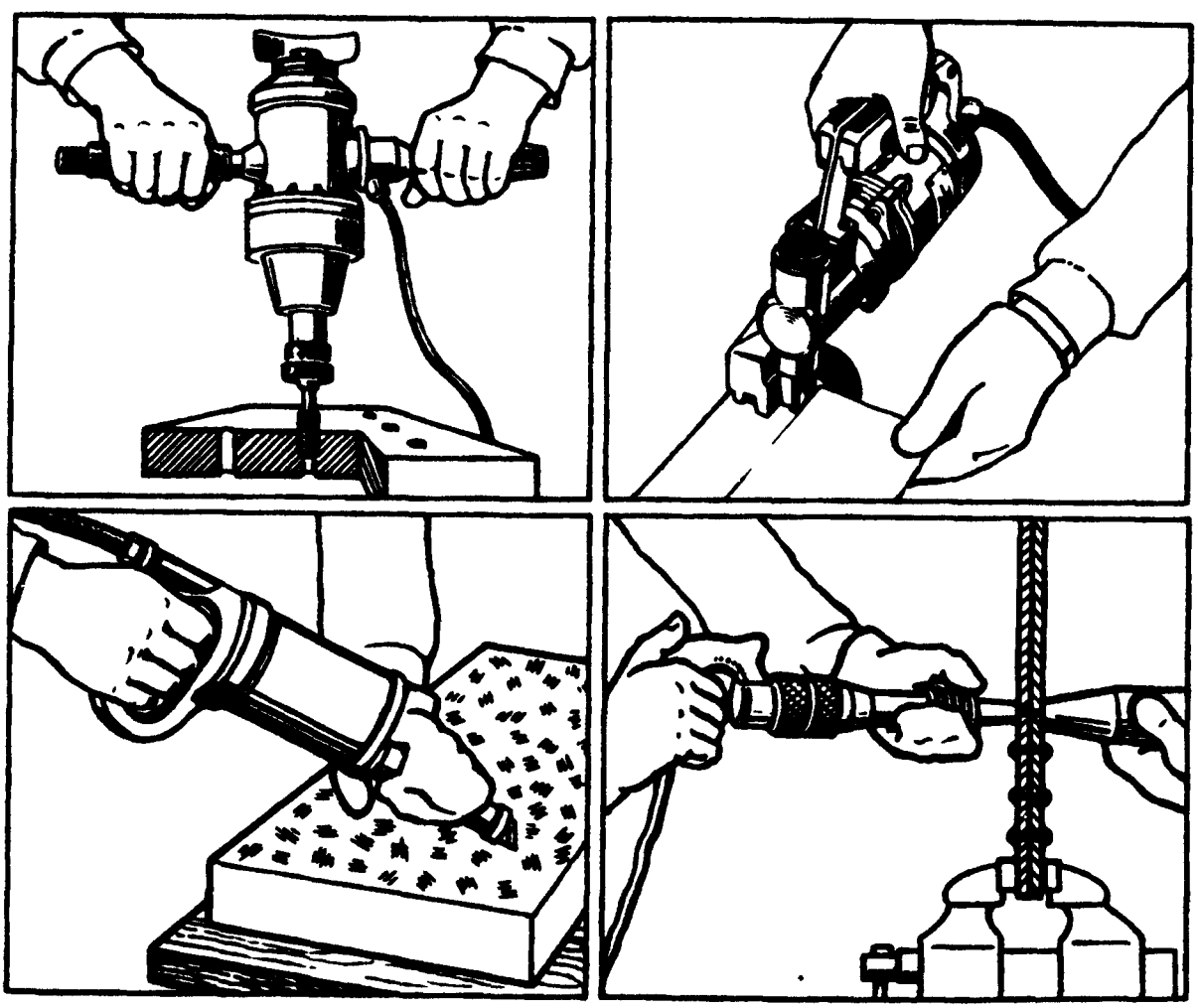
Н. И. Макиенко

ОБЩИЙ КУРС СЛЕСАРНОГО ДЕЛА



ББК 34.671
М15
УДК 683.3

Рецензент – Б.С. Покровский (СПТУ 199, г. Москва)

Макиенко Н.И.

М15 Общий курс слесарного дела: Учеб. для ПТУ. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1989. – 335 с.: ил.

ISBN 5–06–000324–8

Описаны оборудование, инструменты и приспособления, приемы выполнения слесарных операций. Даны сведения о видах, причинах возникновения и способах предотвращения брака, организации рабочего места, безопасности труда и противопожарных мероприятиях.

В 3-е издание (2-е – в 1984 г.) внесены исправления.

Учебник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

М $\frac{2704080000\,(4307000000) - 117}{052\,(01) - 89}$ 78 – 89

ББК 34.671
604.7

ISBN 5–06–000324–8

© Издательство "Высшая школа", 1980
© Издательство "Высшая школа", 1989, с изменениями

ВВЕДЕНИЕ

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года выдвинута важнейшая задача неуклонного роста производительности труда на базе широкого внедрения новой техники и прогрессивной технологии – задача интенсификации производства. Внедрение в производство принципиально новых технологических систем и техники последних поколений в первую очередь касается машиностроительного комплекса, коренной реконструкции и опережающему развитию которого отводится основная роль в экономической стратегии КПСС. Выпуск продукции машиностроения и металлообработки в двенадцатой пятилетке предполагается увеличить на 40–45 процентов преимущественно за счет интенсификации производства.

Для перевооружения машиностроения и металлообрабатывающей промышленности требуется резко увеличить производство современных станков и другого прогрессивного технологического оборудования. Ключевым направлением развития машиностроения является создание гибких автоматизированных производств, роторных и роторно-конвейерных линий, применение вычислительной техники, систем автоматизированного проектирования, машин и оборудования со встроенными средствами микропроцессорной техники, многооперационных станков с числовым программным управлением.

Внедрение в промышленность, строительство и сельское хозяйство новой техники требует высокой квалификации рабочих, способных освоить и полностью использовать все виды технического оснащения. Становясь физически более легким, труд постепенно начинает приобретать все более творческий характер, требует обширных знаний. Например, чтобы успешно осуществлять регулирование, ремонт, наладку и подналадку сложного оборудования, нужно хорошо знать его конструкцию; чтобы осмыслить характер протекания каких-либо процессов, необходимо иметь знания в области механики, электротехники, электроники и др. Современный рабочий должен знать принципы действия автоматических систем, чтобы управлять ими, а также уметь производить расчеты, разбираться в чертежах и другой технической документации. В последнее время непрерывно растет потребность в рабочих, имеющих высокую квалификацию и владеющих профессиями широкого профиля, например, такими как слесарь механосборочных работ, разметчик,

контролер станочных и слесарных работ, слесарь по ремонту и наладке промышленного оборудования, слесарь-инструментальщик по штампам и приспособлениям, слесарь-электрик, наладчик автоматических линий и др.

Профессионально-технические училища являются основной школой подготовки для народного хозяйства высококвалифицированных рабочих. Среди рабочих профессий профессия слесаря является одной из самых распространенных. В основу подготовки рабочих-слесарей наряду с теоретическим обучением положено участие в производительном труде. На уроках производственного обучения в учебных мастерских, а затем во время производственной практики на предприятиях учащиеся приобретают навыки и умения выполнять работы по специальности, а на уроках по теории они изучают теоретические основы техники и технологии выполнения работ, предусмотренных квалификационными характеристиками, оборудование, приспособления, инструменты, применяемые при выполнении этих работ, материаловедение, черчение, предмет "Допуски и технические измерения", экономику производства, безопасность труда, техническую эстетику, а также овладевают основами политических и правовых знаний.

Для того чтобы справиться со все возрастающими задачами, выдвигаемыми научно-техническим прогрессом и практикой коммунистического строительства, учащиеся должны много и упорно учиться и работать. Цель настоящего учебника – вооружить их знаниями, необходимыми для получения выбранной профессии.

Глава I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СЛЕСАРНОМ ДЕЛЕ

§ 1. ПРОФЕССИЯ СЛЕСАРЯ

Слесарные работы – это обработка металлов, обычно дополняющая станочную механическую обработку или завершающая изготовление металлических изделий соединением деталей, сборкой машин и механизмов, а также их регулированием. Слесарные работы выполняются с помощью ручного или механизированного слесарного инструмента либо на станках.

Люди научились добывать и обрабатывать металлы в давние времена. Из металла изготовлялись орудия труда (например, топоры, косы, серпы), средства защиты (щиты, мечи и др.), предметы домашнего обихода (котлы, чашки, тазы), украшения и другие изделия.

На протяжении многих лет металлические изделия изготовлялись кузнецами-ремесленниками. Первоначально эта группа ремесленников изготовляла вручную разнообразные металлические изделия, в дальнейшем развитие кузнечного ремесла, появление различных приспособлений, совершенствование орудий производства, применение бронзы и железа привели к разделению труда между кузнецами-ремесленниками. Одни кузнецы выполняли более грубые и крупные работы, например орудия труда, предметы домашнего обихода, а другие – более мелкие и тонкие работы.

В XIV–XV вв. появляется новая отрасль кузнечного производства – холодная ковка металла, т.е. окончательная его обработка без нагрева, а вместе с ней – и слесарное ремесло. Наиболее типичными представителями этой отрасли были замочники – мастера по изготовлению замков. В начале XVIII в. замочников называли "шлоссерами" (замок по-немецки der Schloss). Со временем иностранное слово приобрело более широкий смысл. Так возникло название "слесарь".

Образцы оружия, орудий труда, различных механизмов (замков, часов, машин) и других изделий поражают нас сложностью обработки, тщательностью отделки, свидетельствуя о том, что холодная обработка металла, искусство резать металл вручную были широко распространены несколько столетий назад. Развитие техники многим обязано талантливым русским людям. Эти "умельцы", как их тогда называли в народе, были разносторонне развитыми людьми, которые самостоятельно решали сложные технологические задачи. Особенно своим мастерством слави-

контролер станочных и слесарных работ, слесарь по ремонту и наладке промышленного оборудования, слесарь-инструментальщик по штампам и приспособлениям, слесарь-электрик, наладчик автоматических линий и др.

Профессионально-технические училища являются основной школой подготовки для народного хозяйства высококвалифицированных рабочих. Среди рабочих профессий профессия слесаря является одной из самых распространенных. В основу подготовки рабочих-слесарей наряду с теоретическим обучением положено участие в производительном труде. На уроках производственного обучения в учебных мастерских, а затем во время производственной практики на предприятиях учащиеся приобретают навыки и умения выполнять работы по специальности, а на уроках по теории они изучают теоретические основы техники и технологии выполнения работ, предусмотренных квалификационными характеристиками, оборудование, приспособления, инструменты, применяемые при выполнении этих работ, материаловедение, черчение, предмет "Допуски и технические измерения", экономику производства, безопасность труда, техническую эстетику, а также овладевают основами политических и правовых знаний.

Для того чтобы справиться со все возрастающими задачами, выдвигаемыми научно-техническим прогрессом и практикой коммунистического строительства, учащиеся должны много и упорно учиться и работать. Цель настоящего учебника — вооружить их знаниями, необходимыми для получения выбранной профессии.

он производит ремонт и монтаж станков, изготовляет приспособления. Слесарь, работающий на предприятии единичного производства, должен иметь широкий профиль – уметь выполнять работу шлифовщика, токаря, фрезеровщика и т. п.

На предприятиях серийного производства, где изготовляют однородные детали большими партиями, повышается точность механической обработки и соответственно уменьшается объем слесарных работ, но слесарь выполняет ручные работы, которые не могут быть выполнены машиной.

Труд слесаря продолжает оставаться необходимым и на предприятиях массового производства, где однородная продукция выпускается в больших количествах и продолжительное время (год, два и более).

Ручная слесарная обработка менее производительна, чем механическая (на станках), и требует больших физических усилий рабочего. Поэтому там, где это возможно, ручную обработку заменяют механической.

Рабочего высокой квалификации характеризуют культура труда, профессиональная этика, высокие производительность труда и качество продукции.

§ 3. КУЛЬТУРА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

Культура труда рассматривается как умение и привычка рационально планировать, организовывать и контролировать свою работу. В сфере конкретной трудовой деятельности рабочего общие принципы Морального кодекса строителя коммунизма дополняются такими характерными для культуры социалистического труда и профессиональной этики гуманными началами, как любовь к своему делу, верность профессиональному долгу и трудовым традициям рабочего класса нашей страны.

Производительность труда – плодотворность, продуктивность производственной деятельности людей. Производительность труда измеряется количеством продукции, произведенной работником в сфере материального производства за единицу рабочего времени (час, смену, месяц, год), или количеством времени, которое затрачено на производство единицы продукции.

Одним из важных условий повышения производительности труда является устранение причин, ведущих к потере рабочего времени. Работа должна быть организована так, чтобы каждая минута рабочего времени была использована с максимальной эффективностью. Для этого требуется организованность и самодисциплина.

Качество продукции – совокупность свойств продукции, удовлетворяющих определенным потребностям в соответствии с ее назначением. Качество продукции определяется при одновременном рассмотрении и оценке технических, эксплуатационных, конструкторских, технологических параметров, норм надежности и долговечности, художественно-эстетических свойств и экономических показателей (стоимость произ-

водства и эксплуатации). Показатели качества продукции устанавливаются соответствующими ГОСТами.

Надежность – свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Надежность в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации включает в себя безотказность, долговечность, сохраняемость и ремонтопригодность.

Долговечность – способность изделия сохранять свои свойства (производительность, безотказность, точность и т. п.) в заданных пределах длительное время. Показателем долговечности может быть ресурс времени или объем работы при установленной загрузке.

На качество работы влияют оптимальный темп (степень скорости) и ритм (чередование). Как при заниженных, так и завышенных темпах работы ослабляется внимание, снижаются качество работы, точность движений. При определении ритма работы слесаря учитывают, что операции, требующие концентрации внимания, не должны чередоваться с операциями, в которых применяются быстрые движения.

Глава II. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА СЛЕСАРЯ

§ 4. НАУЧНАЯ ОРГНИЗАЦИЯ ТРУДА

Общие положения. Вопросы научной организации труда (НОТ) на производстве, являясь необходимым элементом и составной частью технического прогресса, все шире и глубже проникают в жизнь предприятий. Это связано с особенностями современного производства, прежде всего с характером широко применяемых ныне технических средств.

Для успешного выполнения производственных заданий недостаточно располагать современными оборудованием, механизмами, приспособлениями, инструментами и квалифицированными рабочими – нужно соответствующим образом организовать труд. Решению этих задач и способствует научная организация труда.

В современных условиях научной считается такая организация труда, которая основывается на достижениях науки и передовом опыте, систематически внедряемых в производство, позволяет наилучшим образом соединить технику и людей в едином производственном процессе, обеспечивает наиболее эффективное использование материальных и трудовых ресурсов, непрерывное повышение производительности труда, способствует сохранению здоровья работника, постепенному превращению труда в первую жизненную потребность и получению морального удовлетворения от него.

Научное обоснование любого решения по организации рабочих мест, рационализации трудового процесса в современных условиях становится необходимостью.

Окружающая рабочего изо дня в день производственная обстановка оказывает на него и его работу большое влияние. Она может вызвать подъем настроения, активность, желание лучше и больше работать или,

наоборот, равнодушие, безразличие и даже уныние, пассивность и нежелание трудиться. Следовательно, нельзя недооценивать производственную обстановку, необходимо правильно использовать этот резерв улучшения качества работы и повышения производительности труда.

Научная организация труда включает в себя такие элементы, как оборудование учебных мастерских, организация рабочих мест (планировка, освещение) и трудового процесса (рабочая поза, рабочие движения и их элементы), разработка режима труда (темп, ритм), создание оптимальных санитарно-гигиенических (микроклимат, шум, вибрации, освещенность, личная гигиена) и эстетических (цвет окраски, одежда, музыка) условий труда, противопожарные мероприятия и обеспечение безопасности труда.

Оборудование слесарных мастерских. В слесарных мастерских и на участках располагается оборудование индивидуального и общего пользования. К оборудованию индивидуального пользования относятся верстаки с тисками. К оборудованию общего пользования относятся: сверлильные и простые заточные станки (точильно-шлифовальные); опиловочно-зачистные станки; поверочные и разметочные плиты; винтовой пресс; ножовочный станок; рычажные ножницы; плиты для правки и др. Для размещения заготовок и деталей, приспособлений и инструментов, вспомогательных материалов имеются групповые инструментальные шкафы, стеллажи, столы, тара для заготовок (деталей) и стружки.

Слесарный верстак является одним из основных видов оборудования рабочего места для выполнения ручных работ и представляет собой специальный стол, на котором выполняют слесарные работы. Он должен быть прочным и устойчивым. Каркас верстака – сварной конструкции из чугунных или стальных труб, стального профиля (уголка). Крышку (столешницу) верстака изготовляют из досок толщиной 50...60 мм (из твердых пород дерева). Столешницу в зависимости от характера выполняемых на верстаке работ покрывают листовой сталью толщиной 1...2 мм, линолеумом или фанерой, а кругом окантовывают бортиком, чтобы с нее не скатывались детали.

Под столешницей верстака находятся выдвижные ящики (не менее двух), разделенные на ряд ячеек для хранения в определенном порядке инструментов, мелких деталей и документации.

Слесарные верстаки бывают одно- и многоместными. Одноместные (рис. 1, *а*) имеют длину 1000...1200 мм, ширину 700...800 мм, высоту 800...900 мм; а многоместные – длину в зависимости от числа работающих, а ширину и высоту – те же, что и одноместные верстаки. Наиболее удобны и более широко применяются одноместные верстаки.

Многоместные слесарные верстаки (рис. 1, *б*) имеют существенный недостаток: когда один рабочий выполняет точные работы (разметку, опиливание, шабрение), а другой в это время производит рубку или клепку, то в результате вибрации верстака нарушается точность работ, выполняемых первым рабочим.

Слесарный верстак (см. рис. 1, *а*), применяемый на заводах, состоит из металлического каркаса *1*, верстачной доски (столешницы) *2*, защит-

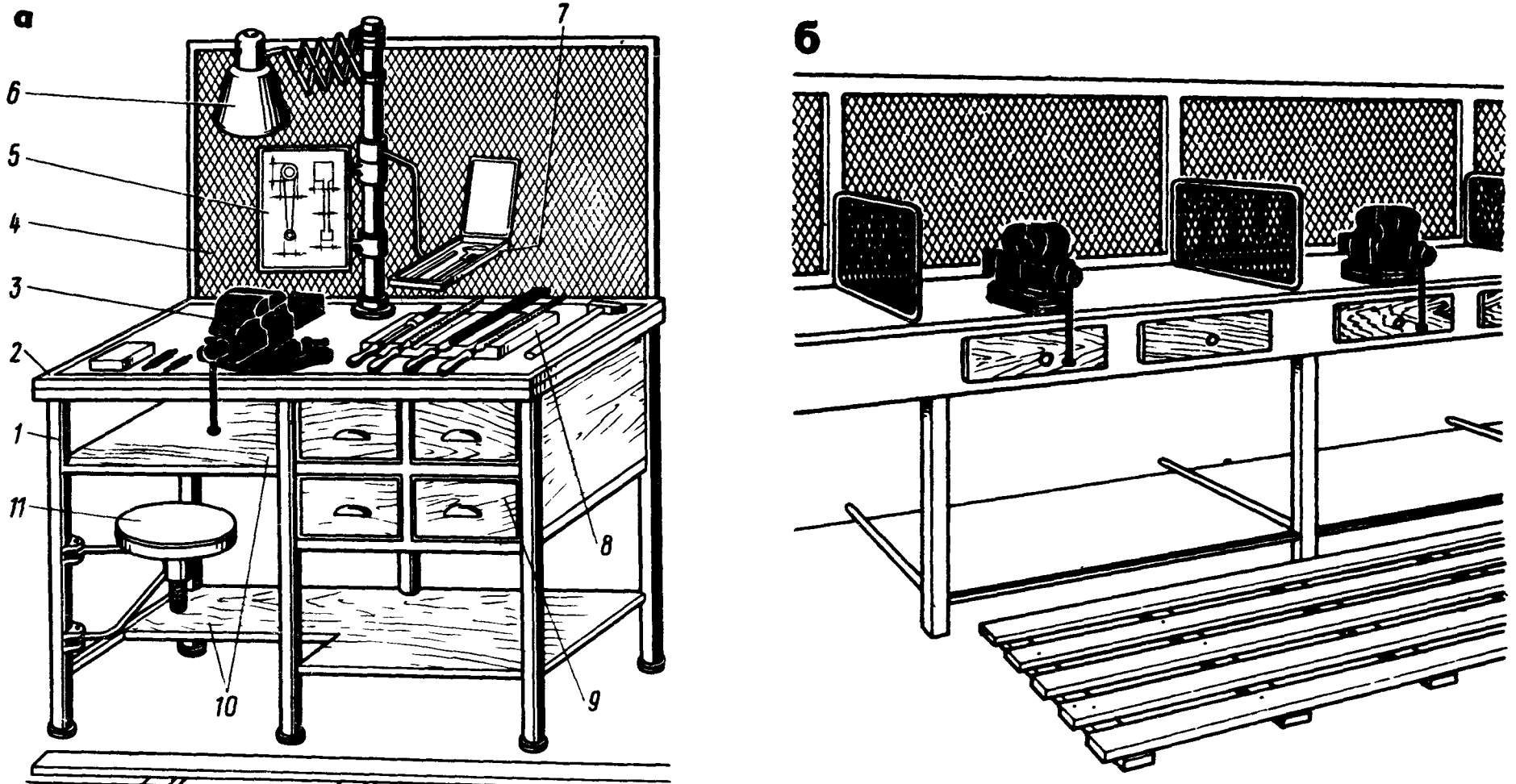


Рис. 1. Слесарные верстаки с поворотными тисками:
а – одноместный, *б* – многоместный; *1* – каркас, *2* – столешница, *3* – тиски, *4* – защитный экран, *5* – планшет для чертежей, *6* – светильник, *7* – полочка для инструмента, *8* – планшет для рабочего инструмента, *9* – ящики, *10* – полки, *11* – сиденье

ного экрана (металлическая сетка с очень мелкой ячейкой или органическое стекло) *4*. На верстаке располагают тиски *3* с параллельными губками, планшет *5* для размещения чертежей, светильник *6*, кронштейн с полочкой *7* для измерительного инструмента, планшет *8* для рабочего инструмента.

Под столешницей имеются четыре ящика *9* с отделениями для хранения инструмента и две полки *10* для хранения деталей и заготовок. К ножке верстака крепится откидное сиденье *11*.

Широко применяют в мастерских профтехучилищ верстак, исключающий применение подставок и допускающий регулирование подъема тисков на нужную высоту (рис. 2). В каркасе *2* этого верстака прочно закреплена специальная гайка *3* с резьбой, внутрь которой входит стальной хвостовик. Тиски поднимают, вращая рукой надетый на винт *1* маховичок *8*.

Верстак снабжен защитным экраном *5* из металлической сетки высотой 1 м с ячейками не более 3 мм или органического стекла, полочкой *4* для измерительного инструмента, планшетами *6* для рабочего инструмента, которые вместе с инструментом укладываются в ящик. Деревянная столешница верстака вместо бортиков окантована рамкой *7* из алюминиевого уголка.

