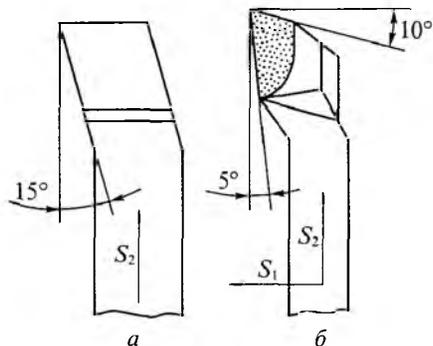


Рис. 6.11. Подрезной резец:
 а — из быстрорежущей стали; б — армированный пластиной твердого сплава; S_1 и S_2 — подача

мой заготовки. Главный задний угол у таких резцов составляет $10 \dots 15^\circ$, а передний угол выбирается в зависимости от обрабатываемого материала по справочным таблицам.

Проходным отогнутым резцом (см. рис. 6.9, *а*, *б*) подрезают торцы, используя поперечную подачу.

Проходным упорным резцом (см. рис. 6.9, *в*) можно подрезать торцы, используя поперечную подачу или уступы, используя продольную подачу.

Резцы для подрезания торцов следует устанавливать точно по линии центров, так как в противном случае на торцевой поверхности остается выступ.

Прорезание канавок и отрезание

Узкие канавки протачивают прорезными, или канавочными, резцами (см. рис. 6.9, *г*); форма режущей кромки резца при этом должна соответствовать профилю протачиваемой канавки. Жесткость заготовки не всегда позволяет прорезать канавку за один проход. Так, например, канавку шириной более 5 мм в нежесткой заготовке (нежесткой считается заготовка, у которой отношение расстояния от шпинделя до прорезаемой канавки к диаметру заготовки составляет более 5) протачивают за несколько проходов канавочного (прорезного) резца при его поперечной подаче. При этом на торцах и по диаметру оставляют припуск $0,5 \dots 1,0$ мм для чистовой обработки. Окончательную обработку выполняют этим же резцом или резцом, ширина режущей кромки которого соответствует ширине канавки.

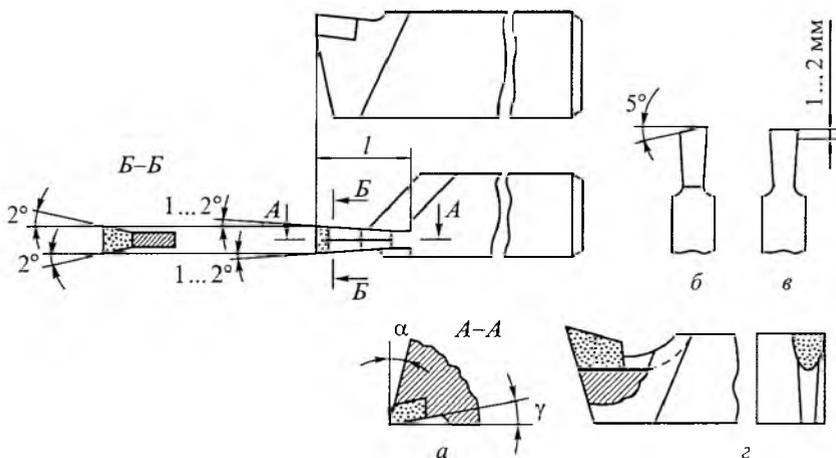
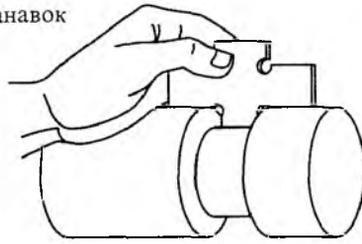


Рис. 6.12. Отрезной резец:

а – конструкция резца: α – задний угол; γ – передний угол; *l* – длина рабочей части; *б*, *в* – формы рабочей части; *г* – армированный пластиной твердого сплава

Рис. 6.13. Шаблон для контроля канавок



Отрезание заготовок от прутка осуществляют *отрезными резцами* (рис. 6.12). Ширину режущей кромки отрезного резца выбирают в зависимости от диаметра отрезаемой заготовки. Она может составлять 3, 4, 5, 6, 8 и 10 мм. Длина головки отрезного резца должна быть несколько больше половины диаметра прутка, от которого отрезают заготовку. Для уменьшения трения между резцом и разрезаемым материалом головку резца при заточке сужают к стержню на $1 \dots 2^\circ$ с каждой стороны.

Канавочный (прорезной) и отрезной резцы следует устанавливать в резцедержателе под прямым углом к оси обрабатываемой заготовки.

Режущая кромка отрезного и прорезного резцов должна устанавливаться точно по линии центров, так как установка резца выше линии центров даже на $0,1 \dots 0,2$ мм может привести к его поломке, а при установке отрезного резца ниже линии центров на торце заготовки остается необработанный выступ.

При отрезании расстояние от места крепления (торцы кулачков трехкулачкового патрона) до головки резца не должно превышать диаметра отрезаемой заготовки.

При отрезании заготовка из хрупких материалов отламывается раньше, чем резец подойдет к ее центру, поэтому для получения ровного торца режущая кромка резца выполняется под углом $5 \dots 10^\circ$ (рис. 6.12, б).

Контроль обработки цилиндрических деталей осуществляется при обработке и по ее окончании. При черновой обработке заготовки контролируется правильность удаления металла в припуске, а по чистовой обработке проверяется соответствие размеров и качества обработанной детали требованиям чертежа или техническим условиям (требованиям). Контроль линейных размеров проводится при помощи штангенциркуля или микрометра (в зависимости от требований к точности обработки). Возможен контроль диаметра окончательно обработанных деталей с использованием калибр-скоб.

При контроле канавок проверяется их глубина и ширина. Глубину канавок можно измерить при помощи линейки, штангенциркуля с глубиномером или глубиномера. Ширина проверяется с помощью линейки или штангенциркуля. Для контроля ширины и глубины канавок возможно также использование шаблона (рис. 6.13).

Обработка конических поверхностей

Метод обработки конической поверхности выбирается в зависимости от ее размеров и требований, предъявляемых к точности изготовления угла наклона конуса. Если длина конической поверхности не превышает 15 мм, то она обрабатывается широким резцом; режущая кромка резца в этом случае должна располагаться по отношению к оси вращения заготовки под углом, соответствующим углу наклона конуса (рис. 6.14). При этом методе обработки подача может осуществляться как вдоль оси заготовки (продольная), так и перпендикулярно этой оси (поперечная). Для обеспечения соответствия геометрических размеров конической поверхности требованиям чертежа резец необходимо устанавливать режущей кромкой строго по линии центров. Если широкий резец использовать для обработки конических поверхностей длиной более 15 мм, то возможно появление вибраций, в результате которых на обрабатываемой поверхности увеличивается шероховатость. При обработке жестких деталей (отношение длины к диаметру менее 5) вибрации могут и не возникнуть, но в этом случае при увеличении длины режущей кромки возникает большая по величине сила резания, под воздействием радиальной составляющей которой возможно смещение резца, что, в свою очередь, приведет к искажению настройки на требуемый угол наклона конуса. Возможность смещения резца, кроме того, зависит от режимов обработки и направления подачи (при использовании поперечной подачи возможность смещения резца выше).

Конические поверхности с большими углами наклона обрабатывают, поворачивая верхние салазки суппорта с резцедержателем (рис. 6.15). Подача резца при этом выполняется вручную (рукояткой верхних салазок суппорта), что является недостатком этого метода обработки, так как неравномерность подачи приводит к

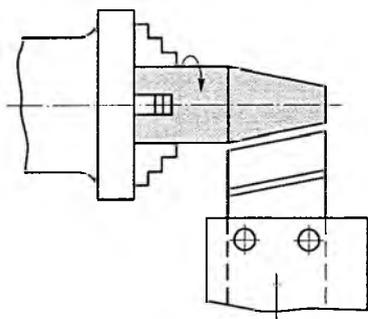


Рис. 6.14. Обработка поверхностей широким резцом

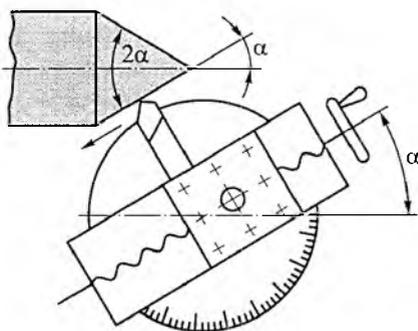


Рис. 6.15. Обработка конических поверхностей за счет поворота верхнего суппорта:
 α – угол конуса

увеличению шероховатости обработанной поверхности. Этим методом обрабатываются поверхности, длина которых соизмерима с длиной хода салазок верхнего суппорта (до 150 мм).

Обработка центровых отверстий

Центровые отверстия в заготовках обрабатываются различными способами. Заготовка закрепляется в самоцентрирующем трехкулачковом патроне, а в отверстие пиноли задней бабки устанавливается сверлильный патрон с центровочным сверлом. Центровые отверстия небольшого диаметра (до 5 мм) обрабатываются комбинированными сверлами без предохранительной (рис. 6.16, *а*) и с предохранительной (рис. 6.16, *б*) фаской. Центровые отверстия

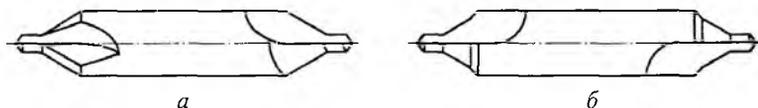


Рис. 6.16. Центровочные сверла:

а – без предохранительной фаски; *б* – с предохранительной фаской

больших диаметров обрабатываются отдельно: сначала спиральным сверлом, а затем зенковкой. При центровании отверстий подача инструмента осуществляется вручную или с помощью перемещения пиноли задней бабки в осевом направлении. Перед обработкой центрового отверстия торец заготовки должен быть подрезан резцом. Величина перемещения центровочного инструмента определяется по лимбу маховика задней бабки.

Обработка отверстий

Отверстия на токарном станке можно обрабатывать сверлами, зенкерами, зенковками и развертками, а также расточными резцами. Установка стержневых инструментов при обработке осуществляется в отверстия пиноли задней бабки непосредственно или с использованием приспособлений (сверлильные патроны или переходные втулки). Перед началом обработки заднюю бабку перемещают по направляющим в такое положение, чтобы сверление можно было выполнять на заданную глубину при минимальном выдвигании пиноли из корпуса задней бабки. Обработка проводится с самого начала при вращающейся заготовке. Подача инструмента осуществляется вручную при помощи вращения маховика пиноли задней бабки. Отсчет перемещений ведется по лимбу маховика. Для замены инструмента маховик задней бабки вращается в обратную сторону до тех пор, пока пиноль не займет крайнее правое положение и винт вытолкнет инструмент из отверстия пиноли. При сверлении глубоких отверстий (отношение диаметра к длине отверстия более 5) сверло следует периодически выводить из отверстия для очистки его от образующейся при обработке стружки. При сверлении сквозных

отверстий необходимо при выходе сверла из материала заготовки резко снизить его подачу. Для предупреждения поломки сверл малых диаметров при обработке следует работать с максимально допустимыми скоростями резания и минимальными подачами. Обработка отверстий резцами производится токарями-профессионалами.

Обработка резьбовых поверхностей

Наружная резьба на винтах, болтах, шпильках и других заготовках нарезается плашками, а также резьбовыми резцами; участок заготовки, на котором необходимо нарезать резьбу, предварительно обтачивается. Диаметр обработанной поверхности должен быть несколько меньше номинального диаметра резьбы. Для образования захода резьбы на обрабатываемой поверхности снимается фаска, соответствующая высоте профиля резьбы.

Плашка при обработке устанавливается в специальный плашкодержатель (патрон), который закрепляется в пиноли задней бабки. При нарезании внутренних резьб метчиками следует использовать машинные метчики, что позволяет нарезать резьбу за один проход. При обработке метчик устанавливается непосредственно в пиноли задней бабки или с помощью приспособлений (сверлильный патрон, переходные втулки). Обработка резьбовых поверхностей (наружных и внутренних) резцами выполняется токарями-профессионалами.

При выполнении работ на токарном станке следует соблюдать перечисленные ниже правила.

До начала работ необходимо:

- включить вводный автоматический выключатель;
- проверить заземление станка;
- установить необходимую для обработки частоту вращения шпинделя рукоятками 12 и 14 (см. рис. 6.1);
- установить необходимую для обработки подачу рукоятками 11 и 13 (см. рис. 6.1);
- установить обрабатываемую заготовку в трехкулачковом патроне и отрегулировать ее на отсутствие биения; в случае необходимости поджать торец заготовки задним центром (задняя бабка при этом должна находиться максимально близко к заготовке и быть закреплена на станине станка). Закрепить пиноль задней бабки рукояткой;
- установить резец в резцедержателе при помощи пластин так, чтобы его вершина находилась на линии центров, а вылет головки резца из корпуса резцедержателя был минимальным, и закрепить его крепежными винтами;
- закрепить заднюю бабку рукояткой в крайнем правом положении, если в нее не устанавливается задний центр или режущий инструмент;
- включить лампу освещения рабочей зоны;

Типичные дефекты при работе на токарных станках, причины их появления и способы устранения

Дефект	Причина	Способ устранения
Овальность детали. Не выдержан внутренний диаметр отверстия	Биение заготовки в патроне. Смещение задней бабки в поперечном направлении (при сверлении). Непрочное закрепление задней бабки. Неправильная заточка сверла	Отрегулировать заготовку в патроне на биение. Расточить кулачки. Отрегулировать заднюю бабку по оси шпинделя. Закрепить заднюю бабку. Переточить сверло
Смещена ось отверстия детали	Недостаточная глубина центровки. Ось пиноли задней бабки не совпадает с осью шпинделя. Неправильная заточка сверла	Зацентрировать заготовку, соблюдая все правила. Отрегулировать заднюю бабку по оси шпинделя. Переточить сверло
Конусность обработанной детали	Смещение центров шпинделя и задней бабки	Отрегулировать соосность центров передней и задней бабки
Наличие на детали спиральной (винтовой) риски при обратном ходе резца. Нечистый торец детали со стороны отрезки	Неправильная установка резца. Неправильная заточка режущих кромок отрезного резца (правая вспомогательная поверхность имеет малый вспомогательный угол в плане и малый задний угол)	Установить резец немного выше центра. Переточить резец
При подрезании торца не выдержан размер по длине детали	Слабо закреплена заготовка. Неправильно определено место обработки торца заготовки	Прочно закреплять заготовку в патроне. Соблюдать все правила подрезания торца
Дробленая поверхность обработанной детали	Зазоры в направляющих суппортов. Слабое крепление резцов. Слабое закрепление заготовки в патроне (центрах). Заготовка вибрирует при обработке. Велик вылет резца. Резец установлен не по центру	Подтянуть планки и клинья суппортов. Прочно закреплять резец. Уменьшить вылет резца. Установить резец точно по оси центров. Прочно закреплять заготовку

Дефект	Причина	Способ устранения
Рваная резьба на стержне или в отверстии	Очень мягкий и вязкий материал заготовки. Диаметр заготовки не соответствует требованиям. Большая скорость резания	Уменьшить диаметр стержня под резьбу или увеличить диаметр отверстия под резьбу. При возможности заменить заготовку. Уменьшить частоту вращения шпинделя

- закрыть шпиндель кожухом и опустить защитный экран;
- включить электродвигатель главного привода нажатием на кнопку «пуск».

Во время выполнения работ необходимо:

- включить привод главного движения рукояткой управления фрикционной муфтой главного привода;
- подвести резец к обрабатываемой заготовке до касания, используя ручную продольную и поперечную подачи, при помощи соответствующих маховиков;

- установить лимбы поперечной и продольной подачи на ноль.

Перед установкой лимбов на ноль обязательно выбрать люфты (воздушные зазоры) в механизмах подачи;

- вывести резец из зоны обработки;
- установить по лимбам необходимую глубину резания;
- включить механизм автоматической продольной или поперечной подачи;
- произвести обработку заготовки на заданной длине (по торцу). По окончании точения автоматическую подачу отключить;
- отвести резец от обрабатываемой заготовки и вернуть его в начальную точку на ускоренной подаче или вручную;
- обработку продолжать в той же последовательности, пока заготовка не будет иметь соответствующие размеры;

при резании следить за сходом стружки и в случае необходимости ее удалять, при этом процесс резания необходимо прервать. Удаление стружки следует производить только специальным крючком.

По окончании выполнения работ необходимо:

- выключить электродвигатель кнопкой «стоп»;
- выключить входной автоматический выключатель;
- снять со станка обработанную деталь, обрабатывающий инструмент и дополнительную оснастку;
- установить заднюю бабку в крайнее правое положение;
- переместить суппорт станка вправо к задней бабке;
- очистить станок от стружки и грязи, используя крючок, скребок, щетку-сметку и ветошь;

- смазать станок по точкам смазки и трущимся поверхностям.
- Типичные дефекты при работе на токарных станках, причины их появления и способы устранения приведены в табл. 6.1.

Контрольные вопросы

1. Почему при установке резца его вершина должна располагаться по линии центров?
2. Почему обработку широких канавок необходимо выполнять за несколько проходов?
3. Как и почему сила резания связана с режимами обработки?
4. Почему при отрезании заготовок от прутка отрезной резец должен располагаться максимально близко к кулачкам патрона?
5. Отчего возникают вибрации и как они влияют на качество обработки?

6.2. Консольно-фрезерные станки и работы, выполняемые на них

Консольно-фрезерные станки благодаря своей универсальности получили наиболее широкое распространение среди всех станков фрезерной группы. Консольно-фрезерные станки подразделяются на горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные. Все станки этой группы предназначены для выполнения различных фрезерных работ с использованием цилиндрических, торцевых, концевых и дисковых фрез. На них можно обрабатывать плоские поверхности, имеющие различные пространственные положения, пазы, канавки и уступы. При использовании специальных и универсальных приспособлений круг работ, выполняемых на этих станках, может быть значительно расширен. Основной областью их применения является единичное и мелкосерийное производство.

Устройство консольно-фрезерных станков

Консольный горизонтально-фрезерный станок (рис. 6.17) монтируется на основании *A*, в котором размещается резервуар для смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ) и электродвигатель с насосом для ее подачи. Основание станка крепится на фундаменте или устанавливается на виброгасящих опорах. На основании станка устанавливается станина *B*, внутри которой расположены коробка скоростей *I*, электрический двигатель привода главного движения с ременной передачей и шпиндельный узел. На верхних горизонтальных направляющих станины размещен хобот *B*, который закрепляется в необходимом для работы положении гайкой *3*. Перемещение хобота осуществляется при помощи винта *2*. На хоботе возможна установка дополнительной опоры – серьги *4*. В серьге установлен подшипник для базирования оправки с фрезой. Второй конец оправки закрепляется в коническом отверстии шпинделя *5*.

Консоль *Е* устанавливается на вертикальных направляющих станины, по которым она может перемещаться в вертикальном направлении при вращении рукоятки *8*. На верхней части консоли расположены салазки *Д*, которые могут перемещаться в поперечном направлении по направляющим консоли с помощью винтовой передачи, приводимой в движение маховиком *7*. В рабочем положении салазки закрепляются рукоятками *10* и *11*. На салазках установлен стол *Г*, имеющий перемещение по направляющим салазок в продольном направлении с приводом от маховика *6*. Внутри консоли монтируется коробка подач и ускоренных перемещений с электродвигателем и механизмом управления. На передней части консоли и стола расположены органы управления станком.

Переключение подач осуществляется по лимбу *9*, расположенному на консоли. Включение освещения, подачи СОЖ и изменение направления вращения шпинделя производится поворотом выключателей *12*, *13* и *14* управления станком, которые расположены на станине.

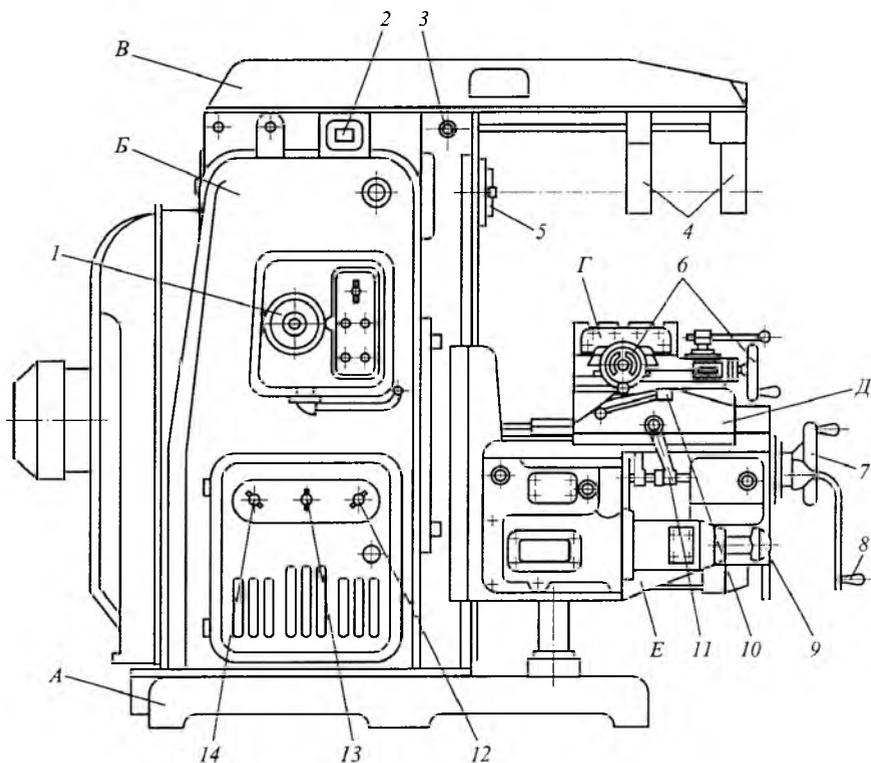


Рис. 6.17. Консольный горизонтально-фрезерный станок:

А - основание; *Б* - станина; *В* - хобот; *Г* - стол; *Д* - салазки; *Е* - консоль; *1* - коробка скоростей; *2* - винт; *3* - гайка; *4* - сальник; *5* - шпиндель; *6*, *7* - маховики; *8*, *10*, *11* - рукоятки; *9* - лимб; *12*, *13*, *14* - выключатели

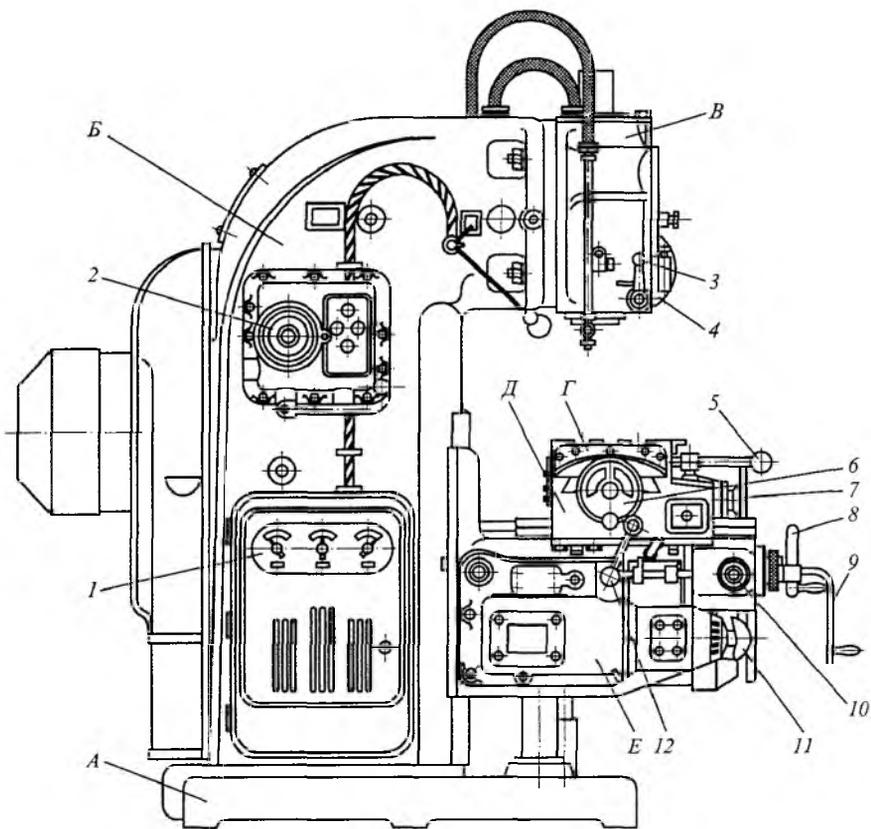


Рис. 6.18. Консольный вертикально-фрезерный станок:

А – основание; *Б* – станина; *В* – поворотная головка; *Г* – стол; *Д* – салазки; *Е* – консоль; *1* – коробка скоростей; *2* – коробка подач; *3* – шпиндель; *4–12* – рукоятки и маховики

Для консольных вертикально-фрезерных станков характерно вертикальное расположение шпинделя, который расположен в шпиндельной головке *В* (рис. 6.18). Шпиндельная головка может поворачиваться в вертикальной плоскости на угол до 40° в одну или другую сторону, что позволяет обрабатывать скосы и наклонные поверхности без применения специальных приспособлений. Остальные узлы и механизмы станка не имеют принципиальных отличий от узлов и механизмов горизонтально-фрезерного консольного станка.