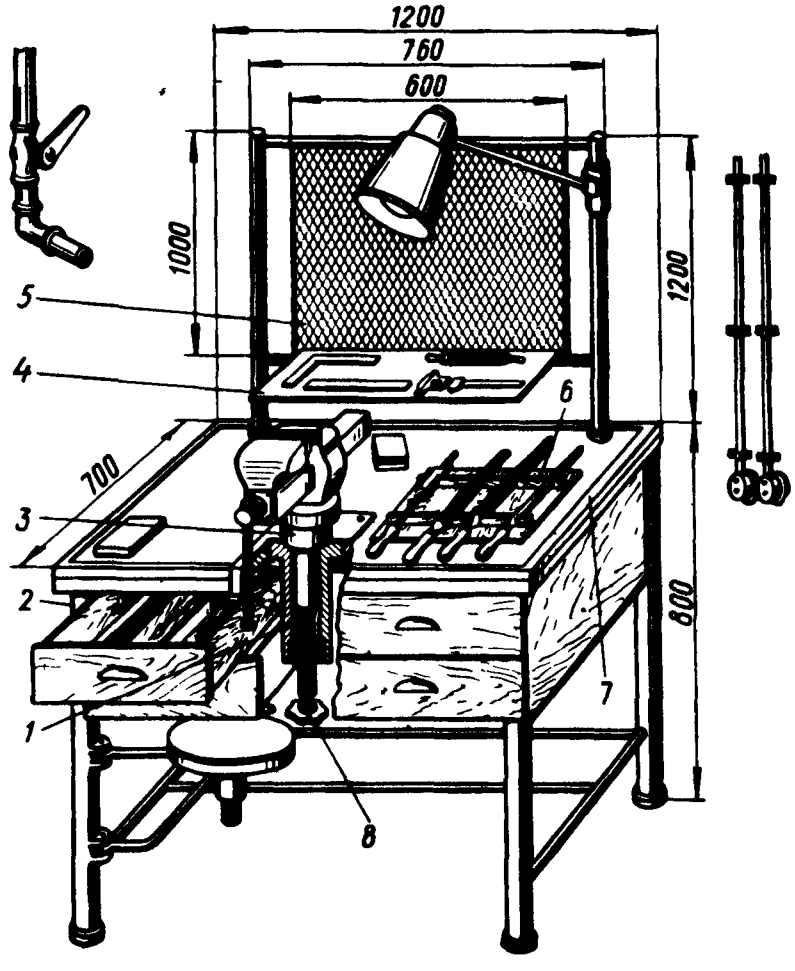


Рис. 2. Слесарный одноместный верстак с поворотными тисками, регулируемыми по высоте

Заслуживает внимания планшет-кассета, представляющая собой рамку, одна часть которой закрыта прозрачным оргстеклом, а обратная — крышкой-задвижкой. В планшет закладывают чертежи по ряду заданий; устанавливают его в планку с пазом вертикально или горизонтально.

Применение планшета-кассеты позволяет пользоваться несколькими чертежами, не требует картона для наклейки, покрытия чертежа защитным слоем и, кроме того, позволяет долгое время сохранять чертежи чистыми.

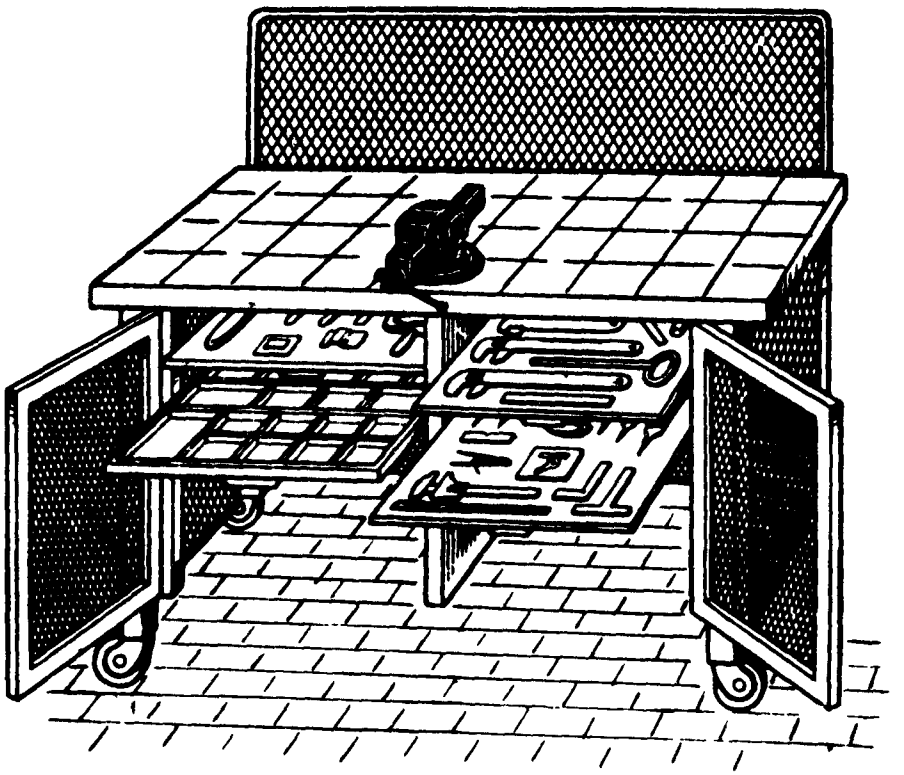


Рис. 3. Передвижной верстак

Для работы механизированным инструментом к верстаку подводятся силовая электрическая линия и магистраль сжатого воздуха.

Для выполнения слесарных работ непосредственно у машин широко применяют передвижные (на роликах) верстаки (рис. 3). Когда слесарю приходится перемещаться по фронту работы, он пользуется таким верстаком.

При выполнении слесарных работ часто находят применение ящики с набором слесарного инструмента (рис. 4), а также инструментальные мягкие сумки (рис. 5).

Слесарные тиски представляют собой зажимные приспособления для удерживания обрабатываемой детали в нужном положении. В зависимости от характера работы применяют стуловые, с параллельными губками и ручные тиски.

Стуловые тиски получили свое название от способа крепления их на деревянном основании в виде стула, в дальнейшем они были приспособлены для закрепления на верстаках. Изготовляют их из кова-

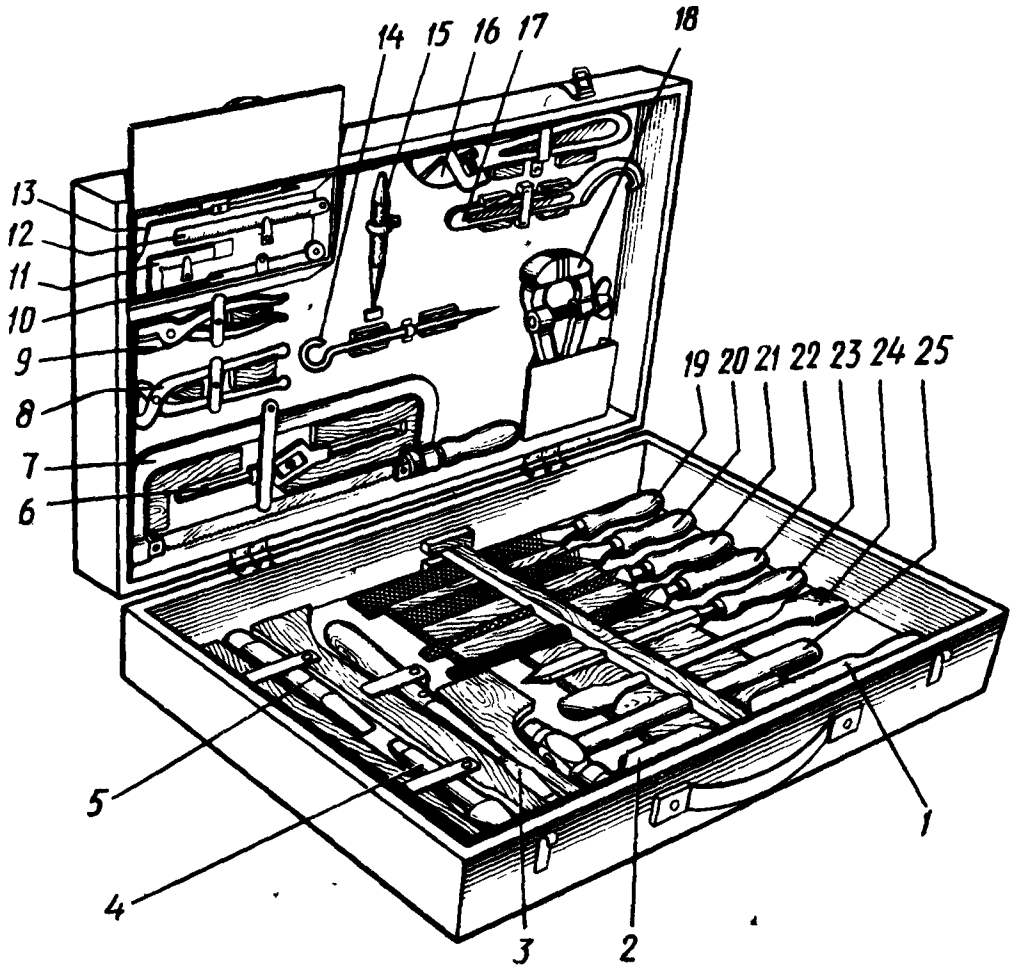


Рис. 4. Ящик с набором слесарных инструментов:
1 – щетка, *2* – скребок для очистки напильников, *3* – отвертка, *4* – крейцмейсель, *5* – зубило, *6* – клупп, *7* – ножовка, *8* – клещи, *9* – плоскогубцы, *10* – разметочный циркуль, *11* – угольник 90°, *12* – линейка, *13* – штангенциркуль, *14* – чертилка, *15* – кернер, *16* – раздвижной ключ, *17* – накидной ключ для круглых гаек, *18* – ручные тиски, *19* – плоский драчевый напильник, *20, 22* – плоский и круглый личные напильники, *21* – трехгранный напильник, *23, 24* – шаберы, *25* – молоток

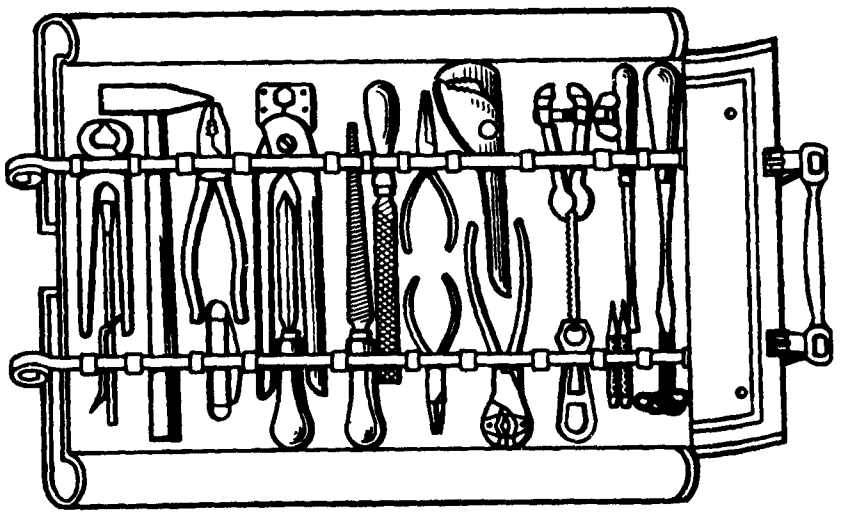


Рис. 5. Инструментальная сумка (мягкая)

ной стали с шириной губок 100 мм; наибольшее раскрытие губок 90, 130, 150 и 180 мм. Стуловые тиски состоят из подвижной *4* (рис. 6, *а*) и неподвижной *5* губок. На конце неподвижной части находится лапа *7* для крепления тисков к столу, а ее удлиненный стержень *8* заделывают в деревянное основание и зажимают скобой. Губки сдвигаются вращением рычага *1* винта *3*, имеющего прямоугольную резьбу, а раздвигаются с помощью плоской пружины *2* при вывинчивании из втулки гайки *6* винта *3*.

Преимуществами стуловых тисков являются простота конструкции и высокая прочность, а недостаток заключается в том, что рабочие поверхности губок не во всех положениях параллельны друг другу, вследствие чего при зажиме узкие обрабатываемые предметы захватываются только верхними краями губок (рис. 6, *б*), а широкие – только нижними (рис. 6, *в*), что не обеспечивает прочности закрепления. Кроме того, губки тисков при зажиме врезаются в деталь, образуя на ее поверхности вмятины.

Стуловые тиски применяют редко и только для выполнения грубых тяжелых работ, связанных с применением ударной нагрузки, – при рубке, клепке, гибке и пр.

Тиски с параллельными губками и ручным приводом выпускают трех типов: I – поворотные, II – неповоротные, III – инструментальные со свободным ходом передней губки.

Поворотные тиски с параллельными губками (рис. 7) могут поворачиваться на угол не менее 60°. В корпусе неподвижной губки *9* тисков имеется сквозной прямоугольный вырез, в ко-

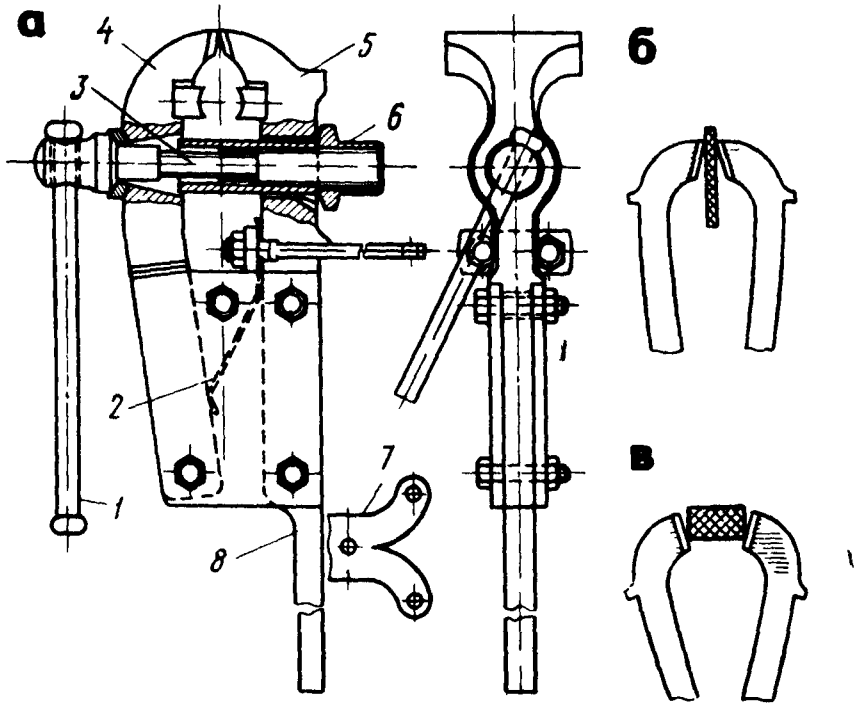


Рис. 6. Стуловые тиски:
а – устройство, *б, в* – зажим соответственно верхними и нижними краями губок

торый помещена гайка *10* зажимного винта. В вырез входит прямоугольный со сквозным отверстием призматический хвостовик подвижной губки *7*. Зажимный винт *11*, пропущенный через отверстие корпуса подвижной губки, закреплен стопорной планкой *6*. При вращении в ту или другую сторону с помощью рычага *5* винт *11* будет ввинчиваться в гайку *10* или вывинчиваться из нее и соответственно перемещать подвижную губку *7*, которая, приближаясь к неподвижной губке *9*, будет зажимать обрабатываемый предмет, а удаляясь – освобождать.

Неподвижная губка тисков соединена с основанием *3* центровым болтом, вокруг которого и осуществляется необходимый поворот поворотной части *4* (не менее 60° в каждую сторону). Поворотную часть *4* тисков закрепляют в требуемом положении с помощью рукоятки *2* болтом *1*.

Корпус тисков с параллельными губками изготовляют из серого чугуна. Для увеличения срока службы тисков к рабочим частям губок прикрепляют винтами стальные (из инструментальной стали У8) пластины *8* с сетчатой насечкой. При зажиме в тисках на обрабатываемых предметах могут появляться вмятины от насечки закаленных пластин губок. Поэтому для зажима обработанной чистовой поверхности детали (изделия) рабочие части губок тисков закрывают накладными пластинами ("нагубниками"), изготовленными из мягкой стали, латуни, меди, алюминия, кожи и др.

Размеры слесарных тисков определяются шириной их губок, которая для поворотных тисков составляет 80 и 140 мм с наибольшим раскрытием губок 95 и 180 мм.

Неповоротные тиски с параллельными губками (рис. 8) имеют основание *6*, с помощью которого они крепятся болтами к крышке верстака, неподвижную губку *4* и подвижную *2*. Для увеличения срока службы рабочие части губок *4* и *2* делают сменными в виде призматических пластинок *3* с сетчатой насечкой из инструментальной стали У8 и прикрепляют к губкам винтами. Подвижная губка *2* перемещается своим хвостовиком в прямоугольном вырезе неподвижной губки *4* вращением винта *5* в гайке *7* с помощью рычага *1*. От осевого перемещения в подвижной губке зажимный винт *5* удерживается

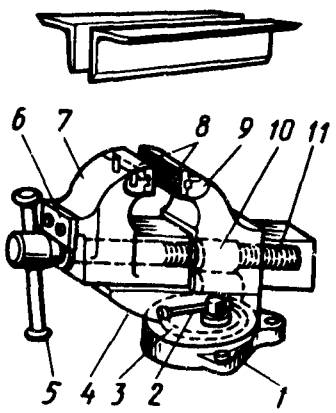


Рис. 7. Слесарные поворотные тиски с ручным приводом

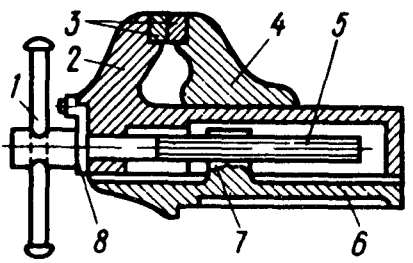


Рис. 8. Слесарные неповоротные тиски с ручным приводом

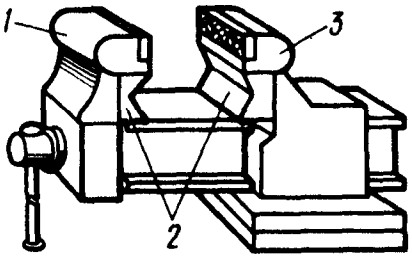


Рис. 9. Слесарные тиски с дополнительными губками для труб: *1, 3* – подвижная и неподвижная губки, *2* – призматические вырезы

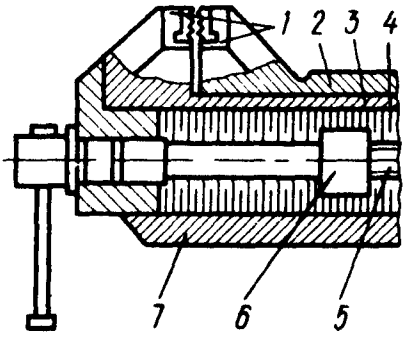


Рис. 10. Слесарные тиски со свободным ходом

стопорной планкой *8*. Ширина губок неповоротных тисков – 80 и 140 мм с наибольшим раскрытием губок 95 и 180 мм.

Тиски с дополнительными губками для труб (рис. 9) кроме общего назначения могут быть использованы для закрепления труб благодаря дополнительному призматическому вырезу. Наибольшие диаметры зажимаемых труб составляют 60, 70 и 140 мм.

Несмотря на достоинство тисков с параллельными губками, заключающееся в прочном креплении к верстаку, они имеют недостаток – малую прочность губок. Поэтому для тяжелых работ эти тиски непригодны.

Тиски со свободным ходом (рис. 10) обеспечивают удобство и быстроту установки деталей. Тиски к верстаку прижимает плита *7*. Под внутренней неподвижной губкой *2* расположена подвижная губка *3*, а между ней и плитой – две зубчатые рейки *4*, в зацеплении с которыми находится зубчатое колесо *6*, выполненное в виде гайки и установленное на винте *5*.

Слесарь, поворачивая рукоятку влево, выводит гайку из зацепления с рейками и, потянув рычаг на себя, освобождает подвижную губку. Так легко и просто устанавливается необходимый зазор между сменными щечками *1*. Чтобы зажать деталь, нужно проделать эту несложную операцию в обратном порядке.

Пневматические тиски обеспечивают без применения физической силы быстрый и надежный зажим деталей с постоянным усилием. Время зажима 2...3 с, а усилие – 300 Н. Пневматические тиски (рис. 11) состоят из основания *1*, поворотной части *2*, закрепленной в нужном положении болтами *3*, подвижной губки *4*, помещенной в пазу поворотной части *2*, и неподвижной губки *5*, скрепленной с этой поворотной частью. Внутри поворотной части *2* перемещается каретка *6*, соединенная ходовым винтом *7* с подвижной губкой *4*. Ходовой винт позволяет изменять расстояние между обеими губками тисков. В том случае, когда воздух не поступает в тиски, их губки под действием пружины *8* находятся в крайнем раздвинутом положении. Когда же сжатый воздух под давлением 500...600 кПа поступает в камеру тисков, шток *9* опускается и поворачивает находящийся в каретке рычаг *10*, который нажимает на каретку своим коротким плечом через толкатель *11* и тянет подвиж-

ную губку, зажимающую деталь. Воздушная камера этих тисков образуется стенками основания *1* и резиновой диафрагмой *12*. Воздух через диафрагму давит на опорное кольцо *13* штока и создает рабочее усилие. В тисках зажимают детали размером не свыше 80 мм.

Пневматические тиски с клиновым зажимом (рис. 12) установлены на корпусе *10* пневматической подставки. В последней профрезерован кольцевой Т-образный паз *6*, в который головками входят болты, закрепляющие тиски в нужном положении.

Тиски состоят из подвижной *1* и неподвижной *2* губок, пневматической камеры с резиновой мембраной *9* и нажимным диском *7*, подающего

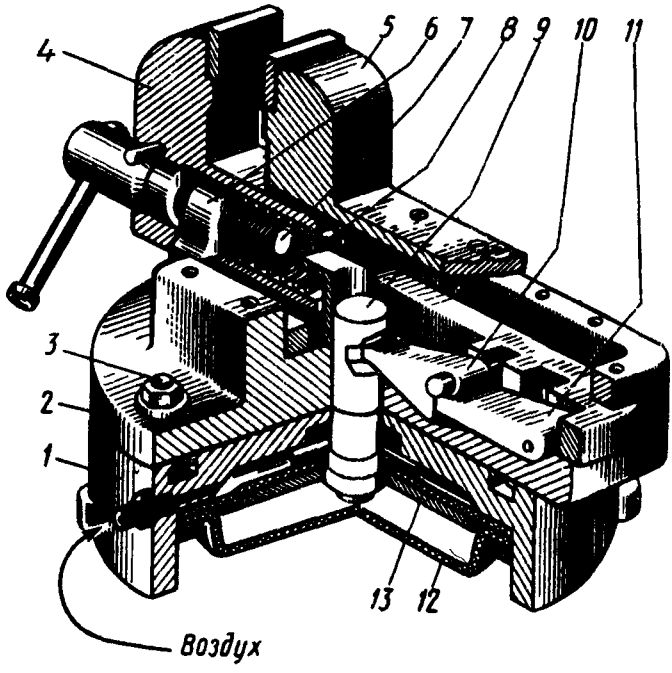


Рис. 11. Слесарные тиски с пневматическим приводом

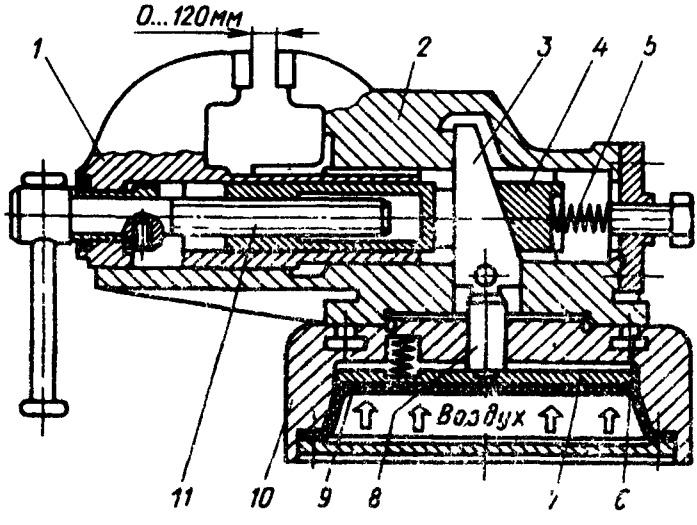


Рис 12 Слесарные пневматические тиски с клиновым зажимом

штока *8* и клиновой передачи, в которую входят клин *3* и фигурная гайка *4*.

Губки тисков раздвигаются вручную винтом *11* на расстояние до 120 мм, а также с помощью пневматического крана; пневматический привод раздвигает губки на 6 мм.

При зажиме детали винтом *11* устанавливают расстояние между губками по размеру детали, после этого подают воздух в пневматическую камеру под мембрану *9*. Воздействуя на мембрану, воздух поднимает вверх нажимный диск *7* с подающим штоком *8* и клином *3*; своим скосом клин перемещает фигурную гайку *4* и зажимный винт *11* с подвижной губкой *1* на 6 мм и закрепляет деталь. Давление в пневматической сети составляет 1,4 МПа, зажимное усилие достигает 20 кН.

Для освобождения детали поворачивают ручку ручного крана или отпускают ножную педаль, в результате чего сжатый воздух из пневматической камеры выходит в атмосферу. Пружина *5* отодвигает фигурную гайку *4* и через винт *11*, перемещая подвижную губку *1*, освобождает деталь.