Приспособления и инструменты для фрезерных станков

Приспособления для установки заготовок

Обрабатываемые заготовки могут устанавливаться и закрепляться непосредственно на столе станка, а также в универсальных или специальных приспособлениях. Для установки и закрепления загото-

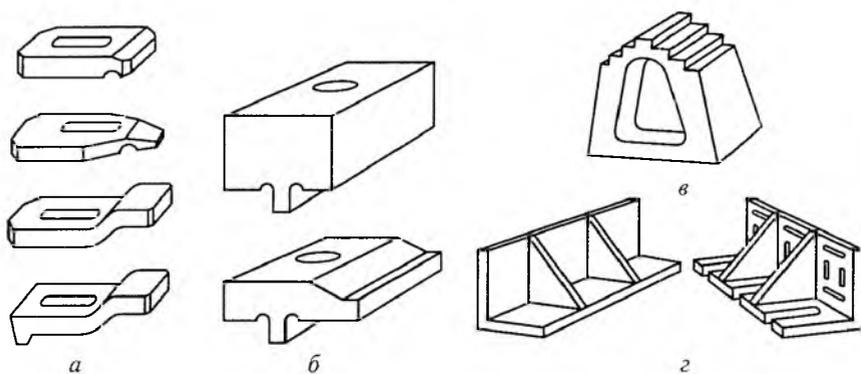


Рис. 6.19. Прижимы (а), упоры (б), опора (в) и угольники (z)

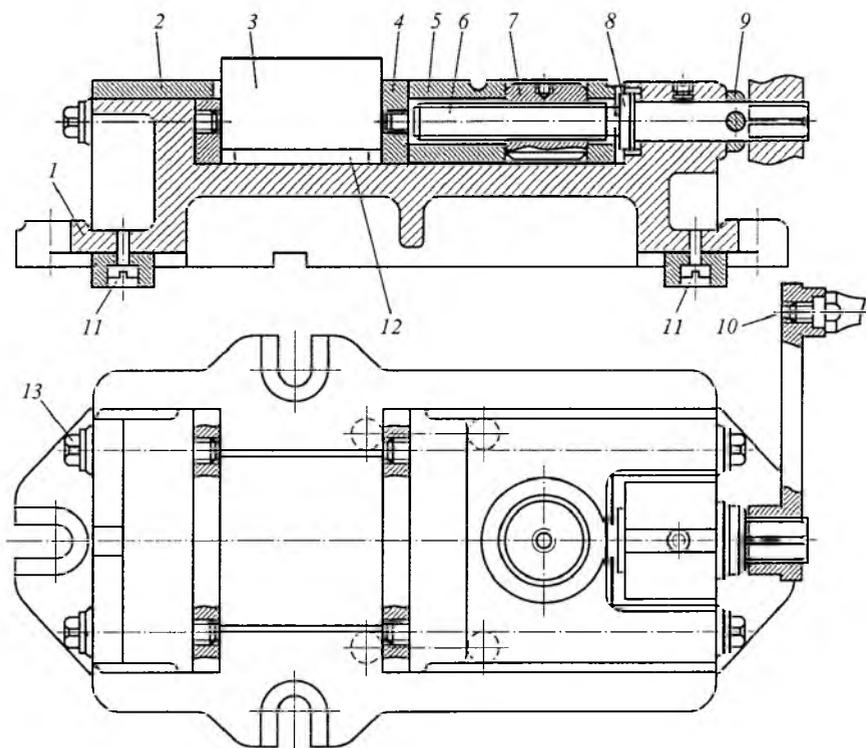


Рис. 6.20. Машинные тиски с ручным приводом:
 1 – корпус; 2 – неподвижная губка; 3 – заготовка; 4 – подвижная губка; 5 – ползун; 6 – винт; 7 – гайка; 8 – буртик; 9 – кольцо; 10 – рукоятка; 11 – шпонка; 12 – прокладка;
 13 – винты крепления

вок непосредственно на столе станка используются *прижимы, опоры, упоры* и угольники различных конструкций (рис. 6.19), выбор которых зависит от конфигурации заготовок и вида обработки.

Универсальным приспособлением для закрепления заготовок на столе станка являющиеся машинные тиски различных конструкций.

Машинные тиски с ручным приводом (рис. 6.20) надежны, удобны и просты в эксплуатации.

На корпусе 1, изготовленном из чугуна, размещены подвижная 4 и неподвижная 2 губки, между которыми закрепляется обрабатываемая заготовка 3, устанавливаемая на прокладках 12. Зажим и освобождение закрепляемой заготовки осуществляется подвижной губкой, перемещающейся вместе с ползуном 5, приводимым в движение винтом 6, вращение которого осуществляется рукояткой 10. Ползун перемещается по направляющим корпуса. Буртик 8, гайка 7 и кольцо 9 со стопором не допускают перемещения винта 6 в осевом направлении. Для правильной ориентации тисков на столе станка предназначены две шпонки 11, закрепленные на основании корпуса 1. К губкам тисков при помощи винтов 13 можно крепить сменные накладки различной формы и из различных материалов.

Машинные тиски с пневматическим приводом (рис. 6.21) имеют односторонний пневматический привод (только для закрепления заготовки). При наладке тисков неподвижная губка 1 устанавливается на размер, немногом больший размера обрабатываемой за-

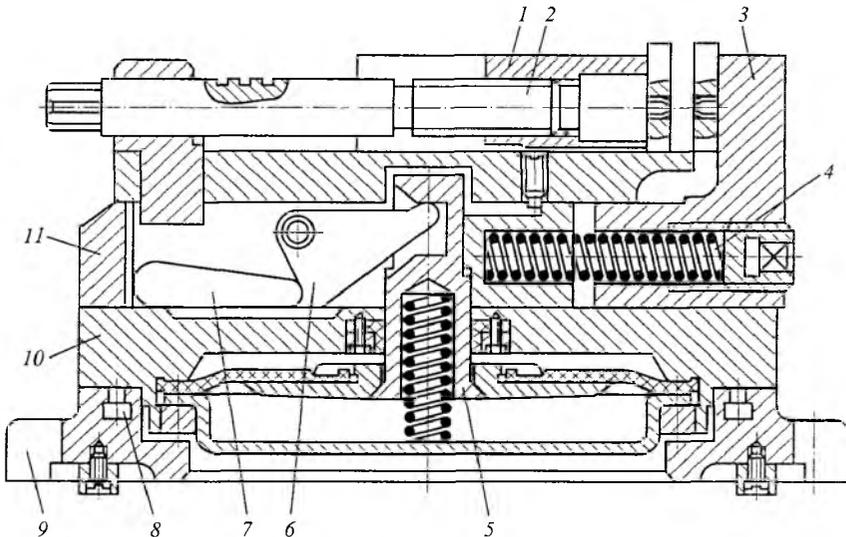


Рис. 6.21. Машинные тиски с пневматическим приводом:

1 – неподвижная губка; 2 – винт; 3 – губка; 4 – пружина; 5 – шток; 6 – угольник; 7 – толкатель; 8 – Т-образный паз; 9 – основание; 10 – корпус; 11 – рама

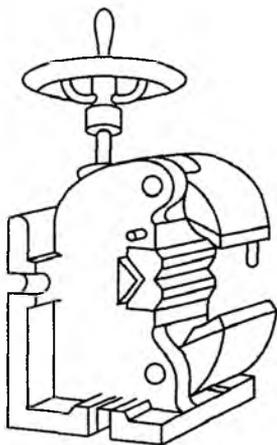


Рис. 6.22. Самоцентрирующиеся тиски

готовки, вращением винта 2. При этом следует учитывать, что подвижная губка имеет рабочий ход в пределах 5...7 мм. При освобождении заготовки подвижная губка отводится от заготовки усилием пружины 4. Для закрепления заготовки необходимо подать сжатый воздух в рабочую полость диафрагменного пневматического привода. При подаче воздуха шток 5 поворачивает по часовой стрелке угольник 6, который сдвигает толкатель 7 и раму 11 с губкой 3 по направлению. В случае необходимости рабочую часть тисков, смонтированную на корпусе 10, можно повернуть относительно основания 9. Крепление корпуса относительно основания осуществляется болтами, головки которых размещаются в круговом Т-образном пазу 8 основания тисков.

Для установки и закрепления цилиндрических заготовок применяют самоцентрирующиеся тиски, которые можно устанавливать в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 6.22).

Инструменты для обработки на фрезерных станках

Основным инструментом для обработки на фрезерных станках являются фрезы. По форме и технологическому назначению фрезы делятся на торцевые и цилиндрические (рис. 6.23, а, б), предназначенные для обработки открытых плоских поверхностей; концевые (рис. 6.23, в, г) и дисковые (рис. 6.23, д), применяющиеся при обработке плоских поверхностей, уступов и пазов; Т-образные (рис. 6.23, е) и типа «ласточкин хвост» (рис. 6.23, ж), употребляемые при обработке пазов аналогичной формы. Фасонные фрезы (рис. 6.23, з) используются для получения соответствующих фасонных поверхностей.

Элементы фрезы (рис. 6.24). Фреза состоит из корпуса и режущей части. Рабочую часть фрезы изготавливают из быстрорежущих инструментальных сталей или армируют твердым сплавом. Она состоит из зубьев, конструкция которых во многом сходна с конструкцией резца.

Поверхность зуба фрезы, по которой сходит стружка, называется передней поверхностью A_r . При резании она контактирует со срезаемым слоем и стружкой. Поверхность, обращенная в процессе резания к заготовке, называется задней поверхностью A_z . Пересечение этих двух поверхностей образует режущую кромку. Режущая кромка фрезы состоит из двух частей: часть режущей кромки, формирующая большую часть объема срезаемого слоя, называется

главной режущей кромкой K , а формирующая меньшую его часть – вспомогательной режущей кромкой. Главная и вспомогательная задние поверхности обращены к поверхности резания и примыкают соответственно к главной и вспомогательной режущим кромкам. Место пересечения двух задних поверхностей называется вершиной, а радиус, по которому выполнено это сопряжение, – радиусом вершины. У зуба фрезы можно выделить фаску f и спинку C . Геометрия зуба фрезы определяется углами: передним γ ; задним α ; уг-

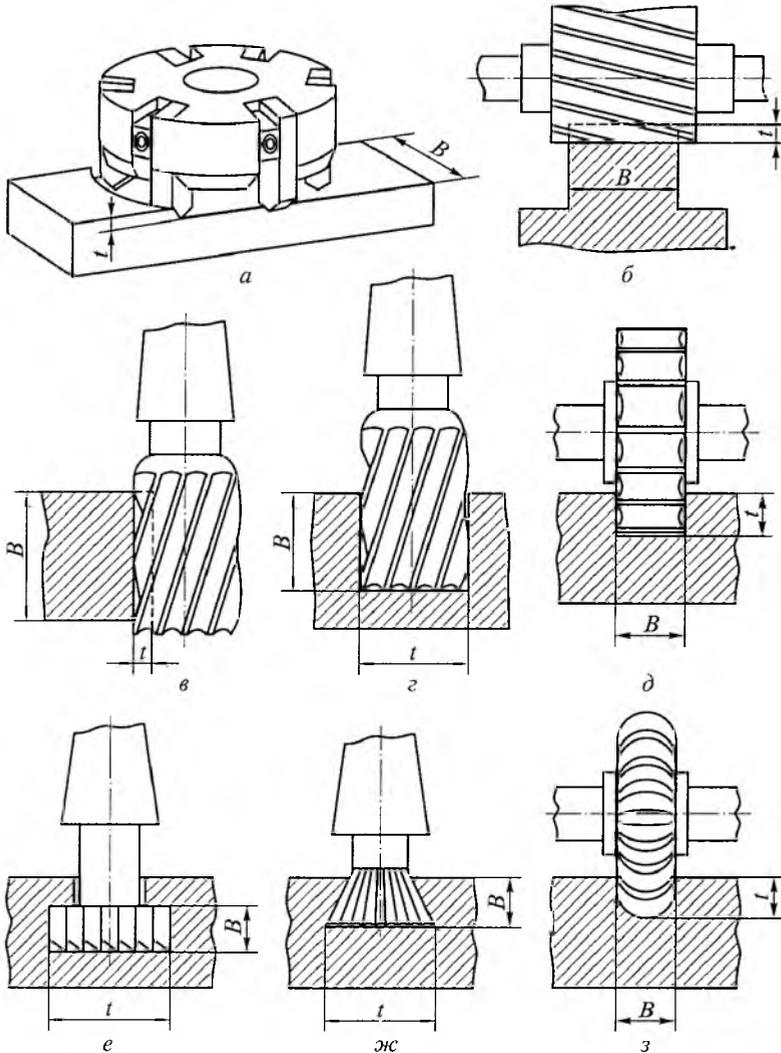


Рис. 6.23. Основные типы фрез:

a – торцевые; b – цилиндрические; v, z – концевые; d – дисковые; e – Т-образные; $ж$ – «ласточкин хвост»; z – фасонные; B – ширина фрезерования; t – глубина фрезерования

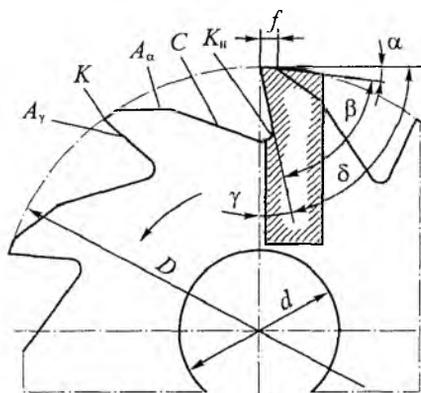


Рис. 6.24. Элементы фрезы:
 A_γ – передняя поверхность; K – главная режущая кромка; A_α – задняя поверхность; C – спинка зуба; K_{II} – переходная канавка; f – фаска зуба; β – угол заострения; α – задний угол; δ – угол резания; γ – передний угол; d – диаметр отверстия; D – диаметр фрезы

лами заострения β и резания δ , которые определяются так же, как и у реза. Переходным элементом от одного зуба к другому служит канавка K_{II} .

Форма и элементы зубьев

В зависимости от поверхности, по которой производится заточивание фрезы, существует две основные конструкции зубьев: остроконечный зуб – заточивание производится по передней поверхности зуба (рис. 6.25, а); затылованный зуб – заточивание производится по задней поверхности (рис. 6.25, б).

Зубья фрезы характеризуют следующие основные элементы (рис. 6.26).

1. Высота зуба h – это расстояние между режущей кромкой зуба и дном канавки, измеренное в радиальном сечении фрезы перпендикулярно ее оси.

2. Ширина задней поверхности зуба (фаска f) – это расстояние от режущей кромки до линии пересечения задней поверхности зуба

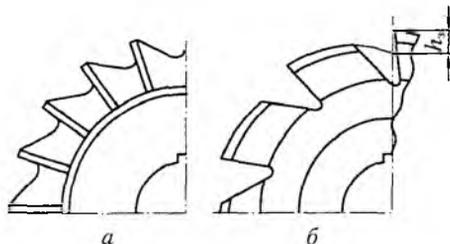


Рис. 6.25. Форма зубьев:
 а – остроконечный; б – затылованный;
 h_3 – величина затылования

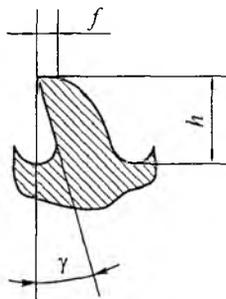


Рис. 6.26. Элементы зуба фрезы:
 f – ширина задней поверхности зуба (фаска); h – высота зуба; γ – передний угол

с его спинкой, измеренное в направлении, перпендикулярном режущей кромке.

3. Окружной шаг зубьев фрезы – это расстояние между одноименными точками режущих кромок двух смежных зубьев, измеренное по дуге окружности с центром по оси фрезы и в плоскости, перпендикулярной к этой оси. Этот шаг может быть как равномерным, так и неравномерным.

4. Величина затылования h_z (см. рис. 6.25) – это понижение кривой затылования между двумя режущими кромками двух соседних зубьев.

Приспособления для установки инструмента

Установка и закрепление цилиндрических и дисковых фрез на станке осуществляются с помощью оправок, диаметр которых должен соответствовать диаметру отверстия фрезы (рис. 6.27).

Оправка конусным хвостовиком устанавливается в коническом отверстии шпинделя 5. Поверхности оправки, отверстия шпинделя и проставочных колец 9 и фрезы 7 предварительно протирают чистой ветошью. При установке оправки необходимо следить за тем, чтобы ее пазы 6 были совмещены с выступами или шпонками на торце шпинделя станка. В резьбовое отверстие оправки заворачивается до упора шомпол 3, после чего он закрепляется гайкой 4. Кольца 9 устанавливаются на оправке 8 с двух сторон фрезы. Фреза 7 размещается как можно ближе к шпинделю станка для обеспечения наименьшего прогиба оправки при фрезеровании. Конусная втулка 11 поддерживает цилиндрическую часть оправки. Эта втулка устанавливается в серье 12 и закрепляется на оправке гайкой 10.

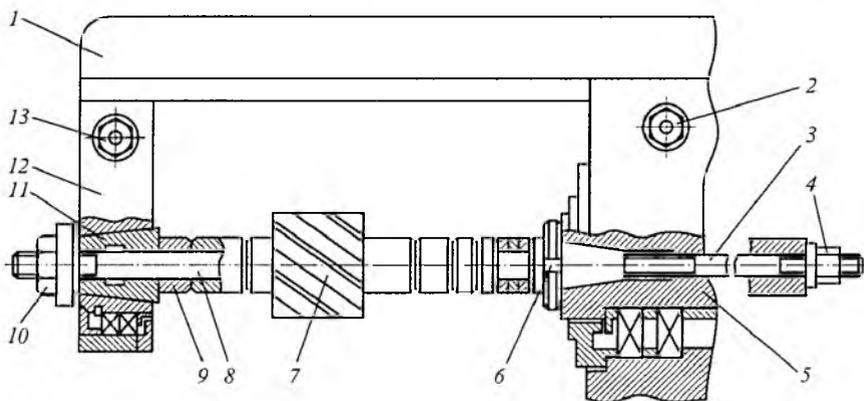


Рис. 6.27. Оправка для установки цилиндрических и дисковых фрез:
1 – хобот; 2, 4, 10, 13 – гайки; 3 – шомпол; 5 – шпиндель; 6 – пазы; 7 – фреза; 8 – оправка;
9 – кольца; 11 – втулка; 12 – серья

Серьга надвигается на втулку и в этом положении закрепляется гайкой 13 на хоботе 1. Положение хобота на станине при этом фиксируется при помощи гайки 2.

Установка и закрепление торцевых фрез (рис. 6.28) на станке зависит от их конструкции. Торцевые фрезы с цилиндрическим или коническим отверстием, расположенным по центру фрезы, устанавливаются на оправку. При установке базовый торец фрезы 3 должен плотно прилегать к торцу оправки, а выступ оправки Б – совмещаться с пазом фрезы. Оправка устанавливается в коническом отверстии шпинделя станка и закрепляется шомполом 1 и гайкой 2, при этом выступы А шпинделя станка должны быть совмещены с пазами оправки. Концевые фрезы с коническим хвостовиком крепятся в коническом отверстии шпинделя непосредственно или с использованием переходных втулок при помощи шомпола.

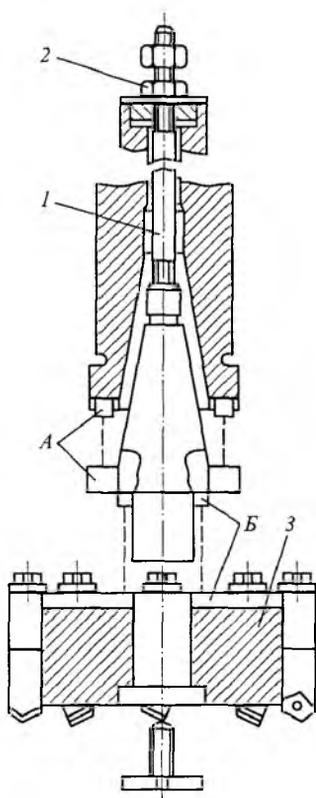


Рис. 6.28. Оправка для концевых и торцевых фрез:
 А – выступы шпинделя и пазы оправки; Б – выступы оправки и пазы фрезы; 1 – шомпол; 2 – гайка; 3 – фреза

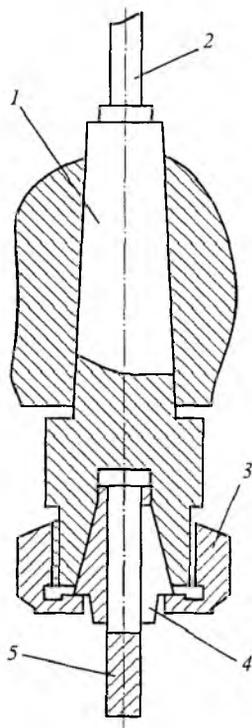


Рис. 6.29. Цанговый патрон:
 1 – хвостовик; 2 – шомпол; 3 – гайка; 4 – цанга; 5 – фреза

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком предварительно устанавливаются в *цанговый патрон* (рис. 6.29). После закрепления фрезы цанговый патрон хвостовиком 1 устанавливается в коническом отверстии шпинделя станка и закрепляется шомполом 2. Крепление фрезы 5 в цанге 4 осуществляется при вращении гайки 3, торец которой давит на цангу.

Режимы обработки и элементы резания при фрезеровании

Скорость резания при фрезеровании V – это скорость перемещения точки на режущей кромке инструмента, наиболее удаленной от оси его вращения. Скорость резания при фрезеровании (м/мин) зависит от диаметра фрезы и частоты ее вращения и определяется по формуле $V = \pi Dn/1000$, где $\pi = 3,14$; D – диаметр фрезы; n – частота вращения фрезы.

При настройке станка частота вращения определяется по табличным значениям скорости резания по формуле $n = 1000V/(\pi D)$. Причем по паспорту станка выбирают ближайшее к расчетному значение частоты вращения шпинделя.

Подача S при фрезеровании – это перемещение стола станка относительно обрабатываемого инструмента. Так как при фрезеровании отсутствует кинематическая связь между частотой вращения шпинделя и движением подачи (привод подач осуществляется от отдельного двигателя), то величина подачи измеряется в мм/мин.

При фрезеровании различаются три типа подач: минутная S_m (м/мин) – величина перемещения стола относительно режущего инструмента за одну минуту (именно на эту подачу настраивается станок); подача на оборот $S_{об}$ (мм/об) – величина перемещения стола в миллиметрах за один оборот фрезы; подача на зуб S_z (мм/зуб), равная перемещению стола с заготовкой за время поворота фрезы на угловой шаг зубьев. Все расчеты проводятся именно по этой подаче. Между этими тремя видами подачи существует зависимость: $S_m = S_{об}n = S_z Zn$, где Z – число зубьев фрезы.

При настройке станка на лимбе подач следует устанавливать ближайшее к расчетному, но меньшее значение минутной подачи.

Глубина резания t – это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное в направлении, перпендикулярном оси фрезы.

Ширина фрезерования B – это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями, измеренное параллельно оси инструмента (см. рис. 6.23).

Выбор режимов резания при фрезеровании осуществляется с помощью справочных таблиц в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала, материала инструмента, а также требований, предъявляемых к точности и качеству обработанных поверхностей.

Обработка плоских поверхностей

Обработка плоских поверхностей в зависимости от расположения относительно поверхности стола станка подразделяется на горизонтальную, вертикальную и наклонную. Она может производиться цилиндрическими и торцевыми фрезами соответственно на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках.

При обработке плоских поверхностей цилиндрическими фрезами наладка станка начинается с установки фрезы на оправку. Весьма важным является правильное сочетание направления винтовой линии зуба фрезы с направлением вращения шпинделя станка. При определении этого сочетания следует учитывать направление осевой составляющей силы резания P_x , которая в процессе обработки должна быть направлена в сторону шпинделя станка (рис. 6.30).

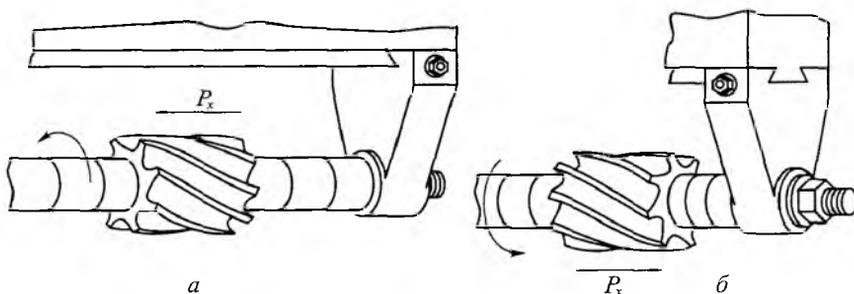


Рис. 6.30. Направление силы резания и установка фрез:

а – правильно; б – неправильно; P_x – горизонтальная составляющая сил резания

Заготовка при обработке устанавливается непосредственно на столе или в приспособлении. При установке на столе заготовка должна быть выверена в горизонтальном или вертикальном положении по разметочным рискам или с помощью контрольно-измерительных инструментов. Закрепление заготовки осуществляется только после ее выверки.

Выбор частоты вращения шпинделя и подачи осуществляется по справочным таблицам для определения режимов фрезерования. Установка фрезы на заданную глубину резания осуществляется по лимбу станка, после касания фрезой поверхности заготовки и вывода ее за пределы рабочей зоны.

Обработка плоских поверхностей торцевыми фрезами

Торцевые фрезы по сравнению с цилиндрическими имеют ряд преимуществ: более жесткое крепление, плавная работа большого числа одновременно работающих зубьев, а также большие скорости резания и подачи, особенно для фрез, оснащенных пластинами

твердого сплава. Поэтому в большинстве случаев обработку плоских поверхностей целесообразно выполнять торцевыми фрезами.

При обработке торцевыми фрезами точность обработки увеличивается, а шероховатость обработанной поверхности уменьшается с увеличением скорости резания и уменьшением подачи. Установка торцевой фрезы на глубину резания осуществляется так же, как и при установке цилиндрической фрезы.

Обработка пазов и уступов

Уступом называется выемка, ограниченная двумя взаимно-перпендикулярными плоскостями, образующими ступень. На детали может быть один или несколько уступов.

Паз представляет собой выемку, ограниченную плоскими или фасонными поверхностями с трех сторон (рис. 6.31). В зависимости от формы выемки различают пазы прямоугольные (рис. 6.31, *а*), Т-образные (рис. 6.31, *б*), типа «ласточкин хвост» (рис. 6.31, *в*), V-образные (рис. 6.31, *г*, *д*) и фасонные. Пазы любой формы могут быть сквозными, открытыми и закрытыми.

Уступы и пазы могут обрабатываться дисковыми и концевыми фрезами, кроме того, обработка уступов может выполняться торцевыми фрезами. Метод обработки уступов и пазов выбирается в зависимости от требований, предъявляемых к точности размеров и геометрической формы обрабатываемых пазов и уступов, а также к шероховатости обработанной поверхности.

Сквозные и открытые, т.е. имеющие выход с одной стороны, пазы обрабатываются дисковыми пазовыми фрезами, которые обеспечивают наиболее точную обработку. Ширина и форма фрезы должна соответствовать ширине и форме паза. Дисковые пазовые фрезы имеют режущую кромку только на цилиндрической поверхности, а боковые поверхности фрезы для уменьшения трения имеют поднутрение приблизительно 2° . В связи с этим при переточках размер фрезы уменьшается, поэтому во избежание переточек в процессе обработки такими фрезами обрабатывают, как правило, пазы небольшой глубины.

Концевыми фрезами уступы и пазы можно обрабатывать на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках.

При наладке станка на обработку пазов и уступов дисковыми и концевыми фрезами важно правильно установить инструмент относительно обрабатываемой заготовки. Достаточно просто эта операция осуществляется при использовании установов при обработке заготовки в приспособлении. Положение установа отно-

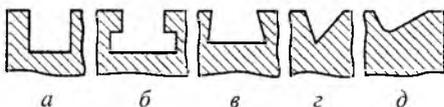


Рис. 6.31. Пазы и уступы:
а – прямоугольный; *б* – Т-образный; *в* – типа «ласточкин хвост»;
г, *д* – V-образные

сительно базовых элементов приспособления задается размером Δ (рис. 6.32). Установка фрезы, как правило, осуществляется с использованием щупа – металлической пластины, имеющей фиксированный размер (1,3 или 5 мм). Для настройки инструмента по вертикали (рис. 6.32, а) консоль станка осторожно перемещают вверх до тех пор, пока щуп не войдет в зазор между установом и зубьями фрезы плотно и без качки. Запрещается быстрый и резкий подъем консоли, так как это может привести к выкрошиванию зубьев фрезы при ударе о нее установка при резком подъеме или к повреждению щупа. Настройка инструмента по горизонтали (рис. 6.32, б, в) относительно боковой его поверхности осуществляется также с использованием щупа, но стол в этом случае перемещается в поперечном направлении.