При работе на тисках нужно соблюдать следующие правила:

перед началом работы осматривать тиски, обращая особое внимание на прочность их крепления к верстаку;

не выполнять на тисках грубых работ (рубки, правки или гибки) тяжелыми молотками, так как это приводит к быстрому разрушению тисков;

при креплении деталей в тисках не допускать ударов по рычагу, что может привести к срыву резьбы ходового винта или гайки;

по окончании работ очищать тиски волосяной щеткой от стружки, грязи и пыли, а направляющие и резьбовые соединения смазывать маслом; разводить губки тисков, так как в сжатом состоянии возникают излишние напряжения в соединении винта и гайки.

Ручные слесарные тиски (рис. 13, *а–в*) применяют для

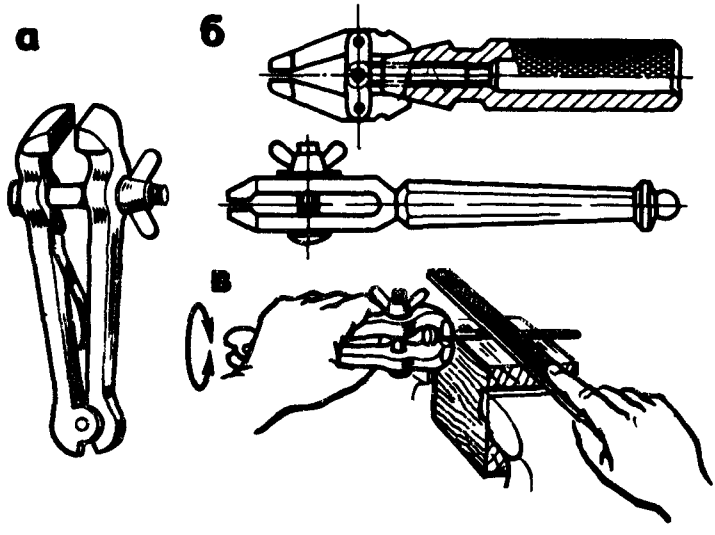


Рис. 13. Ручные слесарные тиски:
а – с пружиной и шарнирным соединением, *б* – для мелких работ, *в* – использование тисков

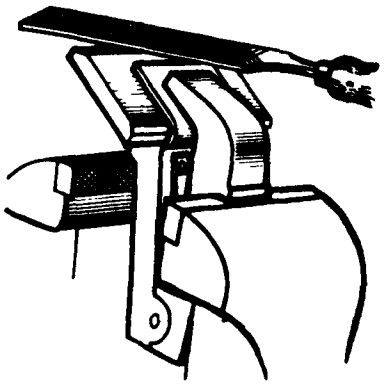


Рис. 14 Угловые (косогубые) тиски

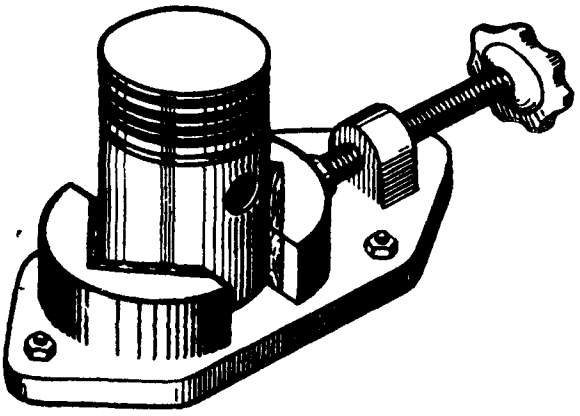


Рис. 15. Тиски со специальными (вырезанными) губками

закрепления деталей (заготовок) небольших размеров при опиливании либо сверлении, так как их неудобно или опасно держать руками.

Ручные тиски различают трех типов – шарнирные (рис. 13, *а*), с коническим креплением и пружинные (рис. 13, *б*).

Их изготовляют с шириной губок 36, 40, 50 и 56 мм и раскрытием губок 28, 30, 40, 50 и 55 мм, а для мелких работ (рис. 13, *б*) – с шириной губок 6, 10 и 16 мм и раскрытием губок 5,5 и 6,5 мм.

Применяют также другие конструкции тисков. При опиливании фасок или наклонных поверхностей используют угловые (косогубые) тиски (рис. 14), которые зажимают в закрепленные на верстаки тиски вместе с обрабатываемым изделием. На рис. 15 показаны тиски со специальными губками (с призматическими вырезами) для закрепления цилиндрических деталей.

§ 5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ

Одним из основных элементов организации рабочего места является его планировка, при выполнении которой учитывают требования научной организации труда к расположению рабочего места по отношению к другим рабочим местам в мастерской, расположению оборудования, местоположению рабочего и оснастки, размещению инструментов, приспособлений (порядок на рабочем месте).

В целях экономии движений и устранения ненужных поисков предметы на рабочем месте делят на предметы постоянного и временного пользования, за которыми постоянно закреплены места хранения и расположения.

Расстояния от тары с заготовками и готовой продукцией и от оборудования (верстака) до рабочего должны быть такими, чтобы рабочий мог использовать преимущественно движение рук. При этом учитывают, что при выполнении трудовых приемов, связанных с небольшими сопротивлениями усилию, особенно при необходимости выдержать большую точность при изготовлении деталей, в работу включают мелкие звенья руки (кисть или даже одни пальцы). При выполнении приемов, связан-

ных с усилиями среднего значения и характеризующихся небольшими амплитудами, движение совершают за счет мышц плеча и предпяечья и, наконец, при выполнении приемов, связанных со значительным усилие (6...8 Н), в движении принимает участие вся рука и даже корпус рабочего.

Между организацией рабочего места и уровнем организованности труда учащихся имеется прямая связь. От планировки, т.е. характера размещения на рабочем месте основного и вспомогательного оборудования, заготовок, изготовленных деталей, инструментов и приспособлений, зависит создание условий для высокопроизводительного труда учащихся.

При планировке рабочих мест должны учитываться зоны досягаемости рук в горизонтальной и вертикальной плоскостях; количество сочленений тела, участвующих в движениях.

Зоны (*1, 2, 3*) досягаемости рук учащихся в горизонтальной плоскости при работе стоя и сидя показаны на рис. 16, *а*. Эти зоны определяют, на каком расстоянии от корпуса рабочего должны быть размещены предметы, которыми он пользуется в процессе работы. Соблюдение зон досягаемости избавляет рабочего от лишних движений. Наиболее удобная, оптимальная зона определяется полудугой радиусом примерно 300 мм для каждой руки. Максимальная зона досягаемости – 430 мм без наклона корпуса и 650 мм – с наклоном корпуса не более чем на 30° для учащегося среднего роста. Расположение предметов дальше указанных пределов повлечет дополнительные, а следовательно, лишние движения, т.е. вызовет ненужную затрату рабочего времени, ускорит утомляемость работающего и снизит производительность труда.

Зоны досягаемости рук в вертикальной плоскости при работе стоя показаны на рис. 16, *б*. Эти зоны дают возможность определить наиболее выгодное расположение всех предметов с учетом роста работающего.

Трудовые движения учащихся можно подразделить на пять групп: 1) движения пальцев; 2) движения пальцев и запястья; 3) движения пальцев, запястья и предплечья; 4) движения пальцев, запястья, предплечья и плеча; 5) движения пальцев, запястья, предплечья, плеча и корпуса (рис. 16, *в*).

Для снижения утомляемости в движениях работающего должно участвовать наименьшее количество сочленений. Поэтому рабочие места планируют и оборудование расставляют так, чтобы работающий использовал более простые движения, т.е. движения первых трех групп. Движения пятой группы, т.е. всего корпуса, по возможности должны быть устранены. Для этого все предметы, в первую очередь заготовки, располагают на такой высоте, при которой работающий берет их руками, не сгибаясь.

Основные требования по соблюдению указанного порядка на рабочих местах состоят в следующем:

все необходимое для работы должно находиться под рукой, чтобы можно было сразу найти нужный предмет;

инструменты и материалы, которые во время работы требуются

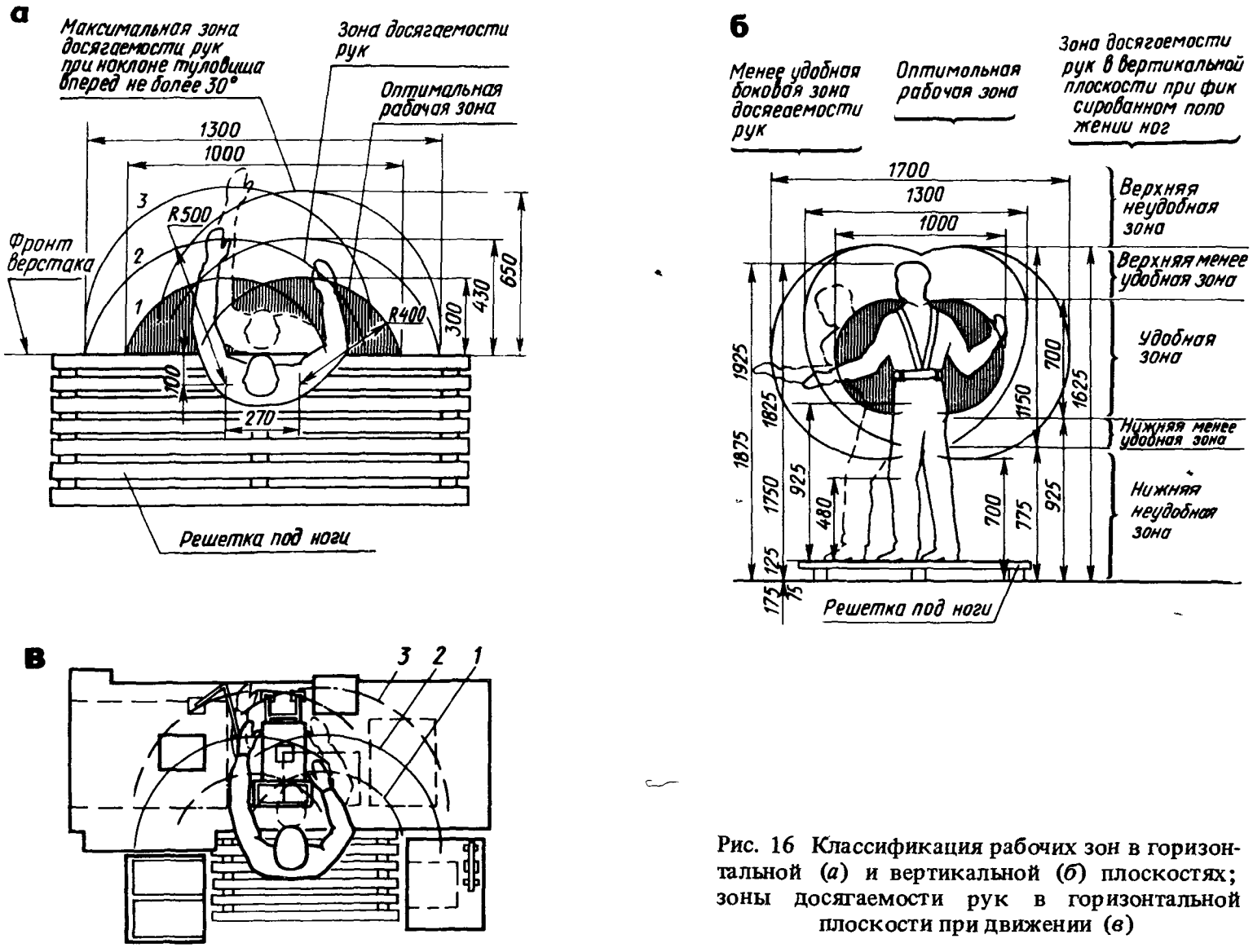


Рис. 16 Классификация рабочих зон в горизонтальной (*а*) и вертикальной (*б*) плоскостях; зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости при движении (*в*)

чаще, размещают ближе к себе, а применяемые реже — дальше; все используемые предметы располагают примерно на высоте пояса;

инструменты и приспособления размещают так, чтобы их удобно было брать соответствующей рукой: что берут правой рукой — держат справа, что берут левой — слева (рис. 17); что используют чаще — кладут ближе, что используют реже — дальше;

нельзя класть один предмет на другой или на отделанную поверхность детали;

документацию (чертежи, технологические или инструкционные карты, наряды и др.) держат в удобном для пользования и гарантированном от загрязнения месте;

заготовки и готовые детали хранят так, чтобы они не загромождали проходы и чтобы рабочему не приходилось часто нагибаться, если надо взять или положить заготовку или изделие; легкие предметы кладут выше тяжелых.

Ручной инструмент должен соответствовать особенностям анатомической формы руки человека: в противном случае в ходе работы будут травмироваться межпальцевые бугорки, снабженные тонкими нервными окончаниями, и ямка ладони — наименее мускулистая часть (рис. 18, *а*).

На межпальцевых бугорках могут появиться потертости, нарывы, мозоли (рис. 18, *а*). Поэтому рукоятки слесарных инструментов должны быть такой формы, которая позволяла бы соприкасаться с рукояткой мышцам большого пальца и бугорка мизинца (рис. 18, *б*). Эти выступы на ладони имеют не только сильные мускулы, но и упругую жировую ткань, которая смягчает вибрации и удары.

При размещении на рабочем месте инструментов, приспособлений

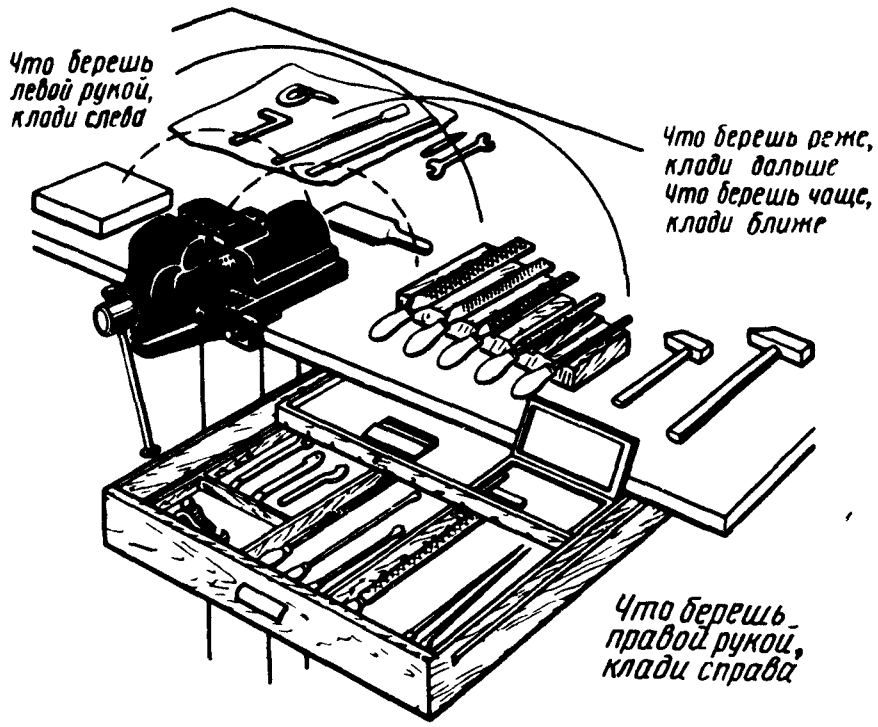


Рис. 17. Расположение инструмента на рабочем месте

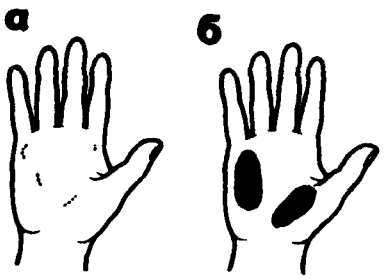


Рис. 18. К соответствию ручного инструмента форме руки человека:
а – наиболее уязвимые части ладони, *б* – наиболее сильные и упругие мускулы ладони

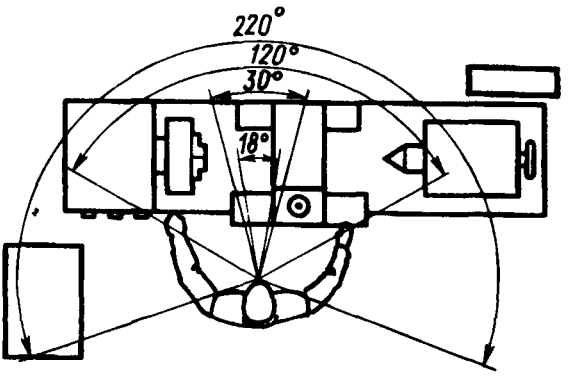


Рис. 19. Углы зрения и обзора на рабочем месте

учитывают угол мгновенного зрения, угол эффективной видимости и угол обзора на рабочем месте (рис. 19).

Поворот головы расширяет зону обозрения на соответствующий ему угол. Размер допускаемого поворота составляет 45° в горизонтальной плоскости и 30° – в вертикальной.

§ 6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА СЛЕСАРЯ

Рабочим местом называется определенный участок производственной площади цеха, участка, мастерской, закрепленный за данным рабочим (или бригадой рабочих), предназначенный для выполнения

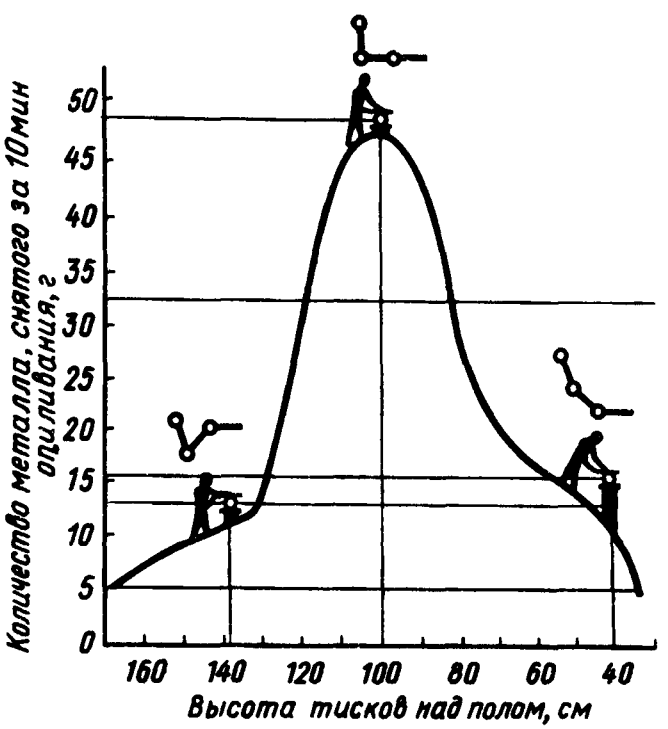


Рис. 20. График зависимости производительности труда при опиливании от высоты тисков

определенной работы и оснащенный в соответствии с характером этой работы оборудованием, приспособлениями, инструментами и материалами.

Организация рабочего места является важнейшим звеном организации труда. Правильные выбор и размещение оборудования, инструментов и материалов на рабочем месте создают наиболее благоприятные условия работы.

Под рациональной организацией рабочего места понимают такую организацию, которая при наименьшей затрате сил и средств труда обеспечивает безопасные условия работы, наивысшую производительность и высокое качество продукции.

Рабочее место слесаря организуется в зависимости от содержания производственного задания и типа производства (единичное, серийное, массовое), однако большинство рабочих мест оборудуют, как правило, слесарными верстаками, на которых устанавливают и закрепляют слесарные тиски.

Установка тисков без учета роста работающего значительно тормозит формирование навыков правильного выполнения работы, снижает производительность труда, увеличивает утомляемость. График зависимости производительности труда при выполнении операции опиливания от высоты тисков показан на рис. 20. Оптимальная высота тисков при опиливании – 102 см над уровнем пола (при росте работающего 168 см). Отступление от этого значения приводит к уменьшению количества снимаемого с заготовки металла. Это объясняется следующим.

При низком расположении тисков (рис. 21, *а*) предплечье образует с плечом тупой угол, мышцы предплечья сильно напрягаются, движение затрудняется, нарушается равномерность нажима правой и левой руками, спина сгибается. Так как при согнутой спине положение работающего неустойчиво, то он, стремясь сохранить равновесие, наклоняется вперед и усиливает нажим левой рукой. А это вызывает "завал" левого края обрабатываемой заготовки.

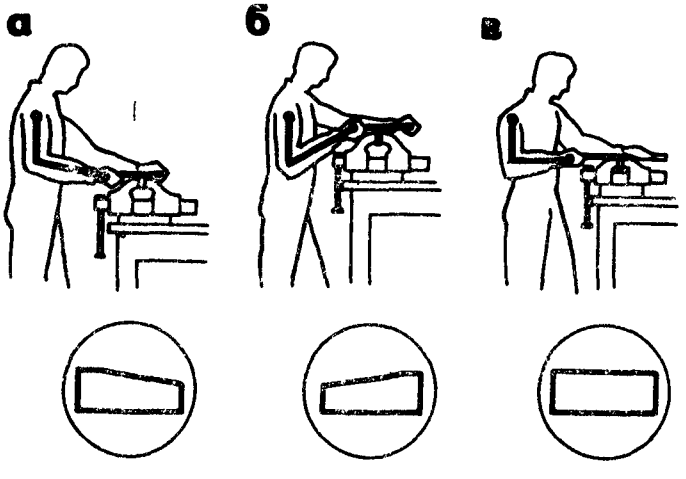


Рис. 21. Положения работающего относительно тисков при опиливании:
а, б – неправильные, *в* – правильное

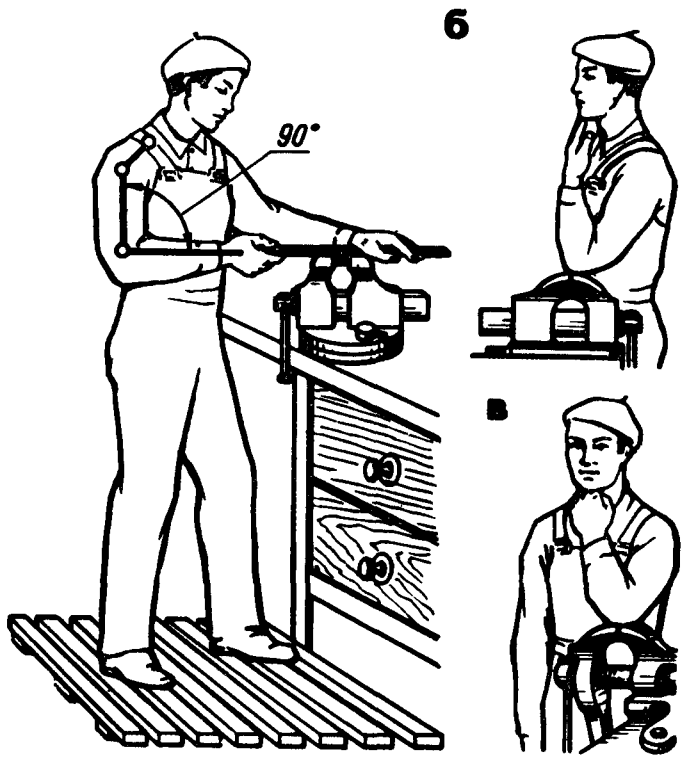


Рис. 22. Высота установки тисков:
а – при опиливании, *б*, *в* – при рубке соответственно в параллельных и стуловых тисках

При высоком расположении тисков (рис. 21, *б*) предплечье и плечо образуют острый угол. В этом случае условия работы еще хуже, так как передача усилия резания от плеча к инструменту требует особого напряжения, что часто бывает не под силу учащемуся: усилие передается больше правой рукой, что приводит к "завалам" правого края. Правильное положение работающего показано на рис. 21, *в*.

Высота верстака с установленными на нем тисками определяется в соответствии с ростом работающего (рис. 22, *а*). Выбирая высоту установки тисков с параллельными губками, согнутую в локте левую руку ставят на губки тисков так, чтобы концы выпрямленных пальцев руки касались подбородка (рис. 22, *б*), или устанавливают боек молотка на ударную часть зубила, при этом плечевая часть правой руки должна иметь вертикальное положение, а локтевая – горизонтальное под углом 90°. Стуловые тиски устанавливают на такую высоту, чтобы согнутая в локте левая рука, поставленная на губки тисков, касалась подбородка согнутыми в кулак пальцами (рис. 22, *в*).

При малом росте рабочего используют специальные регулируемые по высоте подставки (решетки) под ноги.

§ 7. РЕЖИМ ТРУДА

Научная организация труда на рабочем месте основывается на правильном режиме труда и отдыха, обеспечивающем поддержание высокой работоспособности и здоровье человека. Одним из основных показателей работоспособности является уровень производительности труда.

Работоспособность повышается при правильно выбранных т е м п (степень быстроты) и р и т м е (равномерное чередование). Как при заниженных, так и завышенных темпах работы ослабляется внимание, снижаются качество работы и точность движений. Определяя ритм работы, учитывают, что операции, требующие концентрации внимания, не должны чередоваться с операциями, в которых применяют быстрые движения.

Утомление (усталость) — это, как правило, результат малопродуктивного, плохо организованного труда. Одним из факторов, увеличивающим усталость, является монотонность труда, которая усиливает физическое и умственное утомление, так как вызывает затраты дополнительной энергии на ее преодоление.

Утомление в зависимости от условий труда может наступать и быстрее и медленнее. Если в процессе рабочего дня приходится часто нагибаться или высоко поднимать руки (слишком высокий либо низкий верстак, станок и т. д.), а также работать в неудобной позе, утомляемость наступает быстрее и производительность труда значительно снижается.

Работоспособность человека претерпевает значительные изменения на протяжении дня, недели. Она может сохраняться на высоком уровне или, наоборот, быстро снижаться (при нарушении режима дня, плохом освещении, воздействии высокой температуры, шумовых факторов, недостаточном или нерациональном питании и т. д.).

В течение рабочего дня работоспособность характеризуется т р е м я п е р и о д а м и (рис. 23): 1) рабочий "входит" в работу (период врабатываемости), постепенно растет производительность его труда; 2) период устойчивой работоспособности; 3) период появления и нарастания утомления.

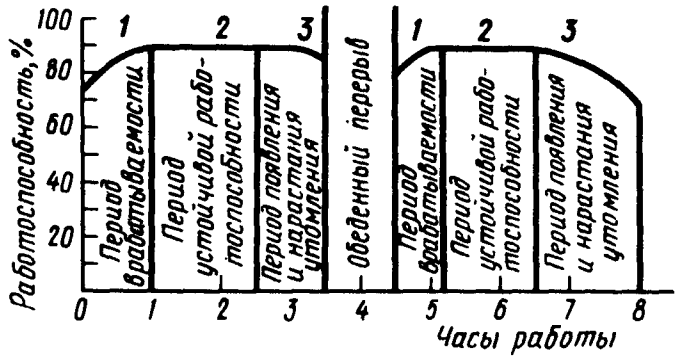


Рис. 23. Примерный график работоспособности на протяжении рабочего дня (периода)

Кривая производительности труда в течение первых двух часов поднимается вверх. Высокий уровень работоспособности держится около полутора часов, затем постепенно снижается в связи с утомлением. Как правило, в середине рабочего дня (после обеденного перерыва) работоспособность восстанавливается не сразу. Вновь наступает период "врабатываемости", сменяющийся периодом устойчивой работоспособ-

ности, однако этот уровень работоспособности бывает несколько ниже дообеденного. На пятом-шестом часу работы перед окончанием рабочего дня снова отмечается снижение работоспособности, соответствующее предобеденному. На седьмом и восьмом часах нарастает утомление.

Короткие перерывы и отдых во время работы предупреждают наступление утомления. Если рабочий работает стоя, необходимо отдыхать сидя, и наоборот. При работе рекомендуется также время от времени менять положение корпуса. Если этого не делать, постепенно может развиться искривление позвоночника и сутулость, а иногда и сгорбленность. Для восстановления сил и борьбы с утомлением и сутулостью рекомендуется заниматься производственной гимнастикой и спортом. Утренняя зарядка и физические упражнения в процессе рабочего дня способствуют более совершенной работе нервно-мышечного аппарата, повышают работоспособность организма.

§ 8. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРУДА

Одним из важных вопросов НОТ является обеспечение оптимальных санитарно-гигиенических условий труда.

Воздушная среда – состав, температура и влажность воздуха ("микроклимат") – имеет важное значение для создания здоровых условий труда. Наблюдения показывают, что при соответствии чистоты и влажности воздуха гигиеническим требованиям производительность труда увеличивается примерно на 10 %.

Для помещений с незначительным избытком теплоты рекомендуются следующие температуры воздуха: при выполнении легких работ – 18...20 °С, работ средней тяжести – 16...18 °С и тяжелых работ – 14...16 °С.

К мероприятиям по борьбе с перегреванием организма относятся: механизация тяжелых работ, защита от источников излучения, удаление избыточных тепловыделений с помощью вентиляции, профилактика нарушений водно-солевого обмена и других последствий перегревания. Для восстановления водно-солевого баланса организма рабочих горячих цехов обеспечивают подсоленной водой.

Шум и вибрации приводят к быстрой утомляемости, снижают производительность труда и качество изделий, оказывают вредное влияние на органы слуха человека (вызывают глухоту), а также на нервную систему, нарушают нормальное функционирование других органов. Шум приводит к гипертоническому и другим заболеваниям. Особенно вредны высокочастотные шумы, возникающие при работе агрегатов ударного действия, движении потоков воздуха и газа.

При необходимости работать в помещениях, где шум превышает допустимые нормы (75...85 дБ), пользуются противошумными наушниками (рис. 24), состоящими из чашечки *1*, изготовленной из алюминия, звукопоглощающего материала *2* – поропласта, уплотнителя *3* из нетканой поливинилхлоридной окантованной пленки толщиной 0,3...0,4 мм, заполненного дистиллированным глицерином, обжимного кольца *4*,

выполненного из той же пленки и служащего для крепления уплотнителя к наушникам.

Наушники крепятся на голове или с помощью плотной хлопчатобумажной либо резиновой тесьмы, или металлической фурнитуры (мягкое крепление), или двух охватывающих голову металлических дуг, изготовленных из пружинной проволоки и поливинилхлоридной профилированной ленты.

Вибрации (механические колебания), возникающие при движении транспортных средств или работе машин, вызывают быстрое утомление людей и их заболевание (вибрационная болезнь). Действие вибрации на человека стараются предотвратить или уменьшить. При работе пневматическим инструментом пользуются рукавицами с накладками из мягкого материала на поверхности ладони; систематически проводят лечебную гимнастику пальцев и кистей рук.

Для уменьшения действия вибрации служат мягкая виброгасящая втулка (муфта) *3* для левой руки (рис. 25) и мягкая виброгасящая пружинящая накладка на рукоятке молотка, предохраняющая правую руку рабочего; виброгасящую муфту *3* надевают на пневматическое зубило *1* и закрепляют резиновыми кольцами *2* и *4*.

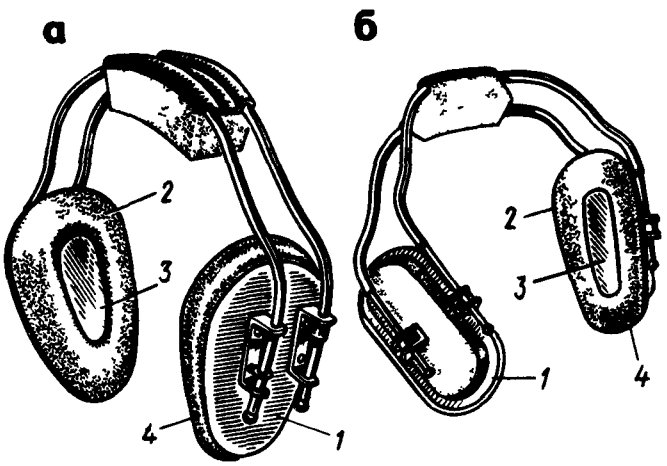


Рис 24. Противошумные наушники: *а* – ПН-2К для клепальщиков, *б* – ПН-3ВЧШ для клепальщиков и медников, работающих в условиях высокочастотного шума

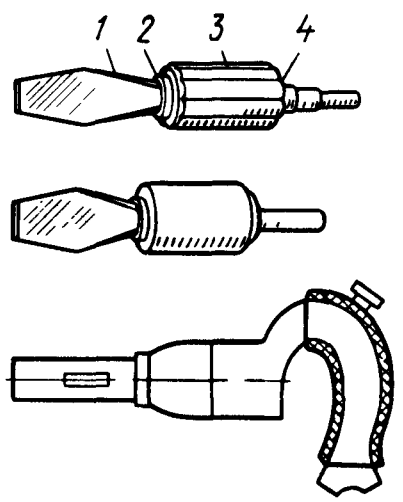


Рис. 25 Виброгасящее приспособление

Освещение. Рабочее место слесаря должно иметь достаточную освещенность; освещение должно быть постоянным в течение рабочего времени, равномерно распределенным по яркости, не оказывать слепящего действия.

Оптимальность освещения зависит прежде всего от расположения источника света. Правильное (*а*) и неправильное (*б, в, г*) расположения источника света показаны на рис. 26. Первая позиция является наиболее правильной, так как светильник, будучи помещен слева над головой работающего, освещает рабочий стол, не вызывая ослепления и не бросая тени на рабочую зону.

Причиной недостаточной освещенности рабочего места может быть и неудовлетворительный уход за светильником, загрязненность ламп, от-

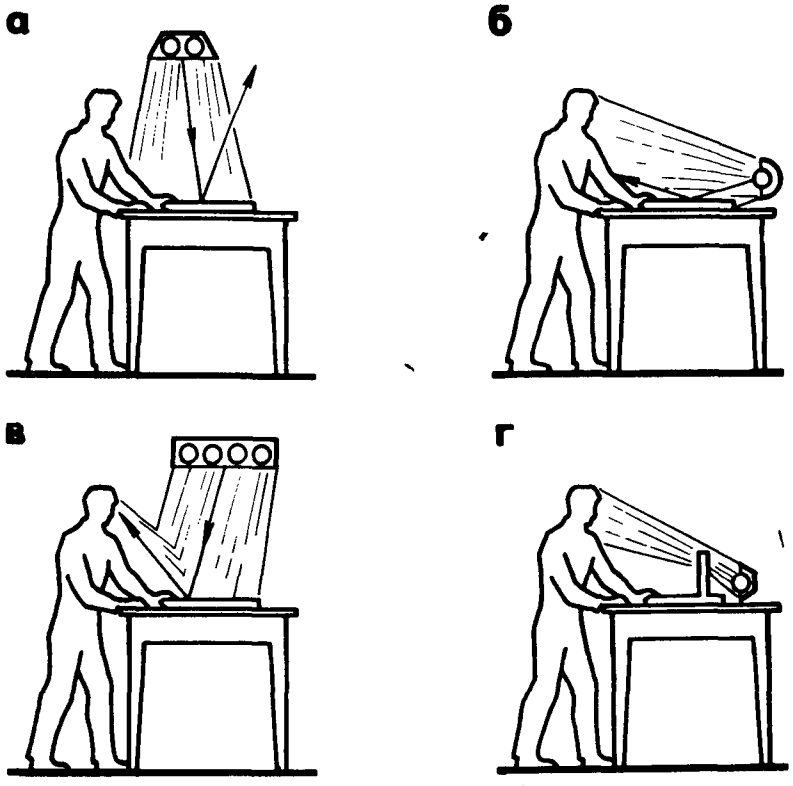


Рис. 26. Варианты расположения светильников:
а – не дает тени и не вызывает ослепления, *б* – вызывает теневые пятна на шероховатой поверхности, *в* – вызывает ослепление отраженными лучами, *г* – дает силуэт против источника света

сутствие абажура или рефлектора, что снижает освещенность на 30 % и более. Наибольшему утомлению способствует освещенность 30 лк, наименьшему – 800...1000 лк.

При определении норм освещенности учитывают характер работы (особо точная, точная, малой точности, грубая и т. д.), а также размеры собираемых деталей, фон, контраст объекта с фоном. Наиболее благоприятным освещением является естественное.

Личная гигиена осуществляется в целях предупреждения и устранения факторов, вредно влияющих на здоровье. Соблюдение правил личной гигиены – важное условие высокопроизводительной работы.

После рабочего дня необходимо вымыть тело теплой водой с мылом (принять душ). Перед принятием пищи следует обязательно мыть руки с мылом; есть надо за чистым столом и из чистой посуды. Следует помнить, что грязь является источником многих заболеваний.

Эстетические условия. Необходимо, чтобы производственное помещение, внешнее оформление рабочих мест и одежда соответствовали требованиям технической эстетики. Спецодежда должна быть удобной не стесняющей движений, легко стирающейся, изящной, красивой, современной, не мешающей при работе. Предпочтительная одежда учащихся – комбинезоны или полукомбинезоны.

Основными задачами рациональной окраски являются: снижение утомляемости глаз во время работы; повышение безопасности работы

на оборудовании и инструментами; затрата минимума времени, необходимого для обзора оборудования, оснастки или окружающих предметов в мастерской (цехе) благодаря правильному подбору красок с различной светопоглощающей и отражательной способностью; повышение общего тонуса работающего путем воздействия на него светопсихологических факторов.

Благоприятно влияют на зрение и психофизиологические функции человека, содействуют повышению производительности труда, снижают утомляемость зеленые, голубовато-зеленые и желтые цвета.

Рекомендуемый цвет фона для обработки цветных металлов (медь, латунь, бронза) — светло- или серо-голубой. Если окраска собираемых деталей серая, для общего фона рекомендуются оттенки зеленого цвета, который позволит не только лучше различать детали, но и снизить утомление глаз.

Глава III. БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА СЛЕСАРЯ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

§ 9. БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА

Охрана труда в СССР — государственное дело. Коммунистическая партия и правительство Советского Союза уделяют исключительно большое внимание созданию здоровых, безопасных и культурных условий труда на производстве. Но безопасность работы в значительной степени зависит и от того, насколько сами работающие выполняют требования безопасности труда.

Несчастные случаи на производстве — ушибы, ранения и т. д. — называются производственным травматизмом, который чаще всего происходит по двум причинам: вследствие недостаточного освоения работающими производственных навыков и отсутствия необходимого опыта в обращении с инструментом и оборудованием; из-за невыполнения правил безопасности труда и правил внутреннего распорядка.

Основными условиями безопасной работы при выполнении слесарных операций являются правильная организация рабочего места, пользование только исправными инструментами, строгое соблюдение производственной дисциплины и требований безопасности.

Все вращающиеся части станков и механизмов, а также обрабатываемые заготовки с выступающими частями должны иметь защитные ограждения.

Опасность представляют внутризаводской автомобильный и безрельсовый электротранспорт, ручные вагонетки, тележки, а также движение рабочих в узких проходах или на путях, где работает грузоподъемный транспорт.

Для движущегося транспорта устанавливают различные сигналы — звуковые (звонки, сирены) и световые (лампы различных цветов — красного, желтого, зеленого), которые нужно знать и соблюдать.

При непосредственном прикосновении к токоведущим частям (вы-

ключателям, рубильникам и т. п.) или металлическим предметам, случайно оказавшимся под напряжением, возникает опасность поражения электрическим током. В местах, где имеются электрические установки, вывешивают предупредительные надписи (например, "Опасно!", "Под током!") или ставят условные знаки.

Электроинструменты должны присоединяться к электрической сети с помощью штангового кабеля, имеющего специальную жилу, служащую для заземления и зануления, через штепсельную розетку, одно гнездо которой соединено с землей или с нулевым проводом. На штепсельной вилке контакт для соединения корпуса электроинструмента с землей делается более длинным, чем остальные токоведущие контакты. Благодаря такому устройству при включении электроинструмента сначала происходит заземление или зануление, а потом включаются токоведущие контакты.

При работе с электроинструментами следует применять индивидуальные средства защиты — резиновые перчатки, калоши и коврики, изолирующие подставки и т. п.

Ниже приводятся краткие правила безопасности труда.

До начала работы необходимо:

надев спецодежду, проверить, чтобы у нее не было свисающих концов; рукава надо застегнуть или закатать выше локтя;

проверить слесарный верстак, который должен быть прочным, устойчивым и соответствовать росту рабочего; слесарные тиски должны быть исправны и прочно закреплены на верстаке; ходовой винт должен вращаться в гайке легко; насечка на губках тисков должна быть качественной;

подготовить рабочее место; освободить нужную для работы площадь, удалив все посторонние предметы; обеспечить достаточную освещенность; заготовить и разложить в соответствующем порядке требуемые для работы инструмент, приспособления, материалы и т. п.;

проверить исправность инструмента, правильность его заточки и доводки;

при проверке инструмента обратить внимание на то, чтобы молотки имели ровную, слегка выпуклую поверхность, были хорошо насажены на рукоятки и закреплены клином; зубила и крейцмейсели не должны иметь зазубрин на рабочей части и острых ребер на гранях; напильники и шаберы должны быть прочно насажены на рукоятки;

проверить исправность рабочего оборудования и его ограждения;

перед поднятием грузов проверить исправность подъемных приспособлений (блоки, домкраты и др.); все подъемные механизмы должны иметь надежные тормозные устройства, а масса поднимаемого груза не должна превышать грузоподъемности механизма; грузы необходимо надежно прикреплять прочными стальными канатами или цепями; нельзя оставлять груз в подвешенном состоянии после работы; запрещается стоять и проходить под поднятым грузом; не следует превышать предельные нормы массы переносимых вручную грузов, установленные действующим законодательством об охране труда для мужчин, женщин, юношей и девушек.

Во время работы необходимо:

прочно зажимать в тисках деталь или заготовку, а во время установки или снятия ее соблюдать осторожность, так как при падении детал может нанести травму;

опилки с верстака или обрабатываемой детали удалять только щеткой;

при рубке металла зубилом учитывать, в какую сторону безопасно для окружающих направить отлетающие частицы и установить с этой стороны защитную сетку; работать только в защитных очках; если по условиям работы нельзя применять защитные очки, рубку выполнять так, чтобы отрубаемые частицы отлетали в ту сторону, где нет людей;

не пользоваться при работах случайными подставками или неисправными приспособлениями;

не допускать загрязнения одежды керосином, бензином, маслом.

Во время работы пневматическими инструментами необходимо соблюдение следующих требований:

при присоединении к инструменту шланг предварительно проверить и продуть сжатым воздухом;

не держать пневматический инструмент за шланг или рабочую часть;

во время работы не разъединять шланги;

включать подачу воздуха только после установки инструмента в рабочее положение.

По окончании работы необходимо:

тщательно убрать рабочее место;

уложить инструмент, приспособления и материалы на соответствующие места;

во избежание самовозгорания промасленной ветоши и возникновения пожара убрать ее в специальные металлические ящики с плотно закрывающейся крышкой.

§ 10. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Источниками возникновения пожара могут быть: токи короткого замыкания, образующие электрическую дугу; перегрев электрических сетей и электрооборудования; теплота, образующаяся при трении дисков, подшипников, ременных передач; искровые разряды статического электричества; пламя; лучистая энергия; искры.

Причиной возникновения пожара может быть воспламенение производственных отбросов, промасленной ветоши, пакли, бумаги и других материалов, используемых для очистки механизмов, в результате неосторожного обращения с огнем. Пожары также возможны в результате самовозгорания твердого минерального топлива, промасленной ветоши, сложенной в кучи.

Наибольшее значение в оценке пожарной безопасности горючих веществ имеют температуры, при которых возможно их загорание, — температура вспышки и температура воспламенения.

Температура вспышки — это наименьшая температура горючей жидкости, при которой создается смесь газов или паров с воз-

духом, способная воспламеняться и гореть кратковременно при поднесении открытого огня.

К легковоспламеняющимся жидкостям относятся, например, бензин, бензол, метиловый спирт, керосин, температуры вспышки которых составляют соответственно: –50...+10 °С (в зависимости от марки); –13 °С; –1 °С; +28 °С.

Температурой воспламенения называется наименьшая температура горючего вещества, при которой оно загорается от открытого источника воспламенения (пламени) и продолжает гореть после удаления этого источника.

Процесс горения, возникающий в результате нагрева всей горючей смеси при отсутствии внешнего воздействия (открытого огня), называется самовоспламенением. Температура, при которой медленное окисление переходит в самовоспламенение, называется температурой самовоспламенения.

Горючие газы и пары (бензин, ацетилен, скипидар, водород и др.) в смеси с кислородом воздуха способны образовывать взрывчатые смеси. Взрыв – это чрезвычайно быстрое, определяемое долями секунды горение, сопровождающееся выделением большого количества теплоты и раскаленных газообразных продуктов, а также большим давлением.

Основное предупредительное мероприятие против пожаров – это постоянное содержание в чистоте и порядке рабочего места, осторожное обращение с огнем, нагревательными приборами и легковоспламеняющимися веществами. Нельзя допускать скопления у рабочего места большого количества легковоспламеняющегося производственного сырья, полуфабрикатов и др. Отходы производства, особенно горючие, складывают в отведенном для них месте.

По окончании работы рабочее место должно быть приведено в полный порядок. Промасленные обтирочные материалы убирают в специальные ящики. Сосуды с легковоспламеняющимися жидкостями, а также баллоны с газами переносят в места их постоянного хранения. Должны быть выключены все электроприборы и осветительные точки, за исключением дежурных ламп.

Простейшие противопожарные средства и инвентарь – ящики с песком и лопатами, кульки с песком, пожарный кран, насосы, огнетушители – должны быть всегда в наличии и исправны.

При возникновении пожара необходимо выключить все электроустановки, немедленно по телефону или специальным сигналом вызвать пожарную команду и принять меры к тушению пожара собственными силами с помощью имеющегося противопожарного оборудования и инвентаря.

К средствам пожаротушения относятся также ведра и гидропульты для воды, различные покрывала (асбестовые одеяла, кошмы, брезенты).

Горящие материалы и небольшие количества горящих жидкостей тушат песком; керосин, бензин, лаки, спирты, ацетон – пеной; смазочные масла, олифу, скипидар – распыленной водой или пеной.

Для тушения пожаров и загораний применяют ручные пенные огнетушители ОП-3 или ОП-5. Огнетушитель ОП-3 приводят в действие уда-

ром бойка о твердый предмет, а ОП-5 – поворотом рукоятки вверх. После этого корпус огнетушителя повертывают головкой вниз и направляют пену на пламя.

Для тушения пожаров с успехом можно применять углекислотные огнетушители, имеющие баллоны вместимостью 2 л (ОУ-2), 5 л (ОУ-5) и 8 л (ОУ-8). Углекислотный огнетушитель приводят в действие поворотом маховичка вентиля против часовой стрелки. К вентилю присоединяют шланг со снегообразователем, через который жидкая углекислота выбрасывается в виде снега и газа и, обволакивая горящий объект, тушит огонь.

При пожаре нельзя выбивать стекла в окнах, так как это увеличивает приток воздуха, способствуя усилению огня. В случае пожара необходимо сохранять спокойствие и беспрекословно выполнять распоряжения руководителей. Дисциплина и организованность – основное условие успеха борьбы с пожаром.

Глава IV. ПЛОСКОСТНАЯ РАЗМЕТКА

§ 11. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Заготовки для деталей машин поступают на обработку в механические и слесарные цеха в виде поковок сортового металла. В зависимости от назначения деталей одни заготовки остаются необработанными, другие обрабатываются частично или полностью. При обработке с поверхности заготовки удаляется определенный слой металла, в результате чего уменьшается ее размер. Разность между размерами заготовки до и после ее обработки называется *припуском на обработку*.

Чтобы знать, где и до каких размеров вести обработку, заготовку сначала размечают. *Разметкой* называется операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий (рисок), определяющих контуры будущей детали или места, подлежащие обработке.

Разметку выполняют точно и аккуратно, потому что ошибки, допущенные при разметке, могут привести к тому, что изготовленная деталь окажется бракованной. Может быть и наоборот: неточно отлитую и поэтому забракованную заготовку можно исправить тщательной разметкой, перераспределив припуски для каждой разметочной поверхности.

Точность, достигаемая при обычных методах разметки, составляет примерно 0,5 мм. При точной разметке ее можно повысить до сотых долей миллиметра.

Разметка применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производстве. На заводах крупносерийного и массового производства надобность в разметке отпадает благодаря использованию специальных приспособлений – кондукторов, упоров и т. п.

В зависимости от формы размечаемых заготовок и деталей разметка делится на плоскостную и пространственную (объемную).

Плоскостная разметка, выполняемая обычно на поверхностях плоских деталей, на полосовом и листовом материале, заключается в нанесении на заготовку контурных параллельных и перпендикуляр-

ных линий (рисок), окружностей, дуг, углов, осевых линий, разнообразных геометрических фигур по заданным размерам или контуров различных отверстий по шаблонам.