При отсутствии установов настройку станка можно выполнять по разметочным рискам или поступить следующим образом: подвести фрезу к боковой поверхности обрабатываемой заготовки до касания, перемещая стол станка в поперечном направлении, и установить лимб маховика поперечной подачи на ноль; затем отвести стол в поперечном направлении так, чтобы фреза вышла за пределы обрабатываемой заготовки, и, наконец, переместить фрезу в поперечном направлении в положение, необходимое для обработки.

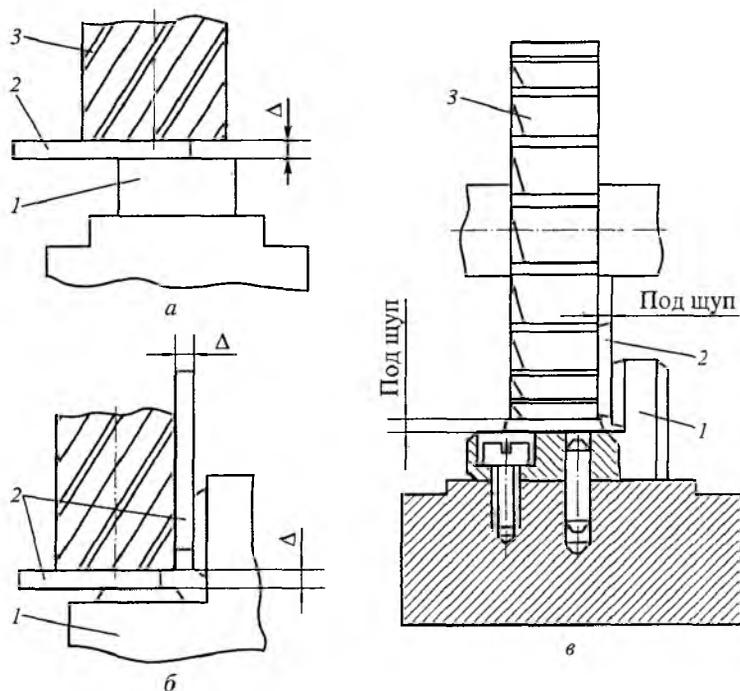


Рис.6.32. Схемы наладки станка:

а, б – по щупу; в – по установу; 1 – опора; 2 – щуп; 3 – фреза; Δ – зазор под щуп

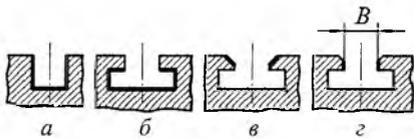


Рис. 6.33. Последовательность обработки Т-образного паза: *a* – прямоугольный паз; *б* – боковые поверхности и дно Т-образного паза; *в* – сьем фасок; *г* – обработка паза по ширине; *B* – ширина паза

Обработку Т-образных пазов и пазов типа «ласточкин хвост» выполняют за несколько переходов. Сначала дисковой фрезой фрезеруют прямоугольный паз (рис. 6.33, *a*); затем Т-образной фрезой обрабатывают боковые поверхности (рис. 6.33, *б*); далее угловой фрезой снимают фаски (рис. 6.33, *в*) и, наконец, калиброванной фрезой обеспечивают получение заданного размера *B* паза (рис. 6.33, *г*). Обработка паза типа «ласточкин хвост» проводят за два прохода: сначала концевой или дисковой фрезой выполняют прямоугольный паз, а затем специальной концевой фрезой обрабатывают боковые поверхности паза.

Организация рабочего места

На рабочем месте фрезеровщика (рис. 6.34) размещены фрезерный станок *1* и шкаф *8* с инструментами и принадлежностями к станку. Пульт *9* служит для вызова мастера или механика (применяется только в условиях заводского производства, при использовании станка в учебных мастерских отсутствует). Справа от станка расположен контейнер *7* (контейнеры) для заготовок, подлежащих обработке, и обработанных деталей. Обтирочная ветошь хранит-

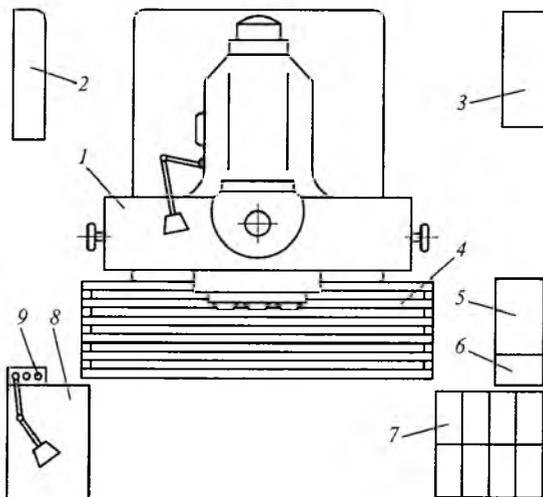


Рис. 6.34. Рабочее место фрезеровщика:

1 – фрезерный станок; *2* – стеллаж; *3*, *8* – шкафы; *4* – деревянная подставка; *5*, *6* – ящики; *7* – контейнер; *9* – пульт вызова мастера (наладчика)

ся в ящике 5, а отработанная стружка помещается в ящик 6. Около станка находится деревянная подставка 4. В шкафу 3 размещаются приспособления, а на стеллаже 2 – оправки для закрепления фрез.

При работе на фрезерном станке следует соблюдать перечисленные ниже правила.

Перед началом работы необходимо:

- проверить исправность станка;
- проверить исправность заземления и наличие ограждения рабочей зоны;
- последовательно проконтролировать работоспособность всех механизмов станка, системы охлаждения и смазки;
- произвести смазку узлов станка, заполнив масленки до указанного уровня;
- изучить технологическую документацию, а также проверить наличие и исправность соответствующей оснастки;
- закрепить на станке приспособления и режущий инструмент;
- установить согласно технологической карте частоту вращения шпинделя и минутную подачу;
- удалить с рабочего места все посторонние предметы;
- убедиться в правильности наладки станка.

Во время работы необходимо:

- строго соблюдать настройку станка на заданный режим;
- работать только исправным и хорошо заточенным инструментом;
- детали, инструменты и приспособления класть только на свои места и использовать только по прямому назначению;
- следить за тем, чтобы режущий и измерительный инструмент, ключи, заготовки и обработанные детали не находились на рабочих поверхностях стола;
- следить за прочностью крепления обрабатываемых заготовок, инструмента и приспособлений;
- постоянно следить за исправной работой системы смазки, так как ее неисправность может привести к поломке узлов станка;
- не производить измерений и не сметать стружку во время работы станка;
- следить за правильным подводом смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания;
- не допускать работу станка вхолостую;
- обязательно выключать станок при перерывах в подаче электроэнергии, уборке и смазке станка, а также при закреплении и измерении обрабатываемой заготовки.

По окончании работы необходимо:

- выключить станок;
- снять со станка и сдать обработанные детали;
- очистить станок от стружки;
- инструмент и приспособления убрать в шкаф.

Типичные дефекты при фрезеровании, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Отклонения от заданных размеров, формы и взаимного расположения поверхностей	Неправильная настройка станка на глубину резания. Несоответствие размеров выбранного инструмента размерам пазов и канавок. Попадание стружки или грязи под заготовку при ее установке	При установке глубины резания предварительно устанавливая лимб вертикальной подачи на ноль. Выбирать инструменты для обработки пазов и канавок, соответствующие их размерам по чертежу. Тщательно протирать установочные поверхности перед закреплением заготовки
Шероховатость обработанной поверхности не соответствует требованиям чертежа	Затупление инструмента. Неправильный выбор режимов резания	Сменить инструмент. Выбирать режимы резания в соответствии с условиями обработки и твердостью обрабатываемого материала

Типичные дефекты при фрезеровании, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 6.2.

Контрольные вопросы

1. Почему при токарной обработке подача определяется в миллиметрах на оборот, а при фрезерной – в миллиметрах в минуту?
2. В каких случаях при обработке на фрезерных станках нет необходимости в использовании поперечной подачи?
3. Как обеспечить перпендикулярность поверхностей призматической детали при обработке ее на горизонтально- и вертикально-фрезерном станке?

6.3. Плоскошлифовальные станки и работы, выполняемые на них

Шлифованием называется обработка резанием при помощи специального инструмента – шлифовального круга, рабочая поверхность которого содержит большое количество режущих абразивных зерен, обеспечивающих резание при высокоскоростном главном движении инструмента (скорость главного движения состав-

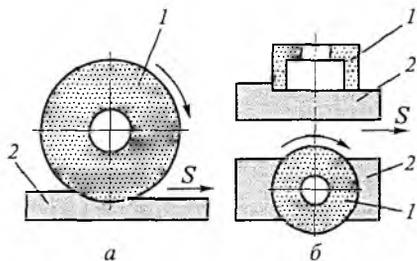


Рис. 6.35. Схемы шлифования:

а – периферией круга; б – торцом круга;
1 – шлифовальный круг; 2 – заготовка;
S – подача

ляет от 20 до 60 м/с). Заготовке при этом сообщается движение подачи, необходимое для образования поверхности с заданными параметрами точности и шероховатости.

Главное движение при шлифовании плоских поверхностей (рис. 6.35) совершает шлифовальный круг 1, который может вращаться как вокруг горизонтальной, так и вертикальной оси. В зависимости от того, какой поверхностью круга выполняется

обработка, различают два вида шлифования: шлифование *периферией круга* (рис. 6.35, а), когда обработка ведется поверхностью круга, образующая которого параллельна оси вращения; шлифование *торцом круга* (рис. 6.35, б) – в тех случаях, когда обработка проводится торцевой поверхностью круга.

Движение подачи при плоском шлифовании на станках с прямоугольным столом – возвратно-поступательное. Если движение подачи при шлифовании осуществляется в направлении, перпендикулярном обрабатываемой поверхности, то такое шлифование называется *врезным*.

Устройство плоскошлифовального станка

Плоскошлифовальный станок с горизонтальным шпинделем и плоским столом (рис. 6.36) предназначен для шлифования периферией круга плоских поверхностей, устанавливаемых на столе при помощи различных универсальных и специальных приспособлений.

Основным узлом станка является станина 2, выполненная в виде отливки коробчатой формы. На верхней части станины закреплена колонна 10, в которой расположен механизм вертикальной подачи шлифовальной бабки. На передней стороне колонны 10 имеются плоские направляющие, по которым на роликах перемещается шлифовальная бабка с шлифовальным кругом 8. На круге установлено ограждение (кожух 9) и устройство для подачи СОЖ от аппарата 1 в зону резания. На станине 2 устанавливается суппорт 5 с взаимноперпендикулярными направляющими. Рабочей поверхностью станка является стол 7, на котором выполнены три Т-образных паза. Стол в нижней части имеет две направляющие – плоскую и V-образную и перемещается вручную от маховика продольной подачи 6 с регулируемой скоростью от гидравлического привода станка. Механизм подач 3 обеспечивает: автоматическую поперечную подачу суппорта; ручную поперечную подачу; ускоренное перемещение суппорта; автоматическую вертикальную подачу шлифовальной бабки на каж-

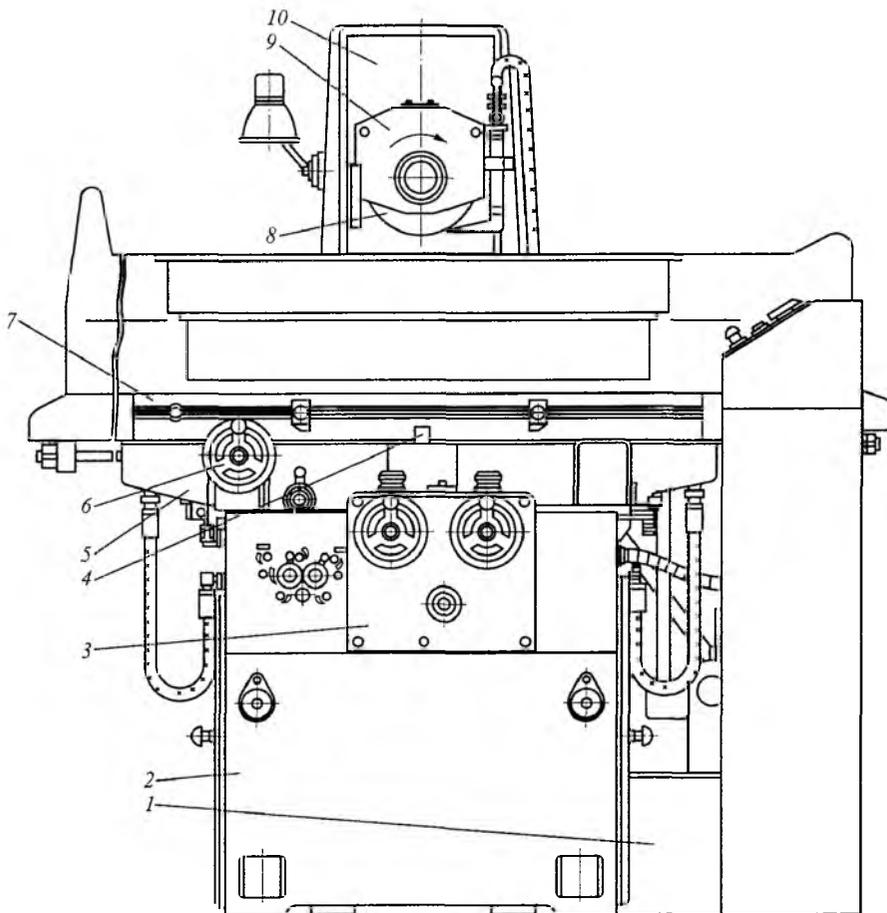


Рис. 6.36. Плоскошлифовальный станок:

1 – аппарат для подачи СОЖ; 2 – станина; 3 – механизм подачи; 4 – механизм продольной подачи; 5 – суппорт; 6 – маховик продольной подачи; 7 – стол; 8 – шлифовальный круг; 9 – кожух; 10 – колония

дый продольный или поперечный ход стола, а также ускоренное перемещение шлифовального круга. Автоматическое или ручное реверсирование поперечного движения стола осуществляется механизмом поперечного реверса. Продольный реверс стола осуществляют при помощи механизма 4. В пазу стола установлены упоры, которые можно перемещать, регулируя величину хода стола.

На станках с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем обработка выполняется периферией шлифовального круга, профиль которого полностью копируется на обработанной детали, что позволяет обрабатывать на этих станках не только плоские, но и фасонные поверхности.

Абразивные инструменты

Рабочая часть инструмента состоит из частиц абразивного материала, твердость которого превышает твердость материала обрабатываемой заготовки. Для изготовления шлифовального инструмента используются естественные и синтетические абразивные материалы. Шлифовальные материалы различаются по химическому составу, физическим свойствам и технологии их получения. К абразивным материалам, применяемым для изготовления шлифовальных инструментов, относятся электрокорунды различных марок, карбид кремния, алмаз, кубический нитрид бора, имеющие различную твердость.

В зависимости от требований, предъявляемых к точности обработки и шероховатости обработанной поверхности, применяются шлифовальные материалы с различной величиной абразивных зерен. Шлифовальные материалы могут иметь следующую зернистость:

- шлифовальные зерна размерами от 2000 до 160 мкм (200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16);
- шлифовальные порошки с размерами зерен от 125 до 40 мкм (12; 10; 8; 6,5; 4);
- микропорошки с размерами зерен от 63 до 14 мкм (M63, M50, M40, M28, M20, M14);
- тонкие микропорошки с размерами зерен от 10 до 5 мкм (M10, M7, M5).

Для скрепления абразивных зерен и изготовления из них шлифовального круга используются специальные связующие материалы, которые называют связкой. Связки могут быть органическими и неорганическими. К органическим связкам относятся бакелитовая и вулканитовая. К неорганическим – керамическая, силикатовая и магнезиальная. Соотношение связки, абразивных зерен и пор в шлифовальном инструменте называется его структурой. Структура шлифовального инструмента обозначается номерами от 0 (содержание абразивных зерен по объему составляет 62%) до 20 (объемная концентрация зерен 22%). С увеличением номера структуры на единицу объемная концентрация абразивных зерен увеличивается на 2%.

Связка оказывает сопротивление проникновению в абразивный инструмент инородных тел (стружки). Это свойство связки называется твердостью абразивного инструмента. Различают восемь степеней твердости абразивного инструмента: весьма мягкие (BM1 и BM2); мягкие (M1, M2, M3); среднемягкие (SM1, SM2); средние (C1, C2); среднетвердые (ST1, ST2, ST3); твердые (T1, T2, T3); чрезвычайно твердые (CT). Цифры 1, 2, 3 характеризуют возрастание твердости в одной степени.

Все эти значения и ряд других параметров в совокупности составляют характеристику шлифовального круга, условное обозначение которой наносится на его торцевой поверхности (для кругов диаметром более 250 мм), на специальных этикетках (для кругов диаметром от 40 до 250 мм) или на упаковке (для кругов диаметром менее 40 мм).

Например, на торцевой поверхности нанесена следующая маркировка: ПП 500×50×305 24А 10П С2 7 К5 35 м/с А 1 кл. Расшифровывается эта маркировка следующим образом:

- ПП 500×50×305 – тип круга (плоский прямого профиля) и его размеры (наружный диаметр – 500 мм, ширина круга – 50 мм, диаметр отверстия – 305 мм);

- 24А – марка шлифовального материала;
- 10П – зернистость и индекс зернистости;
- С2 – степень твердости;
- 7 – номер структуры;
- К5 – марка связки;
- 35 м/с – допустимая окружная скорость;
- А – класс точности;
- 1 кл. – класс неуравновешенности.

Приспособления для шлифовальных станков

Способы установки заготовок на плоскошлифовальном станке весьма разнообразны и зависят от формы, размеров и материала обрабатываемых заготовок, а также от объемов производства.

Наиболее широкое распространение получили магнитные и электромагнитные плиты. Эти устройства обладают целым рядом преимуществ: быстрое закрепление и освобождение заготовок; возможность одновременного закрепления нескольких заготовок; возможность закрепления на магнитной плите других приспособлений; хорошее прилегание базовой поверхности заготовки к поверхности магнитной плиты; а также возможность использования стационарных плоских и круглых плит, плит-угольников, которые снабжаются различными магнитными блоками для крепления заготовок сложной формы (например, с выступами). Однако этот способ крепления имеет и некоторые недостатки: наличие остаточного магнетизма, что требует размагничивания плиты после обработки; нагрев электромагнитных плит в процессе работы, снижающий точность обработки; возможность деформирования тонких заготовок при притягивании к плите (после освобождения заготовка возвращается в исходное состояние); а также невозможность крепления заготовок из немагнитных материалов. Для предупреждения нагрева плит при работе применяются комбинированные плиты с импульсными магнитами. Такая плита работает как постоянный магнит с периодическим включением электромагнита, что обеспечивает увеличение силы притяжения и устраняет нагрев.

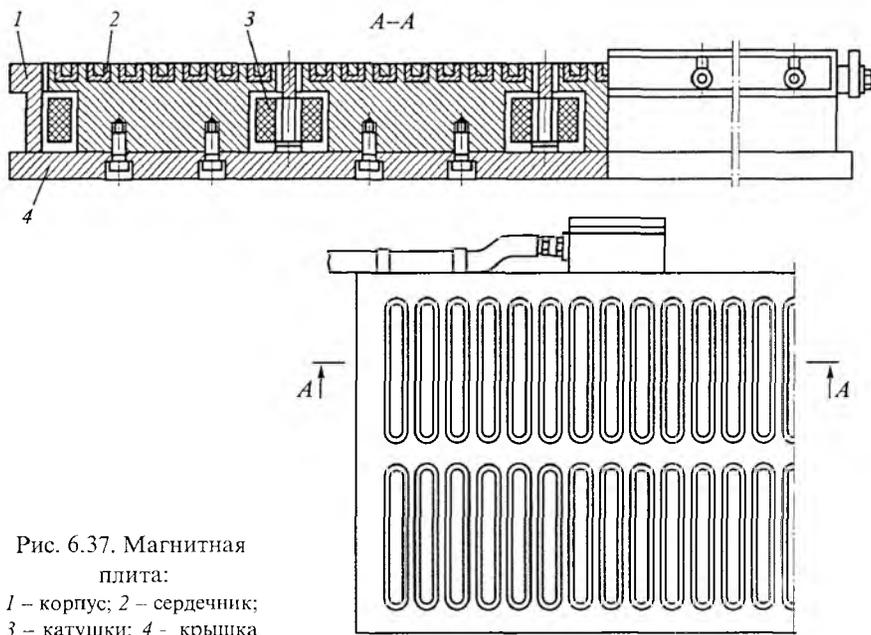


Рис. 6.37. Магнитная
плита:

1 – корпус; 2 – сердечник;
3 – катушки; 4 – крышка

Магнитная плита (рис. 6.37) состоит из литого или сварного корпуса 1, сердечников 2, катушек 3 и крышки 4. В верхней части плиты выполнено 96 пазов, расположенных в два ряда. С нижней стороны плиты в них входят выступы 12 сердечников с зазором 4...5 мм на сторону. На нижнюю часть сердечника надеваются катушки из медного провода, а оставшееся в корпусе свободное пространство заливается немагнитной массой. Магнитная плита герметизируется во избежание попадания на обмотки СОЖ, а затем устанавливается в Т-образных пазах стола станка и шлифуется для обеспечения параллельности зеркала плиты направлению поперечной и продольной подач.

Так как магнитная плита питается постоянным током, то станок должен быть оснащен специальным агрегатом, вырабатывающим постоянный ток, либо выпрямителем, преобразующим переменный ток сети в постоянный, питающий магнитную плиту. Для предупреждения срыва заготовки с магнитной плиты в случае прекращения подачи тока на обмотки плиты предусмотрена специальная блокировка, которая при отсутствии тока на обмотках плиты автоматически отключает подачу и останавливает стол.

Режимы шлифования

Основными факторами, влияющими на выбор режимов резания, являются заданная точность и шероховатость обработанной по-

верхности, мощность главного привода и стойкость шлифовального круга.

Показателями режима резания при шлифовании периферией шлифовального круга служат: скорость круга $V_{кр}$; скорость перемещения заготовки V_3 ; поперечная (параллельно оси шпинделя) подача S и глубина резания t . Скорость шлифовального круга $V_{кр}$ зависит от возможностей станка и диаметра круга и измеряется в метрах в секунду (скорость круга при шлифовании не изменяется). При плоском шлифовании скорость заготовки V_3 совпадает со скоростью продольной подачи стола. Увеличение скорости заготовки приводит к увеличению производительности обработки, поэтому, особенно при выполнении предварительной обработки, рекомендуется выбирать высокие скорости заготовки. Скорость заготовки при чистовых операциях также рекомендуется снижать.

При увеличении поперечной подачи повышается производительность обработки, но одновременно с этим увеличивается шероховатость обработанной поверхности и износ круга. Поэтому при выполнении чистовых операций величину поперечной подачи рекомендуется снижать.

Глубина резания влияет в основном на производительность обработки, но ее величина в значительной степени зависит от зернистости круга, требуемой шероховатости поверхности и мощности двигателя привода шлифовальной бабки. Если обработка выполняется крупнозернистыми кругами, то глубину резания можно увеличивать по сравнению с обработкой мелкозернистыми кругами. Если при шлифовании мелкозернистыми кругами обработка проводится с большой глубиной резания, то это может привести к ускоренному износу мягких кругов или чрезмерно быстрому засаливанию (забиванию пор между зёрнами круга стружкой) твердых кругов. Для повышения точности обработки и снижения шероховатости обработанной поверхности в конце цикла обработки следует применять выхаживание, т.е. производить обработку, не изменяя глубины резания (не перемещая круг в вертикальном направлении).

Правила выполнения работ на плоскошлифовальных станках

1. Необходимо ознакомиться с чертежом детали и технологической картой обработки.
2. Следует проверить работу основных узлов станка в наладочном режиме.
3. Следует проверить поверхность магнитной плиты на отклонение от плоскостности и в случае необходимости прошлифовать.
4. Необходимо установить заготовку на плите так, чтобы она перекрывала не менее чем два полюса магнитной плиты.
5. Необходимо проверить надежность крепления заготовки на сдвиг. В случае необходимости следует применить установочные

**Типичные дефекты при шлифовании, причины их появления
и способы предупреждения**

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Не выдержан заданный размер	Неправильная установка ручной или автоматической подачи на глубину при работе по упору или по лимбу. Погрешность измерения нагретой или переохлажденной детали. Переохлаждение может быть результатом использования СОЖ температурой ниже температуры окружающей среды. Применение изношенного или невыверенного измерительного инструмента	Периодически проверять размер детали во время шлифования. Деталь и измерительный инструмент должны иметь одинаковую температуру. Проверять измерительный инструмент перед началом работы контрольным инструментом
Занижение размера	Случайная подача круга на деталь вместо его отвода. Самопроизвольная подача круга, так называемое спадание бабки. Появляется при наличии зазора в гайке механизма вертикальной подачи или в результате отсутствия противовеса или недостаточной его величины, слишком жесткой подвески противовеса, излишней затянутости планок и клиньев в направляющих вертикального перемещения	Отводить круг только тогда, когда деталь полностью выведена из-под него. Устранить зазор в гайке винта механизма вертикальной подачи, отрегулировать клинья и планки и по возможности улучшить систему противовеса
Отклонение от параллельности шлифуемой и базовой поверхностей	Забойны или грязь на зеркале магнитной плиты и на базовой поверхности детали. Выпуклость или вогнутость магнитной плиты. Выпуклость базовой поверхности детали	Перешлифовать магнитную плиту непосредственно на станке. Тщательно протирать магнитную плиту и деталь. Зачистить забойны на базовой поверхности детали. Обработать базовую поверхность детали строганием, фрезерованием или шлифованием

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Отклонение от плоскостности шлифуемых поверхностей тонких заготовок	Перегрев детали в процессе шлифования	Уменьшить глубину шлифования
Отклонение от параллельности и плоскостности шлифуемых поверхностей	Изношенность направляющих горизонтальной шлифовальной бабки	Если направляющие износились, но прямолинейность не нарушена, то достаточно перешлифовать зеркало стола в соответствии с новым положением направляющих. Если они имеют отклонения от прямолинейности, то их надо перешабрить или перешлифовать

упорные плитки и планки, повышающие надежность крепления.

6. Нужно установить упоры механизма реверсирования хода стола, обеспечив при этом длину перебега 20...30 мм.

7. Следует установить кулачки механизма попеременного реверса, обеспечив выход периферии круга за габариты шлифуемой поверхности не более 0,3 высоты круга.