Приемами плоскостной разметки нельзя разметить даже самое простое тело, если поверхности его непрямолинейны. При плоскостной разметке невозможно нанести на боковую поверхность цилиндра горизонтальные риски, перпендикулярные его оси, так как к этой поверхности нельзя приложить угольник и линейку. Но если бы и нашлась гибкая линейка, которую удалось бы обвить вокруг поверхности цилиндра, то нанесение параллельных рисок на цилиндр представило бы большие трудности.

Пространственная разметка наиболее распространена в машиностроении; по приемам она существенно отличается от плоскостной. Трудность пространственной разметки заключается в том, что приходится не просто размечать отдельные поверхности детали, расположенные в различных плоскостях и под различными углами друг к другу, а увязывать разметки этих отдельных поверхностей между собой.

§ 12. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПЛОСКОСТНОЙ РАЗМЕТКИ

Для выполнения разметки используют разметочные плиты, подкладки, поворотные приспособления, домкраты и др.

На **разметочной плите** устанавливают подлежащие разметке детали и располагают все приспособления и инструмент. Разметочная плита отливается из мелкозернистого серого чугуна. В нижней ее части имеются ребра жесткости, предохраняющие плиту от возможного прогиба под действием силы тяжести самой плиты и размечаемых деталей. Верхнюю, рабочую поверхность и боковые стороны плиты точно обрабатывают на строгальных станках и затем шабрят.

На рабочей поверхности больших плит иногда делают продольные и поперечные канавки, находящиеся на равных расстояниях одна от другой (200...250 мм) и образующие равные квадраты. Канавки, имеющие глубину 2...3 мм и ширину 1...2 мм, облегчают установку на плите различных приспособлений.

Размер плиты выбирают так, чтобы ее ширина и длина были на 500 мм больше соответствующих размеров размечаемой заготовки. Плиты больших размеров, например 6000×10 000 мм, изготовляют составными из двух или четырех плит, которые скрепляют болтами и шпонками.

Малые плиты устанавливают на верстаки, столы или чугунные тумбы (рис. 27, *а*), большие ставят на кирпичные фундаменты (рис. 27, *б*) или домкраты, размещенные на фундаменте. Высота от рабочей поверхности до пола должна составлять 800...900 мм для небольших плит и 700...800 мм – для плит большого размера.

Рабочая поверхность плиты устанавливается по уровню строго горизонтально. Горизонтальное положение небольших плит достигается установкой клиньев, а больших – с помощью домкратов или двойных клиньев с винтом.

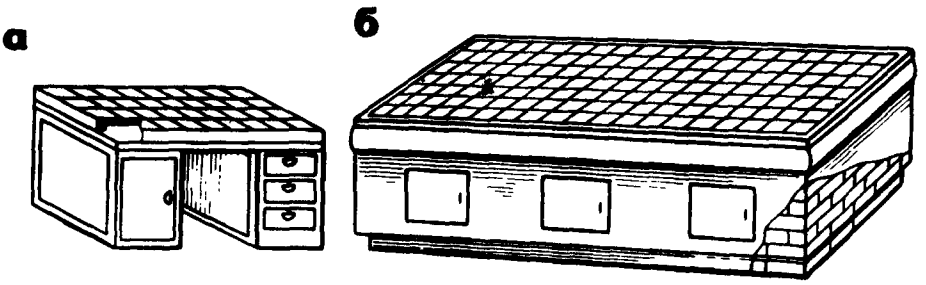


Рис. 27. Разметочные плиты:
а – на тумбах, *б* – на фундаменте

Поверхность плиты всегда должна быть сухой и чистой. После работы плиту обметают щеткой, тщательно протирают тряпкой, смазываю маслом для предохранения от коррозии и накрывают деревянным щи том. Не менее одного раза в неделю плиту промывают скипидаром или керосином. Нельзя передвигать по плите размечаемые заготовки во избежание появления забоин и царапин.

Необработанные заготовки устанавливают не непосредственно н плиту, а на специальные подкладки или домкраты.

Применяемые при разметке инструменты и приспособления передви гают по плите плавно. Рабочую поверхность плиты рекомендуется нати рать графитовым порошком.

Для особо крупных деталей целесообразно устанавливать несколь разметочных плит рядом на одном уровне.

Плоскостность разметочных плит проверяют с помощью точной поверочной линейки и щупа (или папиросной бумаги,. Линейку прикладывают ребром к рабочей поверхности разметочной плиты. Зазор между поверхностями линейки и разметочной плиты контролируют щупом. Толщина щупа, который проходит в щель между линейкой и разметочной плитой, не должна превышать 0,03...0,06 мм (в зависимости от размера плиты).

Рабочие поверхности шабреных плит, предназначенных для точной разметки, проверяют на краску с помощью поверочной линейки. Число пятен в квадрате 25X25 мм должно быть не менее 20.

Плиты размещают в наиболее светлой части помещения или под световым фонарем, в местах, где на них не может влиять вибрация от работающих станков.

При разметке поверхностей (особенно внутренних) крупных деталей в качестве дополнительного источника света удобно пользоваться рефлекторным светильником конструкции В.Я. Коровина (рис. 28), надеваемым на голову разметчика. Такой светильник удобен не только расположением источника света, но и тем, что не занимает рук разметчика. Он состоит из рефлектора *1*, прикрепленного через шарнир к стальной ленте *3*, которая стягивается резиновой лентой *4*. В рефлектор вставляется электрическая лампочка на напряжение 12 В. Провод *2* с резиновой изоляцией прикреплен к стальной ленте и имеет штепсельную вилку *5*.

Прежде чем приступить к разметке, заготовку устанавливают и вы-

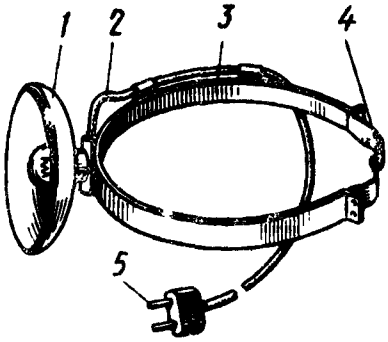


Рис. 28. Рефлекторный светильник

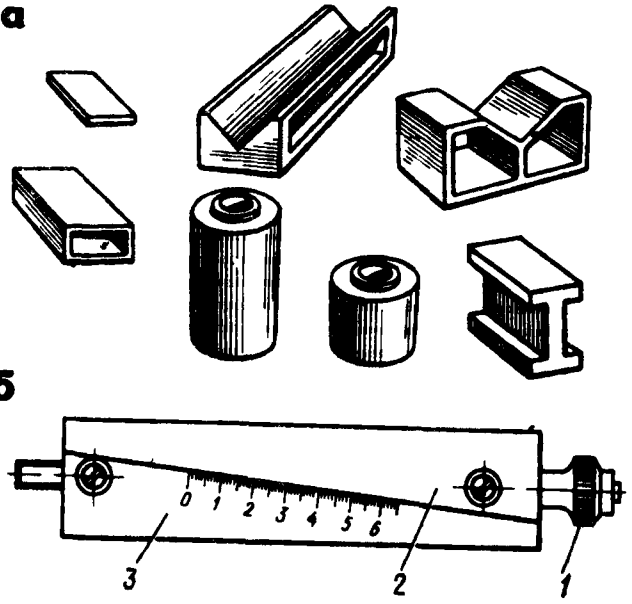


Рис. 29. Подкладки:
а – плоские, призматические, цилиндрические и с двутавровым сечением, *б* – клиновидные

веряют на разметочной плите, пользуясь для этого опорными подкладками, призмами и домкратами различных конструкций.

Подкладки служат для обеспечения правильной установки деталей при разметке, а также для предохранения разметочных плит от царапин и забоин. В зависимости от назначения подкладки бывают разных конструкций. Самыми простыми являются плоские опорные подкладки (рис. 29, *а*). Подкладки больших размеров выполняют пустотелыми цилиндрическими, призматическими, двутаврового сечения идр. (рис. 29, *а*).

Клиновидные подкладки (рис. 29, *б*) представляют собой два соединенных, точно обработанных стальных клина *2* и *3*. Размечаемую заготовку устанавливают на верхней поверхности клина *2*. Подъем и опускание заготовки производят вращением винта *1*, находящегося в теле клина *3*. Имея набор клиньев разной толщины, регулируют положение размечаемых заготовок по высоте. На боковой поверхности нижнего клина нанесена шкала, позволяющая контролировать и точно регулировать высоту клина. Перемещение клина на одно деление равно 0,1 мм.

Поворотное приспособление с электромагнитом (рис. 30) обеспечивает быстрое закрепление размечаемых деталей в наиболее удобном положении. Деталь устанавливают на плоскости *1* электромагнита, катушки которого защищены литым кожухом *2*. Электромагнитный стол вращают вокруг оси *3*. Горизонтальная ось *11* пропущена через круговой паз сферического прилива кожуха магнитного стола и соединена втулкой с осью *3*. На другом конце горизонтальной оси насажен лимб *8* большого диаметра со шкалой на 360°. Для отсчетов углов поворота горизонтальной оси имеется подвижный нониус *9*, вращающийся на этой оси и фиксируемый винтом *10*. Точная установка лимба по нониусу осуществляется маховичком *5*, фрикционно связанным с лимбом, который фиксируется затяжным винтом *6*. Угол поворота магнитного стола вокруг оси *3* устанавливают по шкале или по расточенным через 15° от-

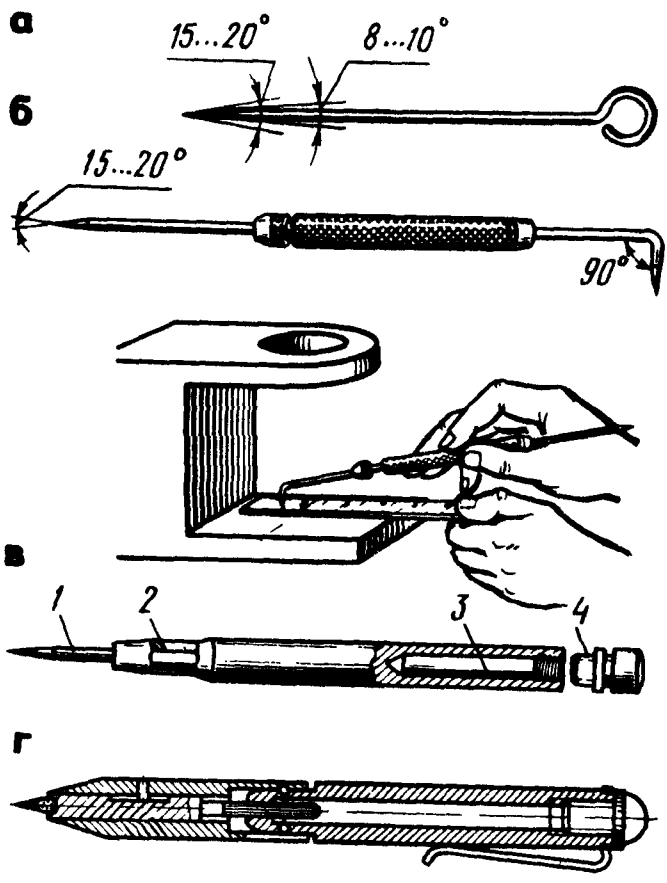


Рис. 32. Чертилки:
а – круглая, *б* – с отогнутым концом и ее применение, *в* – со вставными иглами, *г* – карманная; *1* – игла, *2* – корпус, *3* – запасные иглы, *4* – пробка

Кернер – слесарный инструмент, применяющийся для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях (керны делают для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали). Кернеры изготовляют из инструментальной углеродистой или легированной стали У7А, У8А, 7ХФ или 8ХФ. Рабочую часть кернеров (конус) термически обрабатывают на длине 15...30 мм до твердости $HRC_э$ 55...59, а ударную часть – на длине 15...25 мм до твердости $HRC_э$ 40...45. Средняя часть кернера имеет рифление (накатку) для удобства работы. Различают кернеры обыкновенные, специальные, пружинные (механические), электрические и др.

Обыкновенный кернер (рис. 34, *а*) представляет собой стальной стержень длиной 100, 125 или 160 мм и диаметром соответственно 8, 10 или 12 мм; его боек имеет сферическую поверхность. Острие кернера затачивают на периферии шлифовального круга под углом 50...60° (рис. 34, *б*). При более точной разметке пользуются малыми кернерами с острием, заточенным под углом 30...45°. У кернеров для разметки центров отверстий, подлежащих сверлению, острие затачивают под углом 75°

Применение специального кернера для накернивания малых отверстий и закруглений неболь-

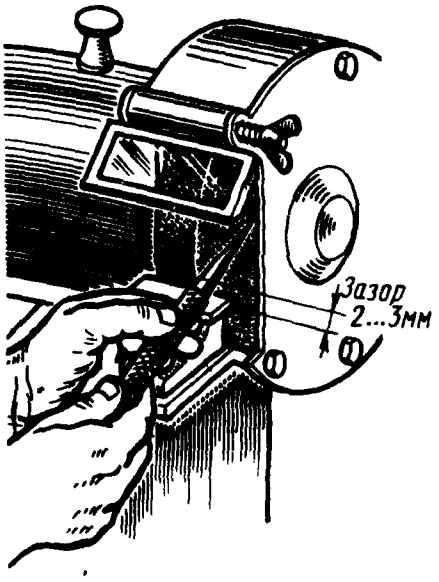


Рис. 33. Заточка чертилки

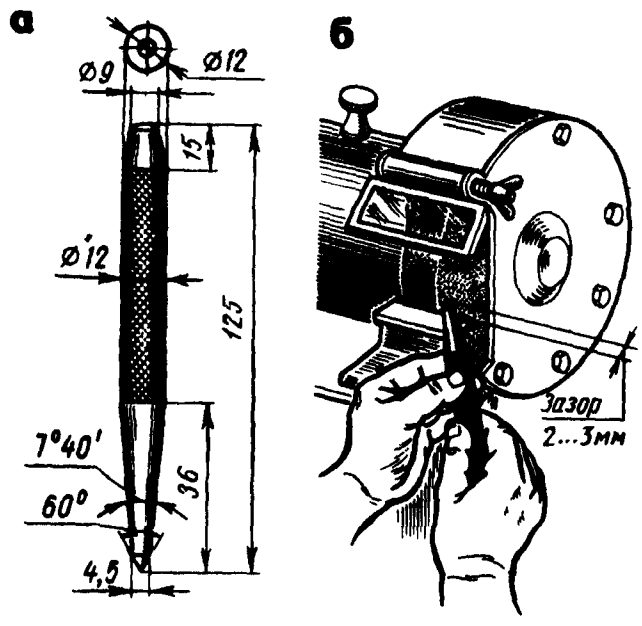


Рис. 34. Обыкновенный кернер (*а*) и его заточка (*б*)

ших радиусов (рис. 35, *а*) заметно повышает качество разметки и производительность.

Кернер для шаговой разметки (рис. 35, *б*) состоит из двух кернеров – основного *1* и вспомогательного *2*, скрепленных общей планкой *3*. Расстояние между ними регулируется планкой *3* в зависимости от шага размечаемых отверстий. Первое углубление накернивают кернером *1*. Затем в полученное углубление вставляют кернер *2* и ударом молотка по кернеру *1* накернивают углубление. После этого кернер *2* переставляют в следующее положение. Шаг между отверстиями выдерживается автоматически, чем достигаются точность разметки и повышение производительности.

Кернер с лупой (рис. 35, *в*) состоит из хомутиков *5* и *7*, соединенных винтом *6* и затягиваемых после установки лупы *8* по зре-

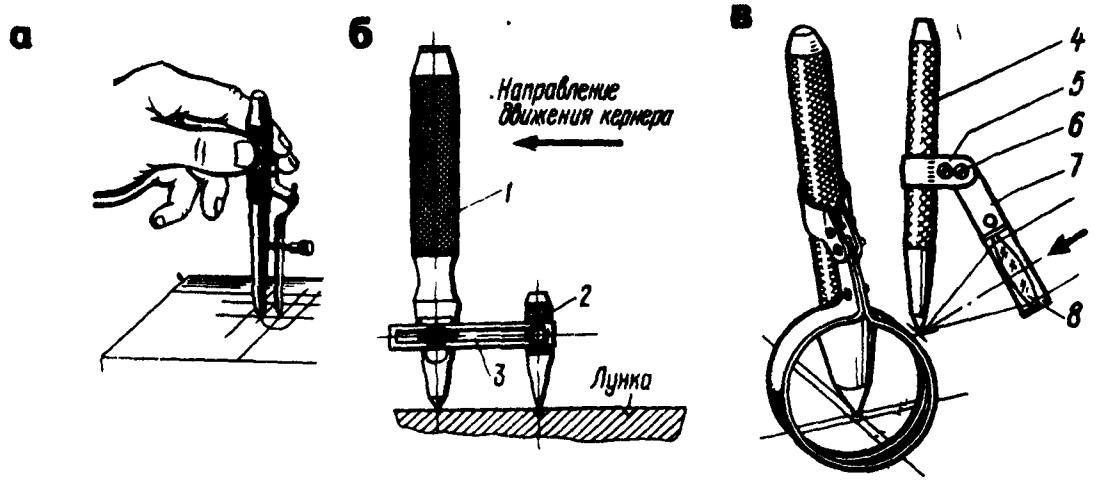


Рис. 35. Специальные кернеры:
а – для накернивания дуг окружности, *б* – шаговый, *в* – с лупой

нию рабочего. В хомутике *7* помещается 3...5-кратная лупа, хому тик *5* служит для установки лупы на кернер *4* по высоте ее крепления

Пружинный (механический) кернер (рис. 36) при меняют для точной разметки тонких и ответственных изделий. Принци его действия основан на сжатии и мгновенном освобождении пружины

Кернер имеет свинченный из трех частей *3, 5* и *6* корпус, в которо помещаются пружины *7, 11,* стержень *2* с кернером *1,* ударник *8* со сме щающимся сухарем *10* и плоская пружина *4.* При нажатии на издели острием кернера внутренний конец стержня *2* упирается в сухарь, в ре зультате чего ударник перемещается вверх и сжимает пружину *7.* Упер шись в ребро заплечника *9,* сухарь сдвигается в сторону и кромка его

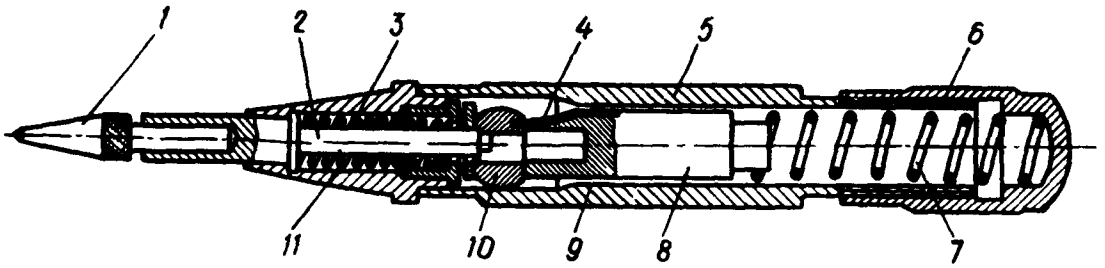


Рис. 36. Пружинный кернер

сходит со стержня *2.* В этот момент ударник под действием силы сжатой пружины *7* наносит по концу стержня с кернером удар. Сразу после это го пружиной *11* восстанавливается начальное положение кернера. Силу удара (10...15 Н) регулируют, ввинчивая или вывинчивая упорный колпачок *6.* Вместо кернера *1* в стержень *2* можно вставить клеймо и тогда механический кернер можно использовать для клеймения деталей.

Электрический кернер (рис. 37) состоит из корпуса *6,* пружин *2* и *5,* ударника *3,* катушки *4* и кернера *1.* При нажатии установ-

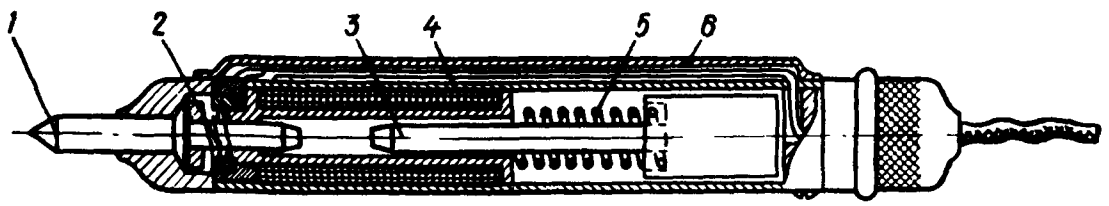


Рис. 37. Электрический кернер

ленным на риске острием кернера электрическая цепь замыкается и ток, проходя через катушку, создает магнитное поле. Ударник при этом мгновенно втягивается в катушку и наносит удар по стержню кернера. Во время переноса кернера в другую точку пружина *5* размыкает цепь, а пружина *2* возвращает ударник в исходное положение. Электрический кернер отличается высокой производительностью.

Пневматический "пистолет" (рис. 38, *а*) применяют для различных керновочных работ. Для удобства он снабжен ручкой *1,* расположенной под углом к оси корпуса, и пусковой кнопкой *2.*

Пневматический портативный кернер (рис. 38, *б*) отличается от других кернеров малыми размерами и отсутствием рукоятки, которой служит сам кернер.

Циркули используют для разметки окружностей и дуг, деления отрезков и окружностей, а также для геометрических построений. Циркулями пользуются и для переноса размеров с измерительных линеек на деталь.

Разметочные циркули бывают простыми или с дугой, точными (рис. 39, *а*) и пружинными (рис. 39, *б*). Простой циркуль состоит из двух шарнирно соединенных ножек – целых или со вставными иглами (рис. 39, *в*); нужный раствор ножек фиксируется винтом.

Особенностью конструкции циркуля, показанного на рис. 39, *а*, является устройство *3* для установки циркуля непосредственно по его шкале с точностью до 0,2 мм. Микрометрические винты *1* и *2* повышают точность этой установки. Сменные иглы *4* затягиваются гайками *5*.

Слесари-новаторы, стремясь повысить точность разметки, совершенствуют конструкции циркулей. Л.С. Новиков разработал конструкцию циркуля (рис. 39, *г*), состоящего из двух ножек *6*, снабженных на концах закаленными иглами *4*, и двух разъемных линз *7* с 5-кратным увеличением. Для точной установки размеров циркуль имеет микрометрический винт *2*. Преимущества этого циркуля – удобство и высокая точность установки. Однако его детали требуют особо аккуратного обращения и хранения.

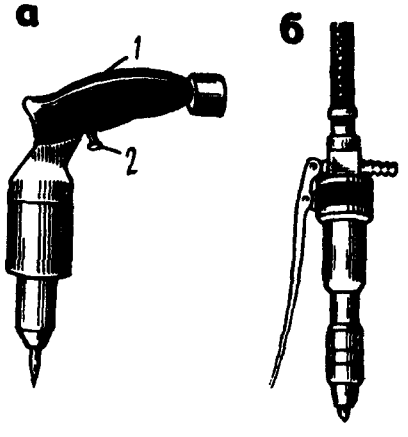


Рис. 38. Кернеры:
а – пневматический "пистолет", *б* – пневматический портативный

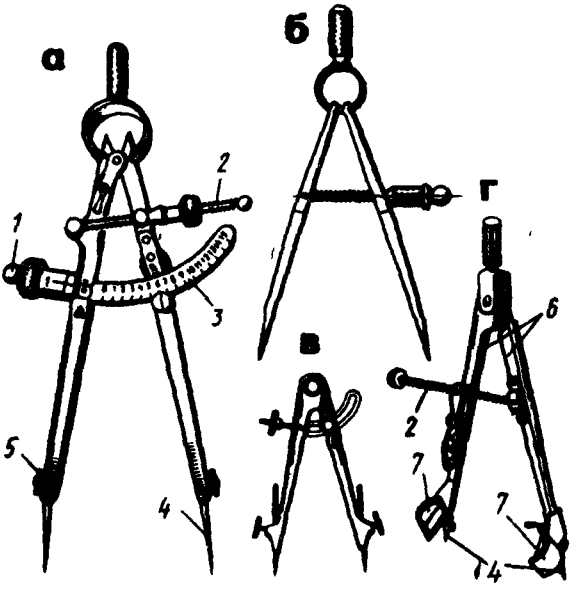


Рис. 39. Слесарные циркули:
а – точный, *б* – пружинный, *в* – со вставными иглами, *г* – с линзой

Штангенциркули. Разметочный штангенциркуль, показанный на рис. 40, *а*, предназначен для точной разметки прямых линий (рис. 40, *б*) и центров (рис. 40, *в*), а показанный на рис. 41 – для разметки окружностей больших диаметров.