8. Необходимо выбрать режимы шлифования в зависимости от длины заготовки и скорости продольной подачи, установить требуемую частоту двойных ходов стола.

9. Необходимо установить величину поперечной и вертикальной подач.

10. Следует настроить заданный автоматический цикл работы.

Типичные дефекты при шлифовании, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 6.3.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит выбор характеристик шлифовального круга?
2. Почему с увеличением зернистости абразивного материала снижается точность обработки и повышается шероховатость обработанной поверхности?
3. Почему при установке магнитной плиты на столе станка ее следует обязательно прошлифовать?
4. Какие факторы влияют на выбор режимов обработки на шлифовальном станке?

6.4. Поперечно-строгальные станки и работы, выполняемые на них

Поперечно-строгальные станки предназначены для обработки деталей небольшого размера и получили наиболее широкое распространение в инструментальных и ремонтных цехах.

Основным узлом поперечно-строгального станка мод. 736 с кривошипно-кулисным механизмом (рис. 6.38) является станина 8, по верхним горизонтальным направляющим 7 которой перемещается ползун 6 с установленным на нем суппортом 5. По вертикальным направляющим 3 станины перемещается поперечина 9, снабженная горизонтальными направляющими, на которых установлен стол 2, имеющий в результате этого возможность перемещаться вправо и влево относительно ползуна. Для увеличения жесткости стол поддерживается стойкой 1. На горизонтальной и вертикальной поверхностях стола выполнены Т-образные пазы, которые

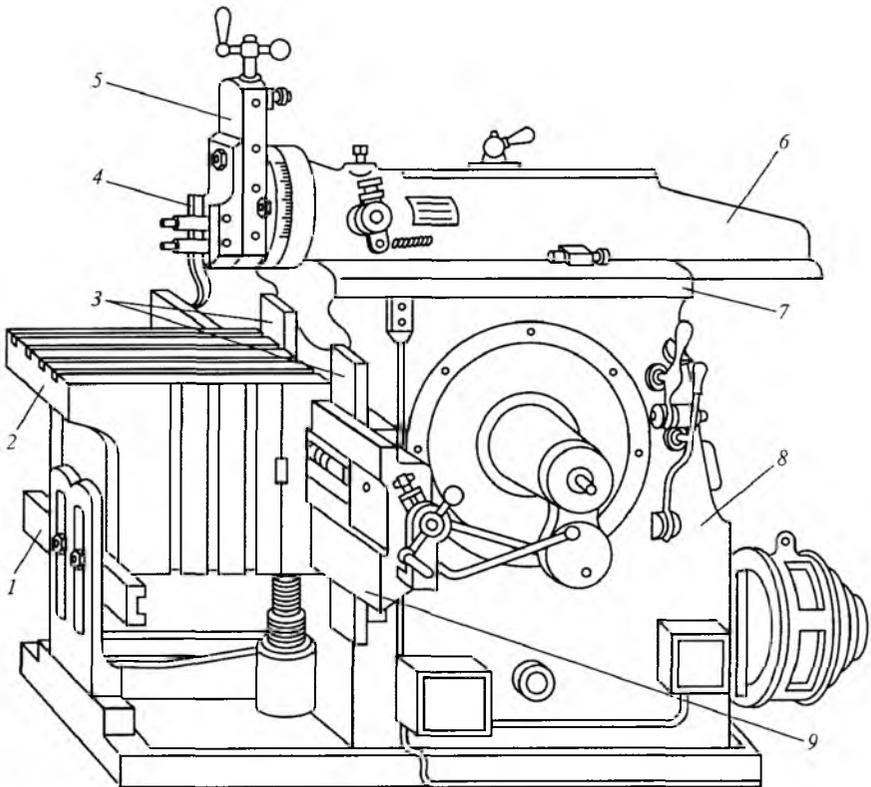


Рис. 6.38. Поперечно-строгальный станок мод. 736:

1 – упор; 2 – стол; 3 – вертикальные направляющие; 4 – резцедержатель; 5 – суппорт; 6 – ползун; 7 – горизонтальные направляющие; 8 – станина; 9 – поперечина

служат для установки и крепления заготовок и технологической оснастки.

Режущий инструмент – строгальный резец – устанавливается в резцедержателе 4, смонтированном на суппорте 5.

Главное рабочее движение – прямолинейное возвратно-поступательное – осуществляется ползуном 6, а горизонтальная подача – передвижением стола 2.

При строгании вертикальных или наклонных поверхностей подача резца производится винтом суппорта 5. Установка резца на заданную глубину резания при настройке станка или при повторных проходах осуществляется также при помощи суппорта 5.

Ползун перемещается возвратно-поступательно и совершает рабочее движение, при котором снимается слой материала, и вспомогательное, при котором он возвращается в исходное положение. Привод ползуна осуществляется от механизма *качающейся кулисы* (рис. 6.39), которая приводится в движение от электрического дви-

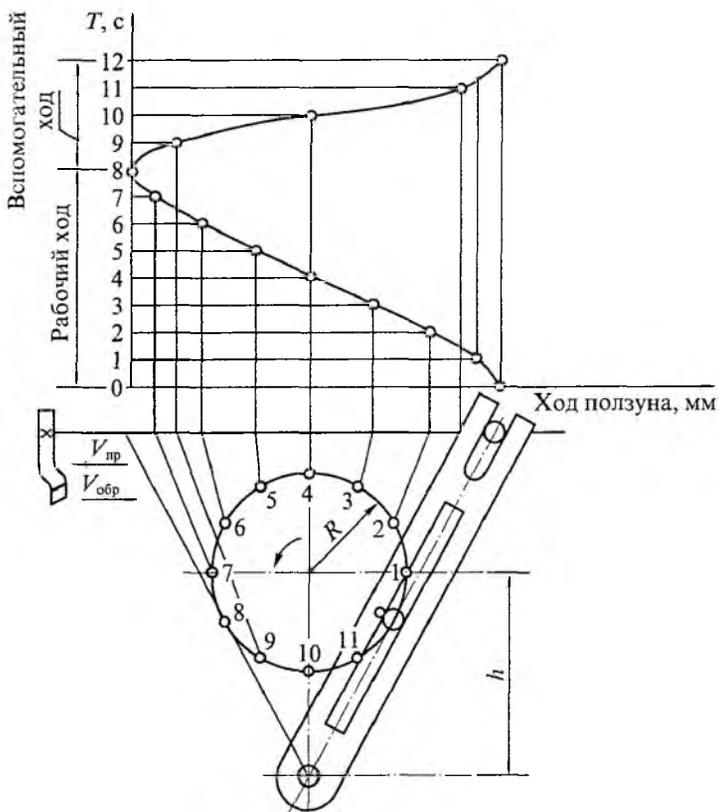


Рис. 6.39. Качающаяся кулиса:

T – время рабочего цикла; R – радиус кривошипа; h – расстояние между осями кулисы и кривошипа; $V_{пр}$, $V_{обр}$ – направления движения прямого и обратного хода

гателя главного привода. Скорость движения ползуна регулируется ступенчато от коробки скоростей, а длина его хода регулируется изменением величины радиуса кривошипа кулисы.

Резцедержатель, в котором закрепляется резец, установлен на откидной планке, что обеспечивает отвод резца при его холостом ходе и исключает трение резца об обработанную поверхность заготовки. Подача резца осуществляется перемещением суппорта с помощью храпового механизма при каждом двойном ходе стола в конце его холостого хода. Автоматическая горизонтальная подача стола в пределах от 0,33 до 3,3 мм на двойной ход стола осуществляется храповым механизмом, кинематически связанным (приводится в действие) с механизмом качающейся кулисы.

Приспособления и инструменты для поперечно-строгальных станков

Инструмент (строгальный резец) закрепляется непосредственно в резцедержателе станка без дополнительных приспособлений.

Для предупреждения заклинивания резца при строгании его рекомендуется изготавливать изогнутым (рис. 6.40, б). При прямом стержне (рис. 6.40, а) сила резания изгибает резец относительно точки O , что приводит к его заклиниванию. При изогнутом стержне заклинивание существенно уменьшается, а если вершина резца находится в опорной плоскости, то заклинивания вообще не будет происходить, так как радиус изгиба R равен вылету резца h .

Резцы для строгальных станков изготавливаются из быстрорежущих сталей марок Р12 и Р6М3, а для труднообрабатываемых материалов применяются резцы из быстрорежущих сталей марок Р6М4К8Ф, Р9К10 или оснащенных пластинами твердых сплавов марок ВК6, ВК8, Т5К10, Т15К6.

Номенклатура строгальных резцов достаточно велика, так как на строгальных станках возможна обработка самых разных поверх-

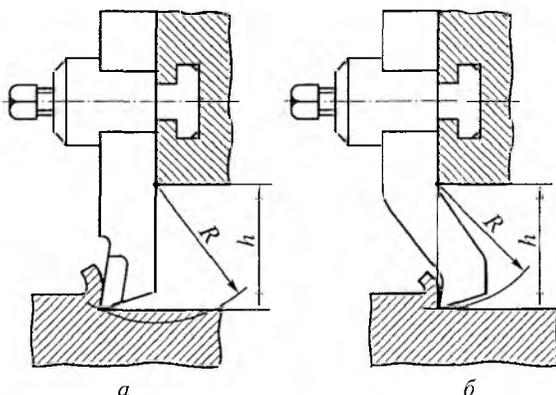


Рис. 6.40. Крепление
строгального резца:

а — с прямым стержнем; б —
с изогнутым стержнем; R —
радиус изгиба резца; h —
высота вылета резца

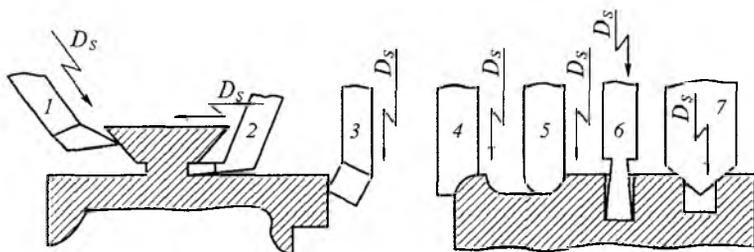


Рис. 6.41. Конструкции строгальных резцов:

1, 3, 7, – проходные; 2, 6 – прорезные; 4, 5 – фасонные; D_s – направление подачи

ностей, начиная с простых и заканчивая достаточно сложными (рис. 6.41). Геометрические параметры строгальных резцов те же, что и у токарных. Различие состоит в том, что основная плоскость у строгальных резцов располагается вертикально, а плоскость резания – горизонтально. Наиболее важным геометрическим параметром для строгальных резцов является угол наклона режущей кромки λ . Он обеспечивает сохранность вершины режущей кромки, уменьшает ударные нагрузки на резец и обеспечивает плавность входа резца в материал заготовки. В связи с тем что строгальные резцы при работе испытывают ударные нагрузки, передний угол у них на $5 \dots 10^\circ$ меньше, чем у токарных. В зависимости от твердости обрабатываемого материала передний угол у строгальных резцов, оснащенных пластинами твердого сплава, выбирается в пределах от 0 до -15° . Задний угол у строгальных резцов составляет от 8 до 15° , а главный угол в плане – от 30 до 75° .

При обработке на строгальных станках заготовки или закрепляются непосредственно на столе станка (на горизонтальной или вертикальной поверхности) при помощи прижимов, закрепляемых болтами в Т-образных пазах стола, или используются универсальные приспособления, например машинные тиски или магнитные плиты.

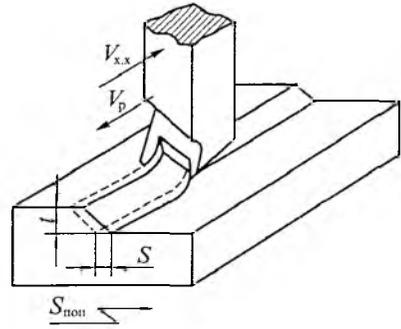
Режимы резания при строгании

Процесс резания при строгании характеризуется скоростью резания, подачей и глубиной резания (рис. 6.42).

Скорость резания V при строгании измеряется в метрах в секунду (м/с). Величина скорости резания выбирается в пределах от $0,1$ до $0,6$ м/с. Наладка станка осуществляется не по скорости резания, а по количеству двойных ходов в минуту. Скорость резания при строгании ограничивается условиями обработки, т.е. твердостью обрабатываемого материала, характеристиками материала инструмента и жесткостью (способностью сопротивляться внешним деформирующим усилиям) системы станок–приспособление–инструмент–заготовка.

Рис. 6.42. Режимы резания
при строгании:

V_p – направление рабочего хода; $V_{x,x}$ – направление холостого хода; S – подача; t – глубина резания; $S_{\text{поп}}$ – направление подачи



Подача S при строгании определяется в миллиметрах на двойной ход резца (рабочий ход и возвращение в исходное положение). Величина подачи выбирается в зависимости от материала обрабатываемой заготовки, материала инструмента и требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности по точности и шероховатости.

Глубина резания t в значительной степени зависит от припуска на обработку. Величину слоя металла, равного припуску, рекомендуется удалять, как правило, за один проход, что не всегда возможно, поэтому глубина резания выбирается с учетом технологических возможностей станка. Так как глубина резания существенно влияет на силу резания, которая, в свою очередь, является основной составляющей по потреблению мощности станка, необходимо стремиться к максимальному ее снижению. Кроме того, сила резания влияет на точность и шероховатость обработанной поверхности. Исходя из этого глубину резания следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить необходимые параметры обрабатываемой поверхности и полностью реализовать технологические возможности станка по его мощности. Поэтому припуску при обработке заготовок на строгальных станках разделяется на несколько проходов для обеспечения заданных размеров и качества обработки. Глубина резания в зависимости от вида обработки выбирается обычно в пределах: для черновой и получистовой обработки – от 1,0 до 2,0 мм, а при чистовой – 0,2... 1,0 мм.