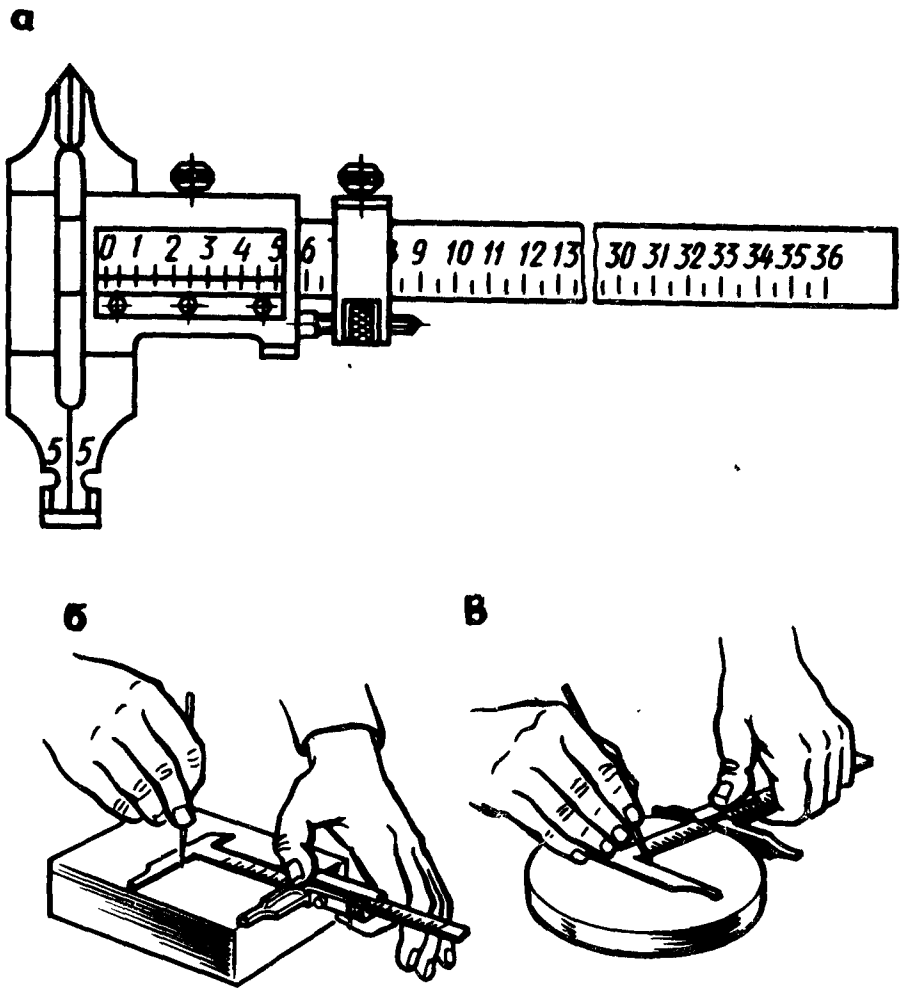


Рис. 40. Штангенциркуль для разметки окружностей больших диаметров:
а – устройство, *б* – нанесение прямых линий, *в* – разметка центра окружности

Последний имеет штангу *3* с миллиметровыми делениями и две ножки неподвижную *2* со стопорным винтом *1* и подвижную *9* с рамкой *5*, нониусом *6* и стопорным винтом *4* для закрепления рамки *5*. Стопорный винт *7* служит для крепления вставной иглы *8* (*10*), которая перемещается вниз и вверх и может устанавливаться на разных уровнях.

На рис. 42 показан усовершенствованный разметочный штангенциркуль для разметки окружностей. Он имеет штангу *9* с утолщенным концом, в котором устанавливается резец *2*. По штанге перемещается рамка *6* с нониусом *3*. В нижней части рамки находится встав-

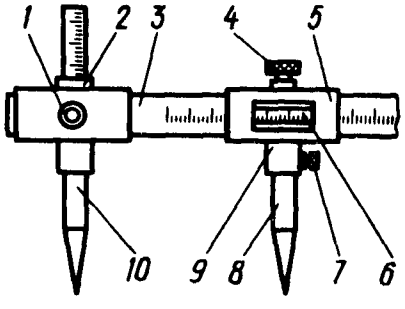


Рис. 41. Разметочный штангенциркуль

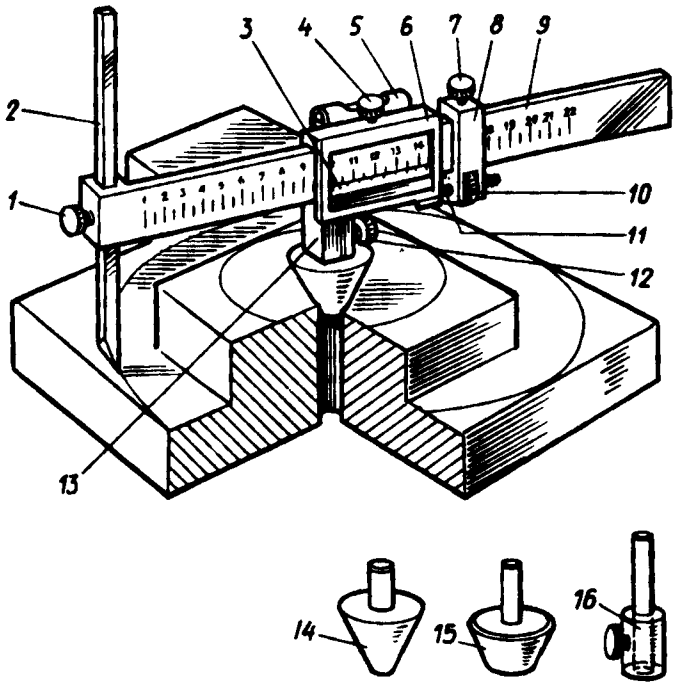


Рис. 42. Усовершенствованный разметочный штангенциркуль:
1 – стопорный зажим, *2* – резец, *3* – нониус, *4, 12* – зажимы, *5* – уровень, *6* – рамка, *7* – винт, *8* – хомутик, *9* – штанга, *10* – гайка, *11* – микрометрический винт, *13* – вставка, *14, 15* – сменные опоры, *16* – удлинитель

ка *13*, в отверстие которой вставляется сменная центрирующая коническая опора, закрепляемая зажимом *12*.

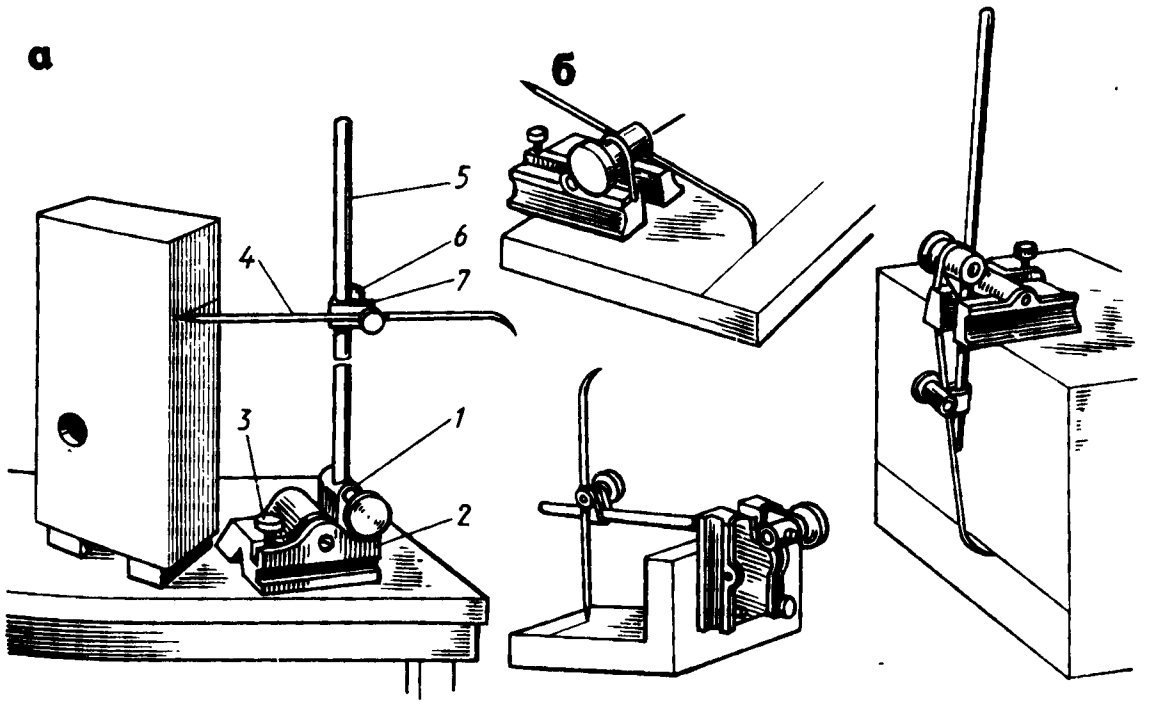


Рис. 43. Рейсмас (*а*) и его применение (*б*)

Рамка *6*, с помощью микрометрического винта *11* соединенная с хомутиком *8*, перемещается по штанге вручную и закрепляется зажимом *4*. Микрометрическая подача рамки осуществляется поворотом гайки *1* при закрепленном винтом *7* хомутике.

Перед разметкой вначале устанавливают центрирующую опору, соответствующую базовому отверстию, затем на плоскость размечаемой детали устанавливают резец. После этого проверяют горизонтальное положение штангенциркуля по уровню *5*, закрепляют резец стопорным зажимом *1* и производят разметку.

Рейсмас является основным инструментом для пространственной разметки и служит для нанесения параллельных, вертикальных и горизонтальных линий, а также для проверки установки деталей на плите. Он состоит из чугунного основания *2* (рис. 43, *а*), вертикальной стойки (штатива) *5*, винта с гайкой *6* для крепления чертилки *4*, установочного винта *3* для подводки иглы на точную установку размера, планки *1* и муфты *7*. Применение рейсмаса показано на рис. 43, *б*.

Для более точной разметки применяют рейсмас с микрометрическим винтом.

§ 14. ПОДГОТОВКА К РАЗМЕТКЕ

Перед разметкой необходимо выполнить следующее:

очистить заготовку от пыли, грязи, окалины, следов коррозии стальной щеткой и др.;

тщательно осмотреть заготовку; при обнаружении раковин, пузырей, трещин и т. п. точно измерить их и, составляя план разметки, принять меры к удалению этих дефектов в процессе дальнейшей обработки (если это возможно); все размеры заготовки должны быть тщательно рассчитаны, чтобы после обработки на поверхности не осталось дефектов;

изучить чертеж размечаемой детали, выяснить ее особенности и назначение; уточнить размеры; мысленно наметить план разметки (установку детали на плите, способ и порядок разметки); особое внимание уделить припускам на обработку (их берут из справочников в зависимости от материала и размеров детали, ее формы, способа установки при обработке);

определить базовые поверхности (базы) заготовки, от которых следует откладывать размеры в процессе разметки; при плоскостной разметке базами могут служить обработанные кромки заготовки или осевые линии, которые наносят в первую очередь; за базы удобно также принимать приливы, бобышки, платики;

подготовить поверхности к окрашиванию.

Окрашивание поверхностей. Для окрашивания используют различные красители.

Состав, представляющий собой мел, разведенный в воде (1:8), доводят до кипения. Затем, чтобы слой красителя не стирался, в него добавляют жидкий столярный клей (50 г на 1 кг мела). После добавления клея состав еще раз кипятят. Во избежание порчи состава

(особенно в летнее время) в раствор добавляют немного льняного масла и сиккатива, ускоряющего высыхание красителя. Таким красителем покрывают черные необработанные заготовки. Окрашивание производят малярными кистями. Однако этот способ малопроизводителен, поэтому, когда это возможно (особенно при крупных деталях или большой партии их), окрашивание выполняют с помощью распылителей (пульверизаторов), которые кроме ускорения работы обеспечивают равномерную и прочную окраску.

Обыкновенным сухим мелом натирают размечаемые поверхности. Окраска получается менее прочной. Этим способом окрашивают необработанные поверхности мелких неответственных заготовок.

Раствор медного купороса получают, растворив в стакане воды три полные чайные ложки кристаллического медного купороса. Очищенную от пыли, грязи и масла поверхность либо покрывают раствором медного купороса (кистью), либо смачивают водой и натирают куском медного купороса. Разметку делают после высыхания купороса.

На поверхности заготовки осаждается тонкий слой меди, на который хорошо наносятся разметочные риски. Этим способом окрашивают только стальные и чугунные заготовки с предварительно обработанными под разметку поверхностями.

Окрашивание спиртовым лаком, представляющим собой раствор шеллака в спирте с добавлением фуксина, применяют только при точной разметке обработанных поверхностей небольших изделий.

Быстросохнущие лаки и краски применяют для покрытия поверхностей больших обработанных стальных и чугунных отливок. Цветные металлы, горячекатаный листовой и профильный стальной материал лаками и красками не окрашивают.

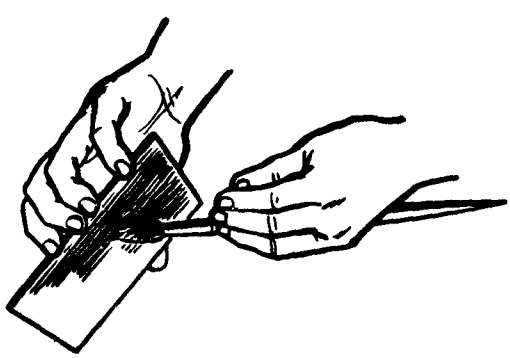


Рис. 44. Нанесение красителя на заготовку

При нанесении красителя (рис. 44) заготовку держат в левой руке в наклонном положении. Тонкий и равномерный слой красителя наносят на поверхность перекрестными вертикальными и горизонтальными движениями кисти. Раствор во избежание потеков набирают только концом кисти в небольшом количестве.

Нанесение разметочных рисок. Разметочные риски наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем — вертикальные, после этого — наклонные и последними — окружности, дуги закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность расположения прямых рисок: если они нанесены точно, дуга замкнет их и сопряжения получатся плавными.

Прямые риски наносят чертилкой, которая должна быть наклонена по направлению ее перемещения (рис. 45, *а*) и в сторону от линейки (рис. 45, *б*). Углы наклона должны соответствовать указанным на рисунке и не изменяться в процессе нанесения рисок, иначе риски не будут параллельны линейке. Чертилку все время прижимают к линейке, которая должна плотно прилегать к детали.

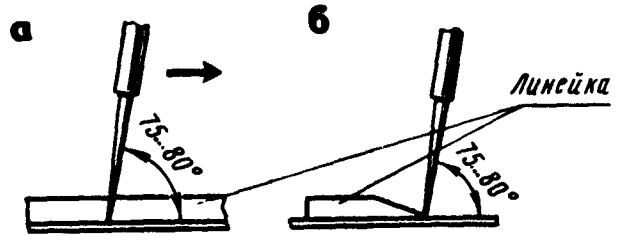


Рис. 45. Приемы нанесения прямых рисок:
а — с наклоном чертилки в сторону ее перемещения, *б* — с наклоном чертилки в сторону линейки

Риски проводят только один раз. Повторно провести линию по одному и тому же месту невозможно, поэтому в результате получается несколько параллельных рисок. Если риска нанесена некачественно ее закрашивают, дают красителю высохнуть и проводят риску вновь.

Перпендикулярные риски (не в геометрических построениях) наносят с помощью угольника. Деталь (заготовку) кладут в угол плиты и слегка прижимают грузом, чтобы она не сдвигалась в процессе разметки. Первую риску проводят по угольнику, полку которого прикладывают к боковой поверхности *б* (рис. 46, *а*) разметочной плиты (положение угольника *I – I*). После этого угольник прикладывают полкой к боковой поверхности *а* (положение *II – II*) и проводят вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

Параллельные риски наносят с помощью угольника (рис. 46, *б*), перемещая его на нужное расстояние.

Отыскание центров окружностей осуществляют с помощью центроискателей и центронаметчиков. Простейший центроискатель (рис. 47, *а*) представляет собой угольник с прикрепленной к нему линейкой, являющейся биссектрисой прямого угла. Установив угольник-центроискатель на наружную поверхность изделия, проводят чертилкой прямую. Она пройдет через центр окружности. Повернув угольник на некоторый угол (около 90°), проводят вторую прямую. На их пересечении и находится искомый центр.

При малом диаметре размечаемого торца центроискателями пользоваться неудобно. В этом случае используют кернер-центроискатель.

Кернер-центроискатель (рис. 47, *б*) применяют для нанесения центров на цилиндрических деталях диаметром до 40 мм. Он

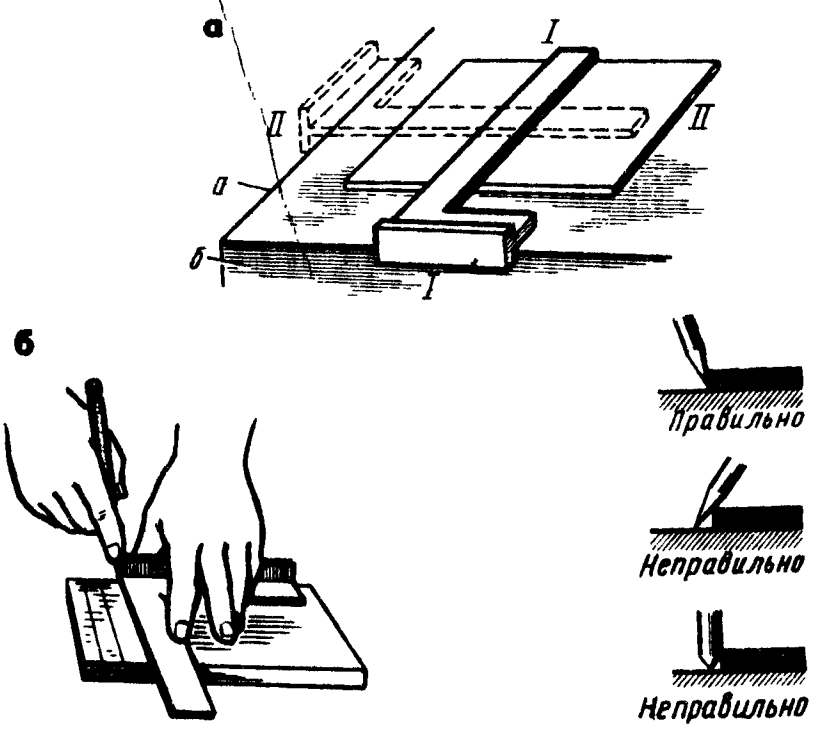


Рис. 46. Нанесение рисок:
а – перпендикулярных, *б* – параллельных

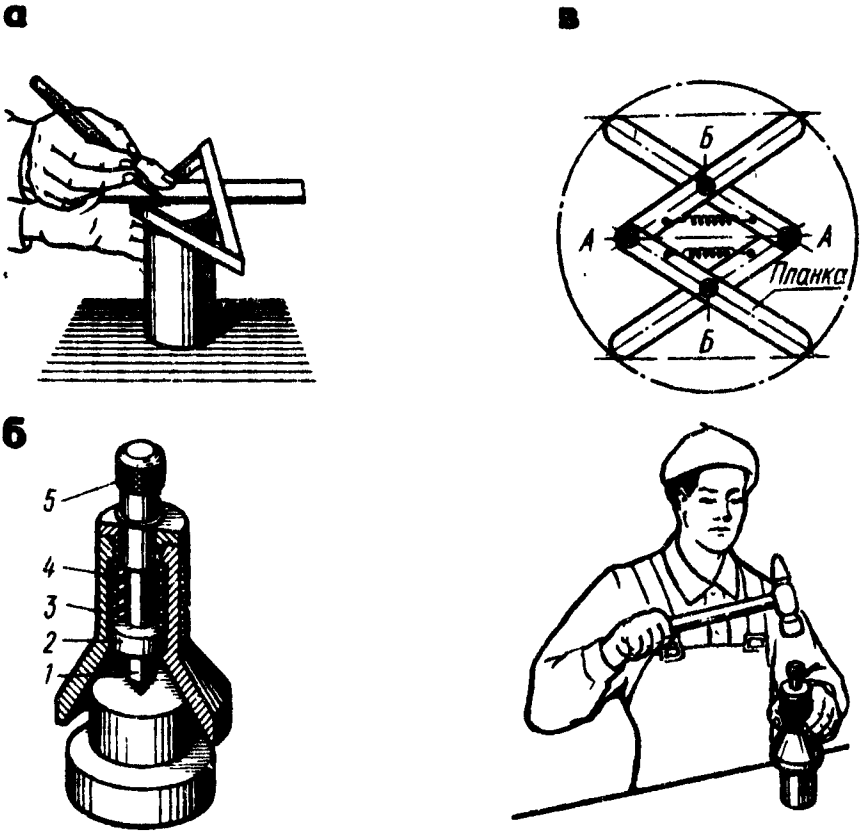


Рис. 47. Отыскание центров окружностей простейшим центроискателем (*а*), кернером-центроискателем (*б*) и шарнирным центроискателем (*в*)

имеет обыкновенный кернер *1*, помещенный в воронке (колоколе). В воронку вставлен фланец *2* с отверстием, в котором легко скользит кернер. Разметка заключается в том, что воронку прижимают к торцу изделия и молотком ударяют по головке *5* кернера. Под действием пружины *4* кернер всегда находится в нижнем положении.

Шарнирный центроискатель (рис. 47, *в*) имеет преимущества перед другими центроискателями. С его помощью находят положение центровых линий не только цилиндрических, но и конических, прямоугольных и других отверстий. Центроискатель имеет четыре шарнирно связанные между собой планки, соединенные пружинами. При работе центроискателя пружины прижимают концы планок к стенкам отверстия. Точки *А* и *Б*, нанесенные на оси шарниров, указывают положение взаимно перпендикулярных линий.

Разметка углов и уклонов производится с помощью транспортира (рис. 48, *а*), штангенциркулей, угломеров. При разметке транспортир (рис. 48, *б*) устанавливают на заданный угол. Удерживая левой рукой его основание, правой поворачивают широкий конец линейки до

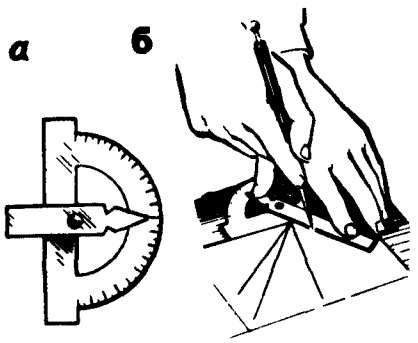


Рис 48. Транспортир для разметки углов и уклонов (*а*) и его применение (*б*)

тех пор, пока другой ее конец, имеющий форму стрелки, не совпадет с делением, соответствующим заданным градусам, нанесенным на основании. После этого линейку закрепляют шарнирным винтом, а затем чертилкой наносят линии.

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 49) с линейкой для измерения глубин вместо обычного нониуса имеет индикатор часового типа. Это инструмент успешно используется разметчиками, так как уменьшает напряжение зрения при взятии отсчетов и обеспечивает достаточную точность. Цена деления круговой шкалы индикатора составляет $^1/_{10}$ мм

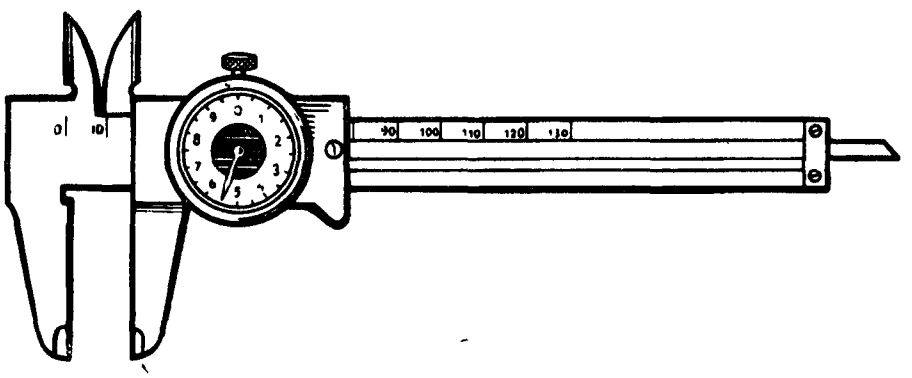


Рис. 49. Штангенциркуль ШЦ-1 с индикатором часового типа

предел измерения — 135 мм, рабочие поверхности губок закалены по всей длине.

Центроискатель-транспортир (рис. 50) отличается от обычного центроискателя наличием транспортира *2*, который с помощью движка *4* может перемещаться по линейке *3* и закрепляться на ней в нужном положении гайкой *5*. Линейка прикреплена к угольнику *1*. Транспортир дает возможность находить центры отверстий, расположенных на заданном расстоянии от центра цилиндрической детали и под любым углом. На рис. 50 найдено положение точки *d*, находящейся под углом 45° и на расстоянии 25 мм от центра.

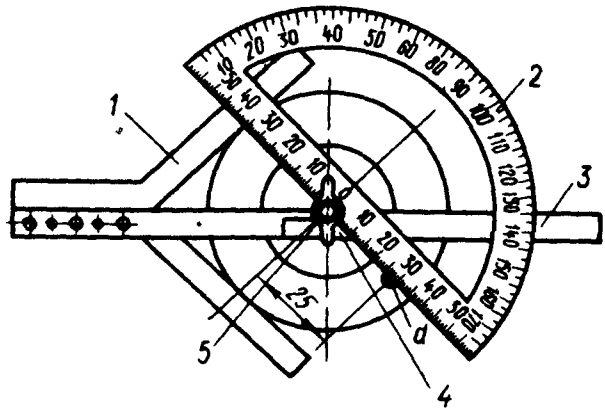


Рис. 50. Центроискатель-транспортир

Ватерпас с градусной шкалой (рис. 51, *а*) рационально применять при измерении уклонов с точностью до 0,0015° и при установке деталей на плите в тех случаях, когда плоскость разметочной плиты строго выверена по уровню.

Угломер часового типа (рис. 51, *б*) не требует большого напряжения зрения при установке угловых величин по шкале. Цена деления круговой шкалы — 5 угловых минут. Полный оборот стрелки соответствует изменению угла между линейками на 10°. В круглом отверстии циферблата отсчитывается цифра, соответствующая целому числу градусов. Вспомогательная ножка служит для измерения малых углов.

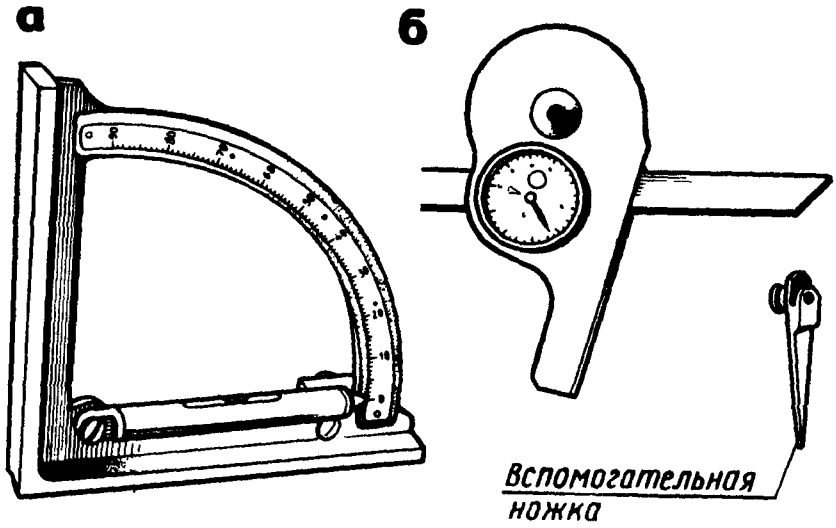


Рис 51. Ватерпас с градусной шкалой (*а*) и угломер часового типа (*б*)

§ 16. НАКЕРНИВАНИЕ РАЗМЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ

Керном называется углубление (лунка), образовавшееся от действия острия (конуса) кернера при ударе по нему молотком. Масса молотка должна быть соразмерна массе кернера.

При работе кернер берут тремя пальцами левой руки и ставят острием точно на разметочную риску так, чтобы острие кернера было строго на середине риски (рис. 52, *а*). Сначала наклоняют кернер в сторону себя и прижимают к намечаемой точке, затем быстро ставят в вертикальное положение, после чего по нему наносят легкий удар молотком массой 100...200 г (рис. 52, *б*).

Центры кернов должны располагаться точно на разметочных линиях, чтобы после обработки на поверхности детали оставались половины кернов (рис. 52, *в*). Керны обязательно ставят на пересечениях рисок и кругления. На длинных линиях (прямых) керны наносят на расстоянии 20...100 мм, на коротких линиях, перегибах, закруглениях и в углах на расстоянии 5...10 мм. Линию окружности достаточно накернить в

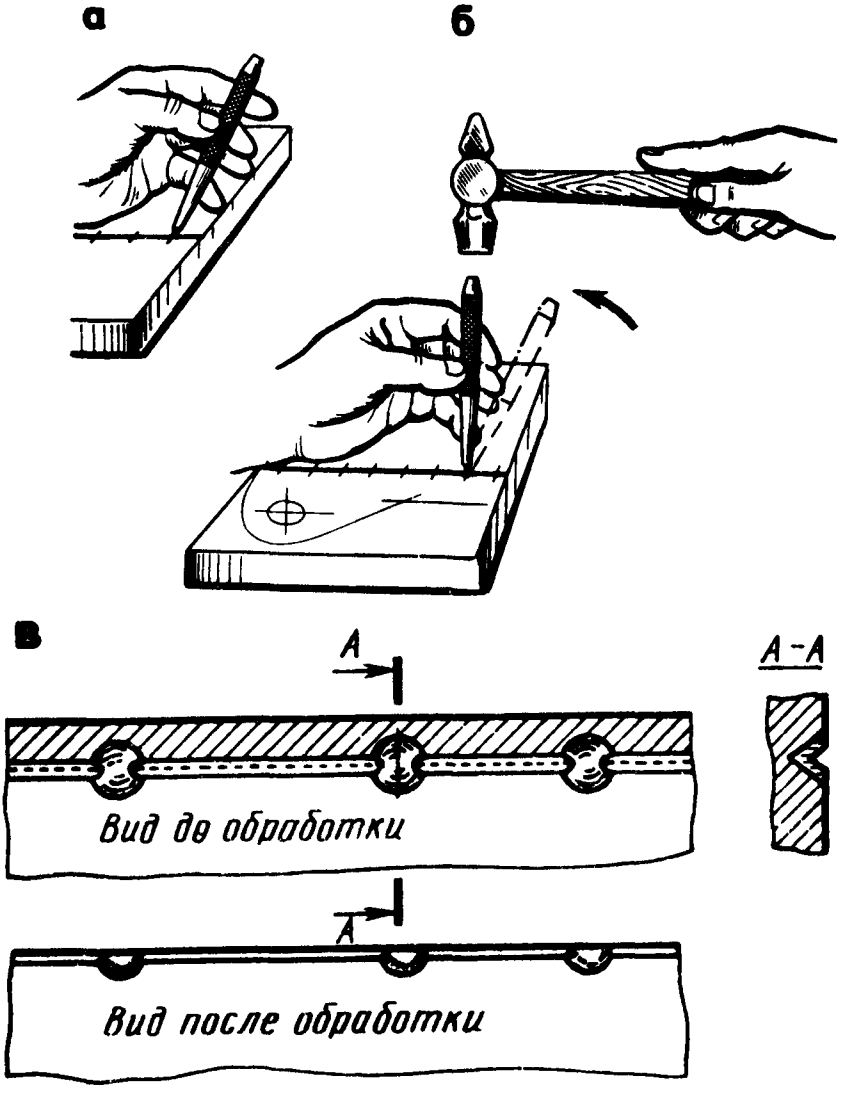


Рис. 52. Накернивание разметочных линий:
а – установка кернера, *б* – кернение, *в* – вид разметки

тырех местах — точках пересечения осей с окружностью. Керны, нанесенные неравномерно, а также не на самой риске, не обеспечивают возможности контроля обработки (точения, фрезерования и т. д.). На обработанных поверхностях деталей керны наносят только на концах линий. Иногда на чисто обработанных поверхностях риски не накернивают, а продолжают их на боковые грани и накернивают там.

Керны для сверления отверстий делают более глубокими, чем другие, чтобы сверло меньше уводило в сторону от разметочной точки.

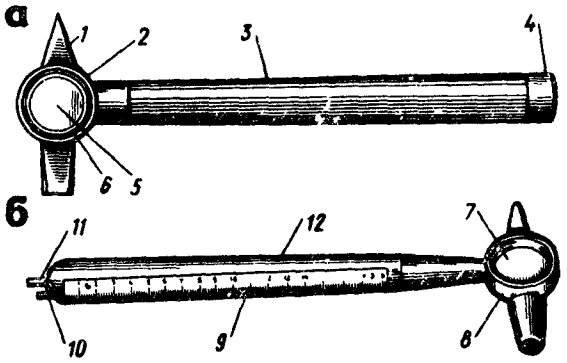


Рис. 53. Разметочные молотки:
а – В.М. Гаврилова,
б – В.Н. Дубравина

Разметочные молотки. Для разметочных работ используют оригинальный молоток В.М. Гаврилова (рис. 53, *а*). Особенность его состоит в том, что в уширенной части головки *1* молотка имеется круглое сквозное отверстие, в которое на резиновых амортизационных кольцах *6* вставлена четырехкратная линза *5*. Во избежание выпадания линза удерживается пружинными разрезными кольцами *2* из стальной проволоки. Деревянная рукоятка *3* – пустотелая, с торца закрывающаяся крышкой *4*. Она может служить пеналом для хранения кернеров, чертилок и т. п.

Молоток В.Н. Дубровина (рис. 53, *б*) может одновременно использоваться в качестве лупы, линейки и пенала для кернера, чертилки и т. п. В головке *8* молотка предусмотрено круглое отверстие, в котором укреплена линза *7*. К скошенной кромке рукоятки прикреплена стальная линейка *9* с миллиметровой шкалой. В торце рукоятки *12* высверлено два отверстия для хранения кернера *11* и чертилки *10*.

Молоток удобен в работе, повышает производительность труда, так как избавляет слесаря или разметчика от необходимости перехватывать рукой молоток и лупу для нанесения удара, повышает культуру производства.

Способы разметки. В целях повышения производительности труда слесари-новаторы пользуются усовершенствованными приемами разметки и специальными приспособлениями.

Разметка по шаблону обычно применяется при изготовлении больших партий одинаковых по форме и размерам деталей, но иногда этим способом размечают даже малые партии, но сложных изделий (рис. 54). Шаблоны изготовляют из листового материала толщиной 0,5...1 мм, а для деталей сложной формы или имеющих отверстия – толщиной 3...5 мм. При разметке шаблон накладывают на окрашенную заго-

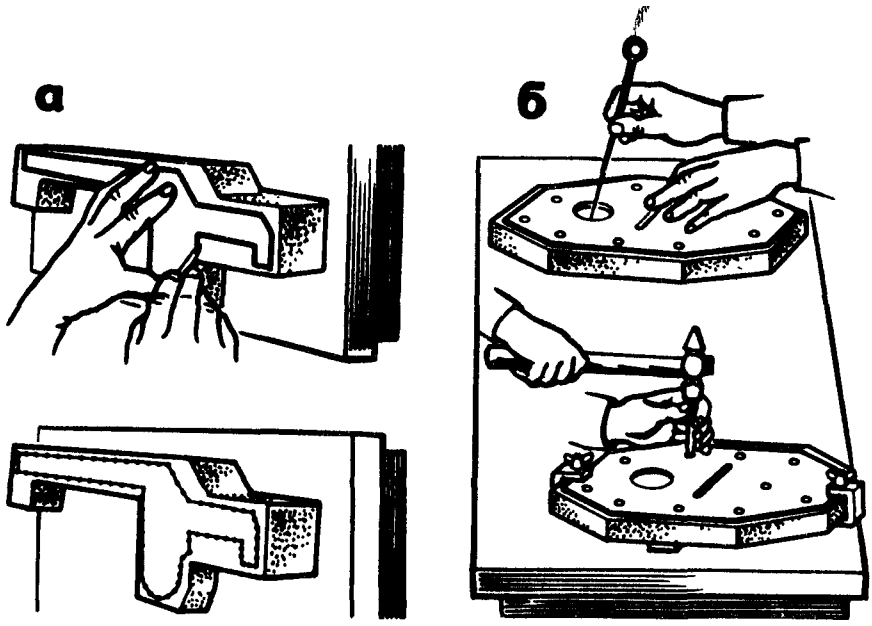


Рис. 54. Разметка по шаблону:
а – работа чертилкой и размеченная заготовка, *б* – работа чертилкой и накернивание

товку (деталь) и проводят чертилкой риску вдоль контура шаблона (рис. 54, *а*), после чего риску накернивают. С помощью шаблонов удобно размечать отверстия для сверления, так как при этом отпадает необходимость в геометрических построениях – деление отрезков и окружностей на части и др.

Отверстия размечают по шаблону чертилкой или кернером (рис. 54, *б*).

Иногда шаблон служит кондуктором, по которому деталь обрабатывают без разметки. Для этого его накладывают на заготовку, затем сверлят отверстия и обрабатывают боковые поверхности.

Целесообразность применения шаблона состоит в том, что разметочная работа, на которую затрачивается много времени, выполняется только один раз при изготовлении шаблона. Все последующие операции разметки представляют собой только копирование очертания шаблона. Разметочные шаблоны могут также использоваться и для контроля детали после обработки.

Разметка по образцу отличается тем, что не требует изготовления шаблона. Этот способ широко применяют при ремонтных работах, когда размеры снимают непосредственно с вышедшей из строя детали и переносят на размечаемый материал. При этом учитывают износ.

Разметку по месту чаще применяют при сборке больших деталей. Одну деталь размечают по другой в таком положении, в каком они должны быть соединены.

Разметка карандашом производится по линейке на заготовках из алюминия и дюралюминия. Размечать последние с помощью чертилки не разрешается, так как при нанесении рисок разрушается защитный слой и создаются условия для появления коррозии.

Точную разметку выполняют по тем же правилам, что и

обычную, но применяют более точные измерительные и разметочные инструменты. Поверхности размечаемых заготовок тщательно очищают и покрывают тонким слоем раствора медного купороса. Мел применять для окраски не рекомендуется, так как он быстро стирается, прилипает к рукам и загрязняет инструмент.

При нанесении рисок пользуются штангенрейсмасом с точностью 0,05 мм, а установку и выверку заготовок производят по индикатору. Более точную установку можно выполнить, применяя плоскопараллельные меры длины (плитки) и закрепляя их в специальных державках. Риски проводят неглубокие, а накернивание производят острозаточенным кернером с тремя ножками, расположенными под углом 90° друг к другу.

Разметка должна точно соответствовать размерам, указанным на чертеже; разметочные риски должны быть хорошо видны, не стираться в процессе обработки заготовки, не ухудшать внешний вид и не снижать качество детали, т.е. глубина рисок и керновых углублений должна соответствовать техническим требованиям.

Дефекты. Наиболее частыми дефектами при разметке являются следующие:

несоответствие размеров размеченной заготовки данным чертежа вследствие невнимательности разметчика или неточности разметочного инструмента;

неточность установки рейсмаса на нужный размер; причиной этого является невнимательность или неопытность разметчика, грязная поверхность плиты или заготовки;

небрежная установка заготовки на плите в результате неточной выверки плиты.

Безопасность труда. При разметочных работах необходимо соблюдать следующие правила безопасности труда:

установку заготовок (деталей) на плиту и снятие их с плиты необходимо выполнять только в рукавицах;

заготовки (детали) и приспособления надежно устанавливать не на краю плиты, а ближе к середине;

перед установкой заготовок (деталей) проверить плиту на устойчивость;

во время работы на свободные (неиспользуемые) острозаточенные концы чертилок обязательно надевать предохранительные пробки или специальные колпачки;

используемый для окрашивания медный купорос наносить только кисточкой, соблюдая меры предосторожности, так как он ядовит;

следить за тем, чтобы проходы вокруг разметочной плиты были всегда свободными;

проверять надежность крепления молотка на рукоятке;

удалять пыль и окалину с разметочной плиты только щеткой, а с крупных плит – метлой;

промасленную ветошь и бумагу складывать только в специальные металлические ящики с плотно закрывающейся крышкой.

Глава V. РУБКА МЕТАЛЛА

§ 17. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Рубкой называется слесарная операция, при которой с помощью режущего (зубила, крейцмейселя и др.) и ударного (слесарного молотка) инструмента с поверхности заготовки (детали) удаляются лишние слои металла или заготовка разрубается на части.

Рубка производится в тех случаях, когда по условиям производства станочная обработка трудно выполнима или нерациональна и когда не требуется высокой точности обработки.

Рубка применяется для удаления (срубания) с заготовки больших неровностей (шероховатостей), снятия твердой корки, окалины, заусенцев, острых углов кромок на литых и штампованных деталях, для вырубания шпоночных пазов, смазочных канавок, для разделки трещин в деталях под сварку (разделка кромок), срубания головок заклепок при их удалении, вырубания отверстий в листовом материале. Кроме того, рубка применяется, когда необходимо от круглого, полосового или листового материала отрубить какую-то часть.

Заготовку перед рубкой закрепляют в тисках. Крупные заготовки рубят на плите или наковальне, а особо крупные — на том месте, где они находятся.

В зависимости от назначения обрабатываемой детали рубка может быть чистовой и черновой. В первом случае зубилом за один рабочий ход снимают слой металла толщиной от 0,5 до 1 мм, во втором — от 1,5 до 2 мм. Точность обработки, достигаемая при рубке, составляет 0,4...1 мм.

При рубке, как и при большинстве слесарных операций (опиливании, сверлении, шабрении, притирке и др.), осуществляется резание — процесс удаления режущим инструментом с обрабатываемой заготовки (детали) лишнего слоя металла в виде стружки.

Режущая часть (лезвие) любого режущего инструмента представляет собой клин (зубило, резец) или несколько клиньев (ножовочное полотно, метчик, плашка, фреза, напильник) с определенными углами (рис. 55, *а–з*).

Зубило — это простейший режущий инструмент, в котором форма клина выражена особенно четко (рис. 56, *а*).

В зависимости от того, как будет заострен режущий клин (рис. 56, *б*), как он будет установлен по отношению к плоскости (поверхности) детали и как будет направлена сила, двигающая клин в слое металла, можно получить наибольший или наименьший выигрыш в силе, затрачиваемой в процессе резания, снизить шероховатость поверхности, увеличить срок службы инструмента.

Чем острее клин, т.е. чем меньше угол, образованный его сторонами, тем меньшее усилие потребуется для его углубления в материал. Теорией и практикой резания установлены определенные углы заострения режущих инструментов для различных металлов. Элементы и геометрическая форма режущей части зубила изображены на рис. 57.

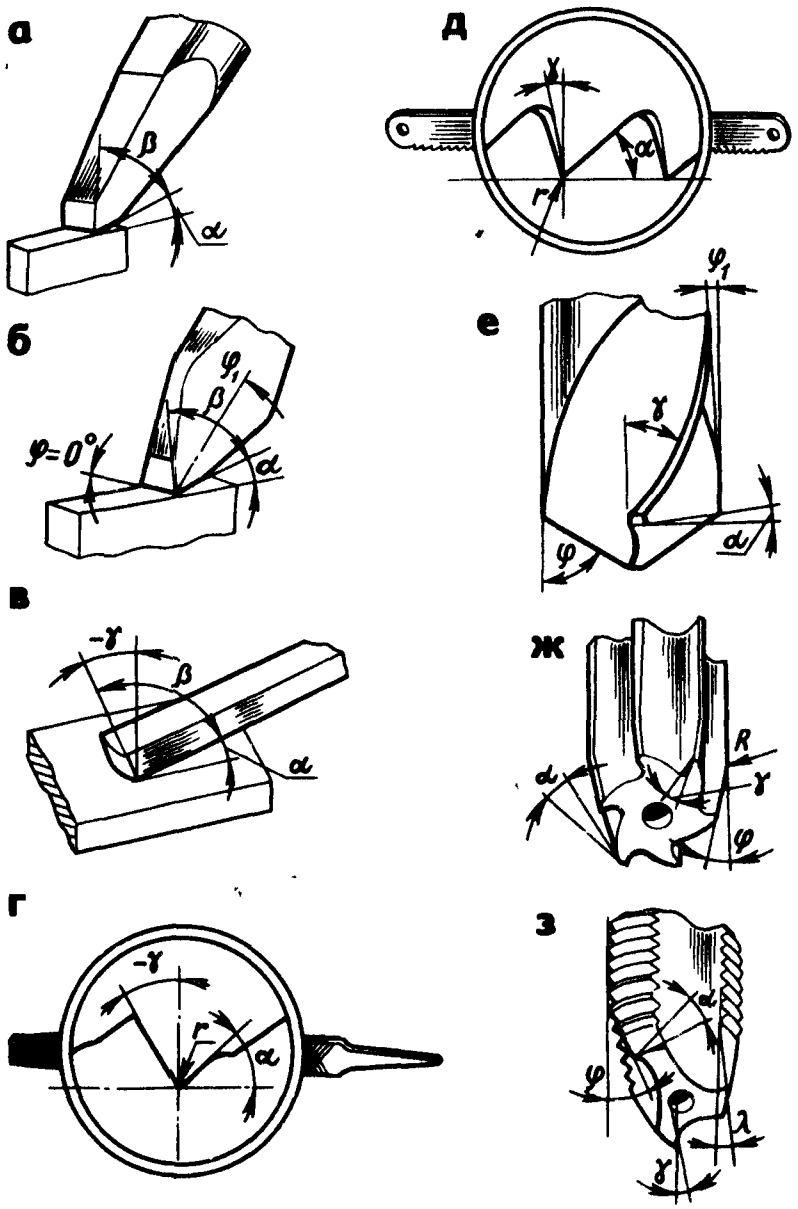


Рис. 55. Углы режущей части слесарного инструмента *а* – зубила, *б* – крейцмейселя, *в* – шабера, *г* – напильника, *д* – ножовочного полотна, *е* – сверла, *ж* – развертки, *з* – метчика

На обрабатываемой заготовке различают обрабатываемую и обработанную поверхности, а также поверхность резания. Обрабатываемой называется поверхность, с которой будет сниматься слой материала (стружка), а обработанной – поверхность, с которой стружка снята. Поверхность резания – это поверхность, образуемая на заготовке непосредственно главной режущей кромкой инструмента.

Поверхность, по которой сходит стружка при резании, называется передней, а противоположная ей поверхность, обращенная к обработанной поверхности заготовки, – задней. Пересечение передней и задней поверхностей образует режущую кромку, ширина которой у зубила обычно равна 15...25 мм.

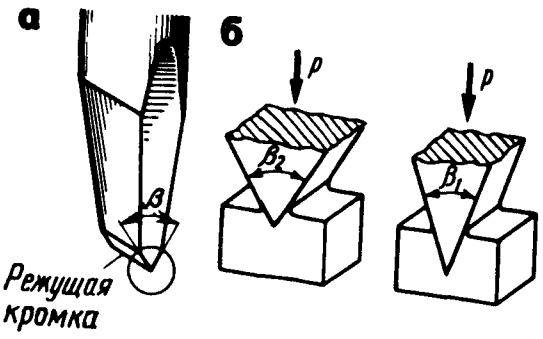


Рис. 56. Клин-зубило (*а*) и углы его заострения (*б*)

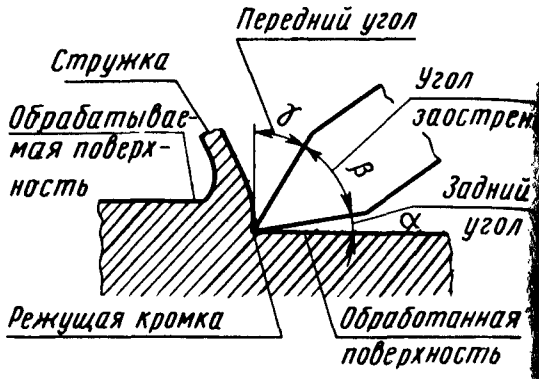


Рис. 57. Элементы резания и геометр режущей части зубила

Угол заострения β – это угол, образованный между перед ней и задней поверхностями инструмента.

Передний угол γ – это угол между передней поверхностью плоскостью, проведенной через режущую кромку перпендикулярно об работанной поверхности. Чем больше у инструмента передний угол, тем меньше угол заострения и, следовательно, меньше усилие резания, но ре жущая часть – менее прочная и стойкая.

Задний угол α, образуемый задней поверхностью и поверхно стью резания, должен быть очень небольшим (3...8°). Если зубил наклонить под бóльшим углом, оно врежется в обрабатываемую поверх ность; при меньших углах зубило скользит, не производя резания. Это угол уменьшает трение задней поверхности инструмента об обработа ную поверхность.