Помимо рационального определения режимов обработки, весьма важным является правильное определение величины врезания и перебега инструмента при обработке заготовок.

Врезание – это расстояние, на которое отходит резец от заготовки при его обратном ходе, т.е. расстояние между режущей кромкой инструмента и задней поверхностью заготовки. Оно не должно быть более $2/3$ высоты головки резца.

Перебег – это расстояние, на которое резец выходит за пределы заготовки в конце его рабочего хода; оно также не должно превышать $2/3$ высоты резца.

*Порядок и правила выполнения работ
на поперечно-строгальном станке*

1. Устанавливают заготовку непосредственно на поверхности стола, закрепляя ее прижимами, причем при установке заготовки на магнитной плите ее поверхность должна перекрывать не менее двух полюсов электромагнита, а при установке заготовки в машинных тисках необходимо использовать плоскопараллельные прокладки.

При всех вариантах установки базовая поверхность заготовки и опорные поверхности стола, магнитной плиты и плоскопараллельных прокладок должны быть тщательно очищены от пыли и грязи, чтобы исключить перекос заготовки.

2. Осуществляют установку резца в резцедержателе. Резец следует установить в резцедержателе так, чтобы его вылет был минимальным.

3. Проводят наладку станка на длину двойного хода (рис. 6.43) с помощью кривошипно-шатунного механизма:

- вращают вручную вал 1, при этом вращение через зубчатые колеса 5 и 6 передается винту 4;

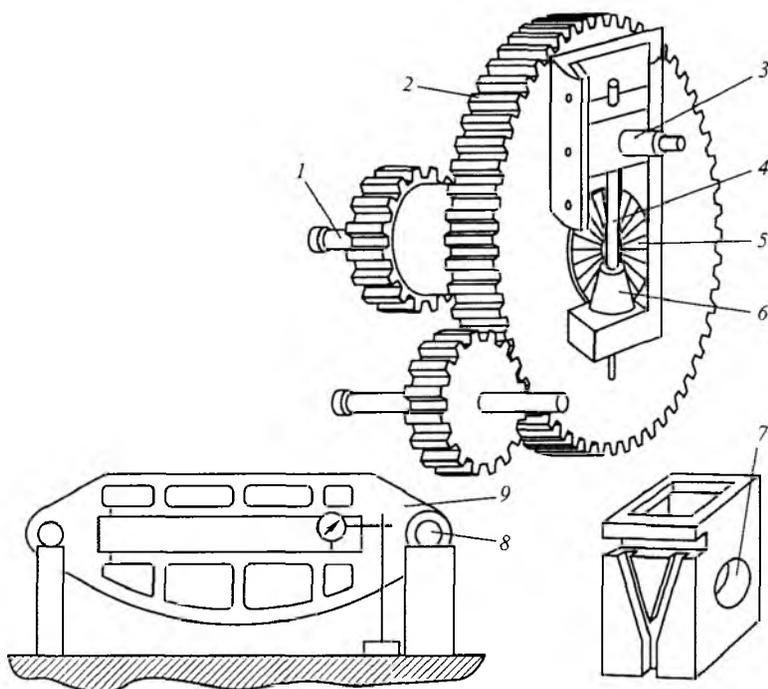


Рис. 6.43. Наладка механизма качающейся кулисы:

1 – вал; 2 – кулисное колесо; 3, 8 – оси; 4 – винт; 5, 6 – зубчатые колеса; 7 – кулисный камень; 9 – кулиса

- винт 4 перемещает ползушку с осью 3 по направляющим кулисного колеса 2;

- кулисный камень 7, установленный на оси 3, перемещается в пазу кулисы 9, заставляя ее совершать качательное движение относительно оси 8. Кулиса соединена с ползуном станка и заставляет его совершать возвратно-поступательные движения. Длина хода ползуна прямо пропорциональна расстоянию от оси 3 ползушки до оси вращения кулисного колеса 2.

При установке длины хода ползуна следует учитывать длину заготовки, подлежащей обработке, а также величину врезания и перебега резца, которые составляют не более 2/3 высоты резца каждое.

4. Производят наладку станка на автоматическую поперечную подачу (рис. 6.44) с помощью храпового механизма:

- на храповом колесе 3 при помощи щитка перекрывают часть зубьев (от 1 до 10), что позволяет регулировать поперечную подачу в пределах от 0,33 до 3,3 мм на двойной ход стола;

- собачка 4 проскальзывает по щитку при прямом ходе, а при обратном – входит в зацепление с открытыми зубьями, заставляя поворачиваться храповое колесо, установленное на винте 2 горизонтальной подачи, при этом стол перемещается в поперечном направлении;

- собачка 4 установлена на рычаге 1, который получает качательное движение от кривошипного зубчатого колеса 7 через тягу 5. Кривошипное зубчатое колесо 7 получает вращательное движение от зубчатого колеса 6, установленного на одной оси с кулисным колесом.

При этом величина поперечной подачи определяется по формуле $S = at/z$, где a – число зубьев храпового колеса, захваченных со-

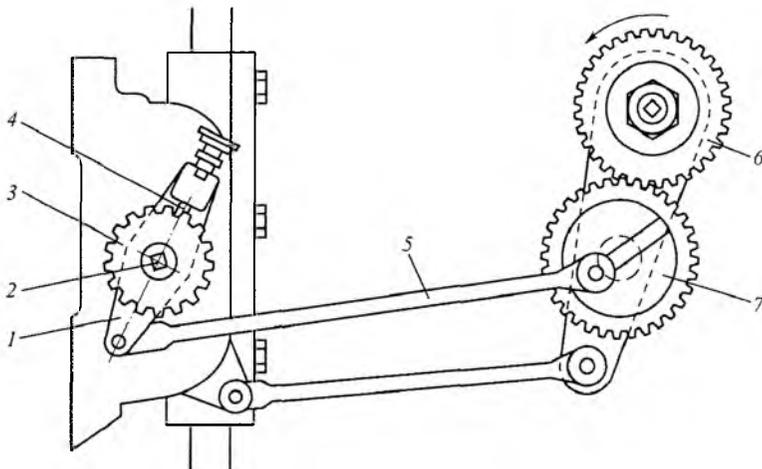


Рис. 6.44. Наладка храпового механизма:

1 – рычаг; 2 – винт; 3 – храповое колесо; 4 – собачка; 5 – тяга; 6, 7 – зубчатые колеса

Типичные дефекты при строгании, причины их появления и способы предупреждения

Дефект	Причина	Способ предупреждения
Повышенная шероховатость обработанных поверхностей	Затупление резца. Высокая частота двойных ходов. Большая глубина резания	Переточить и заправить резец. Отрегулировать частоту двойных ходов и глубину резания в соответствии с условиями обработки и твердостью обрабатываемого материала
Несоответствие геометрических размеров, формы и взаимного расположения обрабатываемых поверхностей требованиям чертежа	Размеры и форма резца не соответствуют размерам и форме обрабатываемых пазов, уступов и канавок. Попадание грязи на поверхность стола, магнитной плиты или плоскопараллельных прокладок	Подбирать резец, соответствующий по форме и размерам обрабатываемым пазам, канавкам и уступам. Тщательно очищать опорные и базовые поверхности перед закреплением заготовки на станке

бачкой; t – шаг ходового винта поперечной подачи стола; z – число зубьев храпового колеса (общее).

5. Производят наладку станка на глубину резания, которая может осуществляться как вручную, так и автоматически.

В обоих случаях вертикальное перемещение резца осуществляется в конце холостого хода. Ручное изменение глубины резания производят при остановленном ползуне. Автоматическая настройка станка на глубину резания осуществляется так же, как и настройка поперечной подачи, с использованием храпового механизма со щитком и собачкой.

Типичные дефекты при строгании, причины их появления и способы предупреждения приведены в табл. 6.4.

Контрольные вопросы

1. Почему предпочтительнее использовать строгальные резцы с изогнутой головкой?
2. Какие факторы влияют на выбор конструкции строгального резца и выбор материала его рабочей части?
3. Какие виды слесарной обработки можно заменить строганием и почему?

ОГЛАВЛЕНИЕ

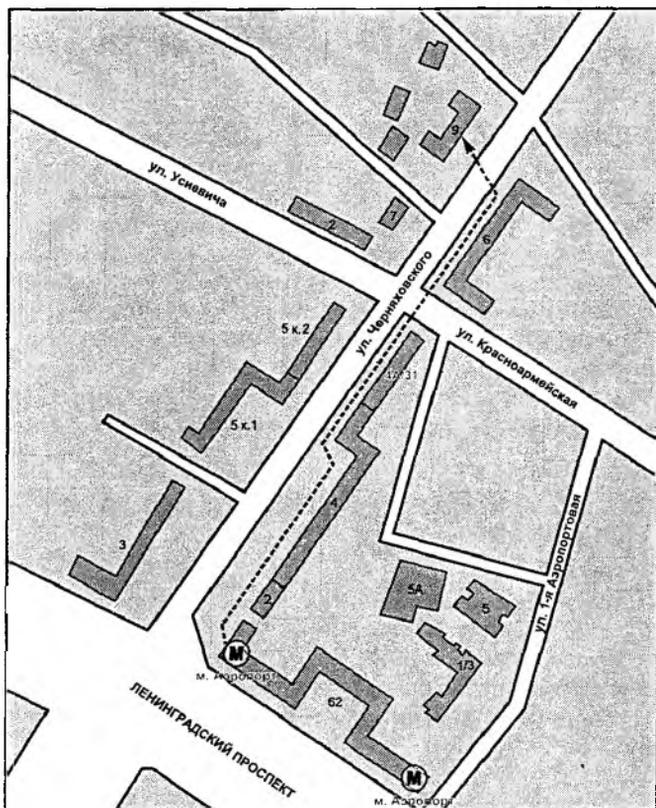
Предисловие	3
Глава 1. Введение в профессию	5
1.1. Роль и место слесарных работ в промышленном производстве	5
1.2. Рабочее место слесаря	6
1.3. Контрольно-измерительные инструменты	12
1.4. Конструкционные и инструментальные материалы	42
1.5. Резание металлов	47
Глава 2. Подготовительные операции слесарной обработки	51
2.1. Разметка	51
2.2. Рубка металла	68
2.3. Правка металла	78
2.4. Гибка металла	85
2.5. Резка метала	94
Глава 3. Размерная слесарная обработка	114
3.1. Опилывание металла	114
3.2. Обработка отверстий	136
3.3. Обработка резьбовых поверхностей	182
Глава 4. Пригоночные операции слесарной обработки	208
4.1. Распиливание и припасовка	208
4.2. Шабрение	211
4.3. Притирка и доводка	225
Глава 5. Сборка неразъемных соединений	235
5.1. Паяние металлов	235
5.2. Лужение	246
5.3. Склеивание	249
5.4. Клепка	255
Глава 6. Обработка на металлорежущих станках	267
6.1. Токарно-винторезные станки	267
6.2. Консольно-фрезерные станки и работы, выполняемые на них	285
6.3. Плоскошлифовальные станки и работы, выполняемые на них	301
6.4. Поперечно-строгальные станки и работы, выполняемые на них	310

Книги издательства в розницу можно приобрести в магазине по адресу:

Москва, ул. Черняховского, 9 (в здании Института развития профессионального образования).

Часы работы: понедельник — пятница с 10.00 до 19.00.

Тел.: (095) 152-2271, факс: 152-1878.



Отдел оптовой торговли:

1. Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223.
Тел./факс: (095) 330-1092, 334-8337.
E-mail: academph@online.ru
2. Москва, ул. 2-я Фрезерная, 14, к. 402.
Тел./факс: (095) 234-0855, 273-1608.
E-mail: academia@rol.ru

Издательство имеет возможность отправлять заказанную литературу железнодорожными контейнерами, почтово-багажными вагонами и почтовыми отправлениями.



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ! ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АКАДЕМИЯ»

ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ
СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:

Л. И. ВЕРЕИНА

СПРАВОЧНИК ТОКАРЯ

Объем 448 с.

Рассмотрены токарная обработка, токарные станки и шлифование. Уделено внимание особенностям обработки на токарно-револьверных, токарно-затыловочных, токарно-карусельных станках и токарных станках с числовым программным управлением. Даны сведения о правильной организации рабочего места токаря. Приведена литература, необходимая для самостоятельного повышения квалификации токаря до 5—6-го разрядов.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования и студентов средних профессиональных учебных заведений.

С. А. ЗАЙЦЕВ, А. Н. ТОЛСТОВ, А. Д. КУРАНОВ

ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Объем 240 с.

Изложены основы взаимозаменяемости деталей. Рассмотрены допуски и посадки гладких элементов деталей, а также наиболее часто встречающихся соединений. Рассмотрены средства измерения и контроля деталей и соединений.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования.

С. А. ЗАЙЦЕВ, Д. Д. ГРИБАНОВ, А. Н. ТОЛСТОВ и др.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Объем 464 с.

Рассмотрены классификация и принципиальные схемы современных средств измерения и контроля, применяющихся в машиностроении, а также принципы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, методы обеспечения точности измерения и контроля и общие метрологические характеристики средств измерения. Приведены основные положения теории измерений, необходимые сведения по оптимальному выбору средств измерения и контроля, а также принципы контроля качества изделия на всех этапах его жизненного цикла.

Для учащихся учреждений начального профессионального образования.