Угол резания δ – это угол между передней и обрабатываемо поверхностями, равный сумме угла заострения и заднего угла, т. $\delta = \beta + \alpha$.

Действие клинообразного инструмента на обрабатываемый метал изменяется в зависимости от положения оси клина и направления дей ствия силы P. Различают два основных вида работы клина:

ось клина и направление действия силы P перпендикулярны поверх ности заготовки (заготовка разрубается);

ось клина и направление действия силы P образуют с поверхность заготовки угол, меньший 90° (с заготовки снимается стружка).

Во втором случае передняя поверхность клина сжимает находящийс перед нею срубаемый слой металла, отдельные частицы которого смещ ются друг относительно друга; когда напряжение в металле превыси прочность последнего, происходит сдвиг или скалывание его части в результате чего образуется стружка.

§ 18. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РУБКИ

Режущий инструмент. Слесарное зубило представляет со бой стальной стержень, изготовленный из инструментальной углероди стой или легированной стали (У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ). Зубило состоит из

трех частей – рабочей, средней и ударной (рис. 58, *а*). Рабочая часть *2* зубила представляет собой стержень с клиновидной режущей частью (лезвием *1* на конце, заточенной под определенным углом. Ударная часть (боек) *4* сделана суживающейся кверху, вершина ее закруглена. За среднюю часть *3* зубило держат при рубке. Угол заострения выбирают в зависимости от твердости обрабатываемого металла. Рекомендуемые углы (град) заострения зубила для рубки некоторых материалов приведены ниже.

Твердые материалы (твердая сталь, бронза, чугун)	70
Материалы средней твердости (сталь)	60
Мягкие материалы (латунь, медь, титановые сплавы)	45
Алюминиевые сплавы	35

Зубило изготовляют длиной 100, 125, 160, 200 мм, ширина рабочей части соответственно равна 5, 10, 16 и 20 мм. Рабочую часть зубила на длине 0,3...0,5 закаливают и отпускают. После термической обработки режущая кромка должна иметь твердость $HRC_э$ 53...59, а боек – $HRC_э$ 35...45.

При испытании зубила на прочность и стойкость им отрубают зажатую в тиски полосу из стали марки Ст6 толщиной 3 мм и шириной 50 мм. После испытания на лезвии зубила не должно быть вмятин, выкрошенных мест и заметных следов затупления.

Степень закалки зубила можно определить старым напильником,

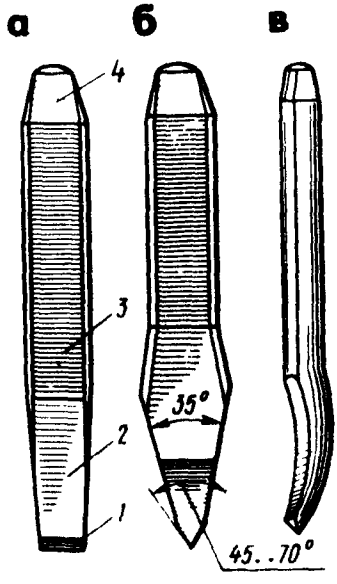


Рис. 58. Инструменты для рубки:
а – зубило, *б* – крейцмейсель, *в* – канавочник

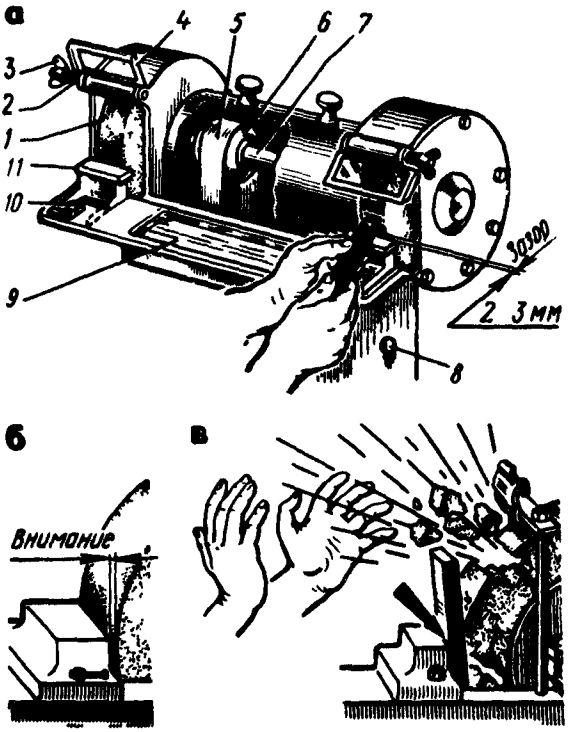


Рис. 59. Заточка зубила на заточном станке (*а*) и установка подручника (*б*, *в*):
1 – шлифовальный круг, *2* – пружина, *3* – гайка-барашек, *4* – экранчик, *5* – ремень, *6* – шкив, *7* – вал, *8* – магнитный пускатель (кнопка), *9* – ванночка для охлаждающей жидкости, *10* – регулировочный болт, *11* – передвижной подручник

которым проводят по закаленной части. Если при этом напильник не снимает стружку с закаленной части зубила (на ней остаются лишь ед. заметные риски), закалка выполнена хорошо.

Крейцмейсель (рис. 58, *б*) отличается от зубила более узкой режущей кромкой и предназначен для вырубания узких канавок, шпоночных пазов и т. п. Однако довольно часто им пользуются для срубания поверхностного слоя с широкой плиты: сначала крейцмейселем прорубают канавки, а оставшиеся выступы срубают зубилом. Крейцмейсели изготовляют из тех же материалов, что и зубила. Значения углов заострения и твердости рабочих и ударных частей крейцмейселя и зубила также одинаковы.

Для вырубания профильных канавок — полукруглых, двугранных и других — применяют специальные крейцмейсели, называемые канавочниками (рис. 58, *в*); они отличаются от крейцмейселя только формой режущей кромки. Канавочники изготовляют из стали У8, длиной 80, 100, 120, 150, 200, 300 и 350 мм с радиусом закругления 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 мм.

Заточка инструмента на станке вручную. Заточка зубил и крейцмейселей производится на заточном станке (рис. 59, *а*). Для заточки зубила или крейцмейсель накладывают на передвижной подручник *11* и с легким нажимом медленно передвигают по всей ширине шлифовального круга, периодически поворачивая инструмент то одной, то другой стороной. Не следует допускать сильных нажимов на затачиваемый инструмент, так как это приводит к перегреву режущей кромки, в результате чего лезвие теряет первоначальную твердость.

Перед заточкой инструмента подручник устанавливают как можно ближе к шлифовальному кругу (рис. 59, *б*). Зазор между подручником и заточным кругом должен быть не более 2...3 мм, чтобы затачиваемый инструмент не мог попасть между кругом и подручником (рис. 59, *в*).

Заточку лучше всего вести с охлаждением водой, в которую добавлено 5 % соды, или на мокром круге. Несоблюдение этого условия вызывает повышенный нагрев, отпуск и уменьшение твердости инструмента, а следовательно, и стойкости в работе. Боковые грани после заточки должны быть плоскими, одинаковыми по ширине и с одинаковыми углами наклона.

Проверка угла заточки инструмента. После заточки зубила или крейцмейселя с режущих кромок снимают заусенцы. Угол заострения

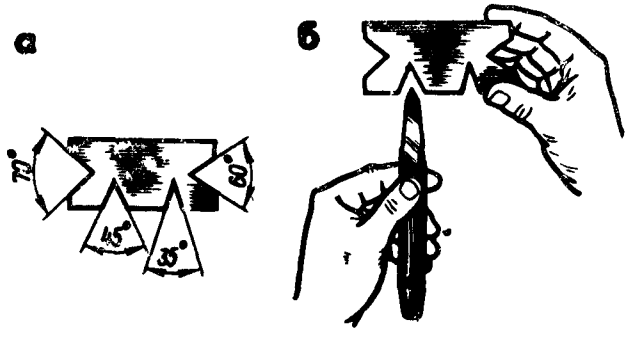


Рис. 60 Шаблон (*а*) и проверка им угла заточки зубила (*б*)

проверяют шаблоном, представляющим собой пластинки с угловыми вырезами 70, 60, 45 и 35° (рис. 60, *а, б*).

Наиболее совершенным является прибор, допускающий проверку разных режущих инструментов (зубил, крейцмейселей, сверл и др.). Прибор (рис. 61, *а*) состоит из основного диска *1* Ø 75 мм с градуированной шкалой от 10 до 140°, диска *2*, вращающегося на винте-оси *3*, стопорного винта *4* и установочной риски *5*. Прием измерения угла заточки зубила для металлов средней твердости (сталь) показан на рис. 61, *б*.

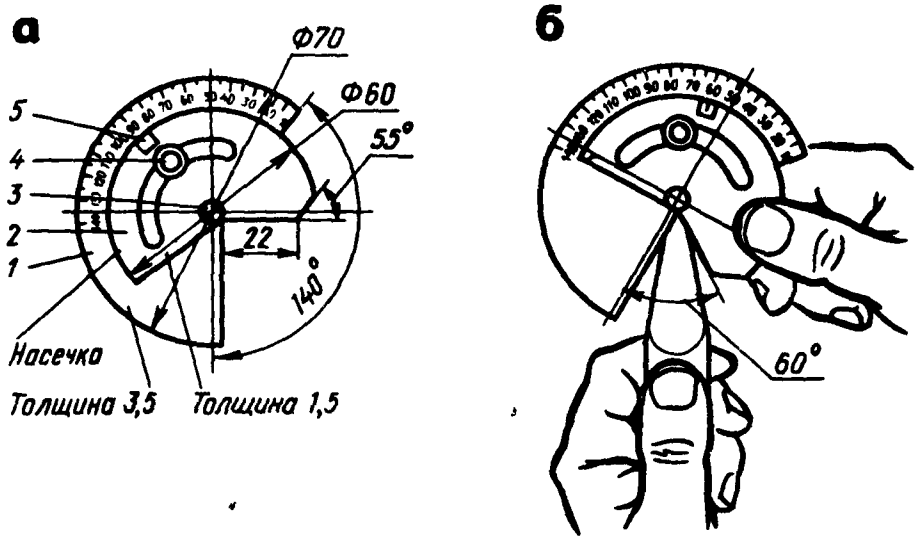


Рис 61 Прибор для проверки элементов режущих инструментов: *а* – устройство, *б* – прием измерения

Слесарный молоток – это инструмент для ударных работ, состоящий из ударника и рукоятки. Молотки изготовляют двух типов – с квадратным (рис. 62, *а*) и круглым (рис. 62, *б*) бойком. Основной характеристикой молотка является его масса.

Слесарные молотки с круглым бойком изготовляют шести номеров. Молотки № 1 массой 200 г рекомендуется применять для инструментальных работ, а также для разметки и правки; молотки № 2 (400 г), № 3 (500 г) и № 4 (600 г) – для слесарных работ; молотки № 5 (800 г) и № 6 (1000 г) применяют редко (при ремонтных работах).

Слесарные молотки с квадратным бойком изготовляют восьми номеров: № 1 (50 г), № 2 (100 г) и № 3 (200 г) – для слесарно-инструментальных работ; № 4 (400 г), № 5 (500 г) и № 6 (600 г) – для слесарных работ, рубки, гибки, клепки и др.; № 7 (800 г) и № 8 (1000 г) применяют редко (при выполнении ремонтных работ). Для тяжелых работ применяют молотки массой 4...16 кг, называемые кувалдами.

Противоположный бойку *1* конец молотка называется носком *3*. Носок имеет клинообразную форму, округленную на конце. Носком пользуются при правке, расклинивании и т. д. Бойком наносят удары по зубилу или крейцмейселю. Рабочие части молотка – боек квадратной

или круглой формы и носок клинообразной формы – термически рабатывают до твердости $HRC_э$ 49...56.

Изготовляют молотки из сталей 50 и 40Х и инструментальных у родистых сталей марок У7 и У8. В средней части молотка имеется от стие овальной формы, служащее для крепления рукоятки.

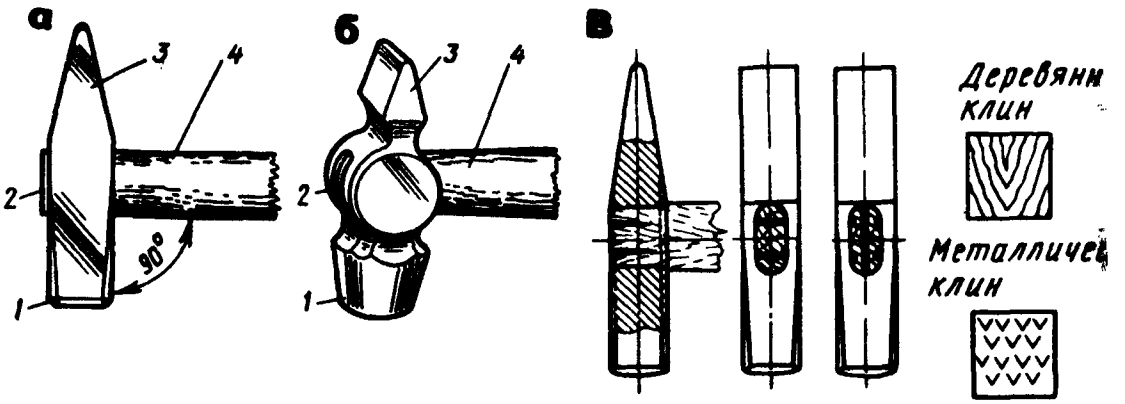


Рис. 62. Молотки с квадратным (*а*) и круглым (*б*) бойками; схемы расклини ния рукояток (*в*)

Рукоятку *4* молотка изготовляют из твердой древесины (кизи рябина, дуб, клен, граб, ясень, береза) или из синтетических матер алов. Рукоятка имеет овальное сечение; свободный ее конец в 1,5 ра толще конца, на который насаживается ударник.

Конец *2*, на который насаживается ударник, расклинивается деревя ным клином, смазанным столярным клеем, или металлическим клино на котором делают насечки (ерши). Толщина клиньев в узкой час равна 0,8...1,5 мм, а в широкой – 2,5...6 мм.

Если отверстие молотка имеет только боковое расширение, забив ют один продольный клин; если расширение идет вдоль отверстия, т забивают два клина (см. рис. 62, *в*); если расширение отверстия напра лено во все стороны, забивают три стальных или три деревянных клина располагая два параллельно, а третий – перпендикулярно им. Правильн насаженным считается молоток, у которого ось рукоятки образуе с осью молотка прямой угол.

Помимо обычных стальных молотков в некоторых случаях, напри мер при сборке машин, применяют так называемые "м я г к и е" м о л о т к и со вставками из меди, фибры, свинца и алюминиевых сплаво (рис. 63, *а*). При ударах, наносимых "мягким" молотком, поверхност материала заготовки почти не повреждается. Из-за дефицитности меди свинца и быстрого износа эти молотки мало эффективны и не всегд удобны в эксплуатации. В целях экономии металлов медные или свин цовые вставки заменяют резиновыми, более дешевыми и эффективным в работе. Такой молоток представляет собой стальной корпус *1* (рис. 64) на цилиндрические концы которого надеты накостыльники *2* из твердой резины. Резиновые накостыльники достаточно стойки против ударо и при износе легко заменяются новыми. Молотки этой конструкци

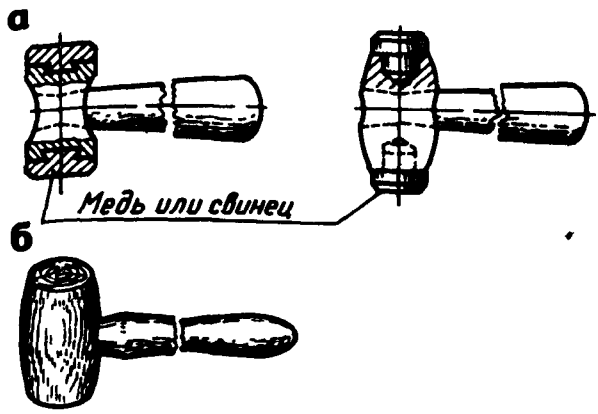


Рис. 63. Молотки:
а – со вставками из мягкого металла, *б* – деревянный (киянка)

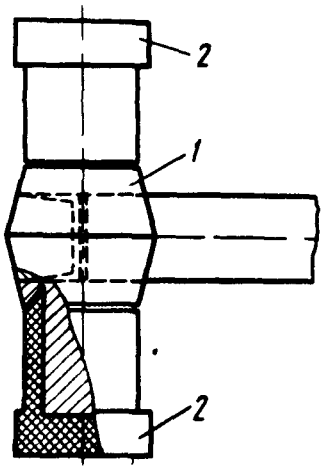


Рис. 64. Молоток с резиновым накостыльником

применяют при точных сборочных работах, особенно, когда приходится иметь дело с деталями невысокой твердости.

В некоторых случаях, например при изготовлении изделий из тонкой листовой стали, применяют деревянные молотки – киянки (см. рис. 62 и 63, *б*), которые бывают с круглым или прямоугольным ударником.

§ 19. ПРОЦЕСС РУБКИ

Тиски. При рубке используют наиболее прочные и тяжелые тиски. При слесарной рубке применяют поворотные и неповоротные тиски с параллельными губками, при тяжелой кузнечной – стуловые, которые крепят на специальной тумбе.

Положение корпуса и ног. Правильные положение корпуса и держание (хватка) инструмента при рубке – существенные условия высокопроизводительной работы. При рубке металла зубилом положение корпуса и ног должно обеспечивать наибольшую устойчивость рабочего при нанесении удара.

Положение рабочего при рубке зубилом будет правильным, если его корпус выпрямлен и расположен в пол-оборота (под углом 45°) к оси тисков (рис. 65, *а*), а левая нога выставлена на полшага вперед (рис. 65, *б*).

Держание (хватка) зубила. Зубило берут в левую руку за среднюю часть на расстоянии 15...20 мм от конца ударной части; сильно сжимать в руке зубило не следует. Удары наносят правой рукой (см. рис. 65, *а*). При движениях правой руки, наносящей удары по зубилу, левая рука играет роль балансира при последовательных установках инструмента.

Держание (хватка) молотка. Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15...30 мм от конца, обхватывая рукоятку четырьмя пальцами и прижимая к ладони; большой палец накладывают на указательный. Все пальцы остаются в таком положении при замахе и ударе. Этим способом держат молоток при так называемом нанесении кистево-

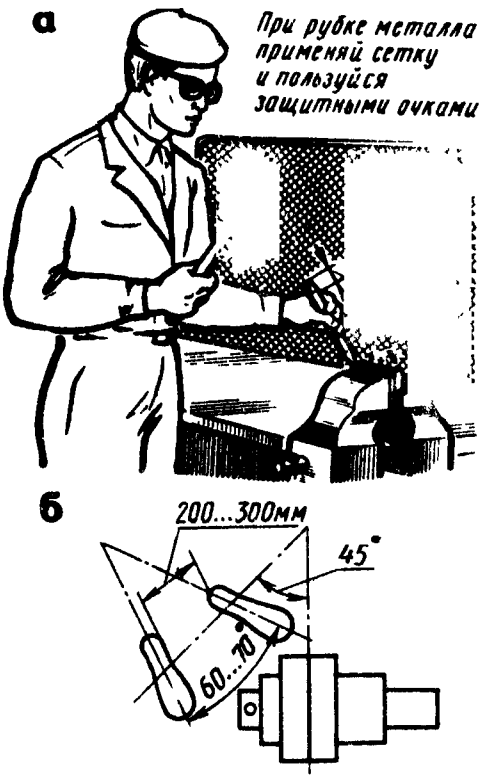
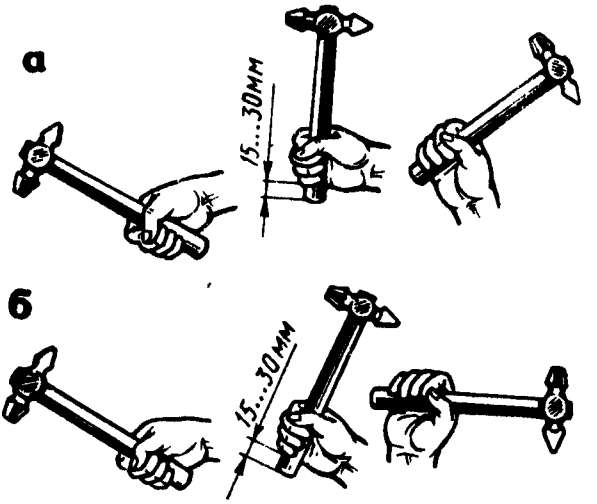


Рис. 65. Положение корпуса (*а*) и ног при рубке

Рис. 66. Держание (хватка) молотка без разжима (*а*) и с разжимом (*б*) пальцев



го удара без разжима пальцев (рис. 66, *а*). При другой хватке в начале замаха мизинец, безымянный и средний пальцы постепенно разжимают и рукоятку молотка охватывают только указательным и большим пальцами. Затем разжатые пальцы сжимают и ускоряют движение руки вниз. В результате удар молотком получается сильным. Этот способ хватки применяют при так называемом нанесении удара с разжимом пальцев (рис. 66, *б*).

Удары молотком. Существенное влияние на качество и производительность рубки оказывает характер замаха и удара молотком. Удар может быть кистевым, локтевым или плечевым.

При кистевом ударе (рис. 67, *а*) замах молотком осуществляют только за счет изгиба кисти правой руки. При этом замахе кисть в запястье сгибают до отказа, разжав слегка пальцы, кроме большого и указательного (при этом мизинец не должен сходить с рукоятки молотка). Затем пальцы сжимают и наносят удар. Кистевой удар применяют при выполнении точных работ, легкой рубке, срубании тонких слоев металла и т. д.

При локтевом ударе (рис. 67, *б*) правую руку сгибают в локте. При замахе действуют пальцы руки, которые разжимаются и сжимаются, кисть (движение ее вверх, а затем вниз) и предплечье. Для получения сильного удара руку разгибают достаточно быстро. Этим ударом пользуются при обычной рубке, срубании слоя металла средней толщины или прорубании пазов и канавок.

При плечевом ударе (рис. 67, *в*) рука движется в плече при этом получается большой замах и максимальной силы удар с плеча. В этом ударе участвуют плечо, предплечье и кисть. Плечевым ударом

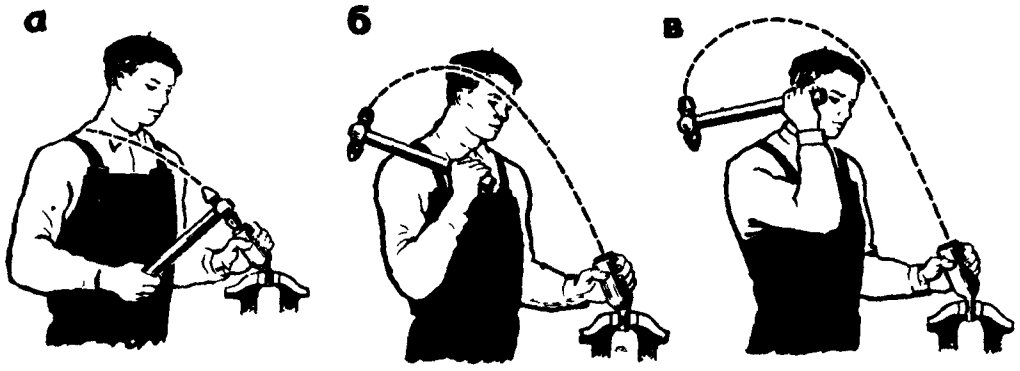


Рис. 67. Удары молотком:
а – кистевой, *б* – локтевой, *в* – плечевой

пользуются при снятии толстого слоя металла и обработке больших поверхностей.

Сила удара должна соответствовать характеру работы, а также массе молотка (чем тяжелее молоток, тем сильнее удар), длине рукоятки (чем она длиннее, тем сильнее удар), длине руки работающего (чем длиннее рука и выше замах, тем сильнее удар). При рубке действуют обеими руками согласованно (синхронно), метко наносят удары правой рукой, перемещая через определенные промежутки времени зубило левой рукой.

Угол установки зубила при рубке в тисках регулируют так, чтобы лезвие находилось на линии снятия стружки, а продольная ось стержня зубила располагалась под углом 30...35° к обрабатываемой поверхности (рис. 68, *а*) заготовки и под углом 45° – к продольной оси губок тисков (рис. 68, *б*). При меньшем угле наклона зубило будет соскальзывать, а при бóльшем – излишне углубляться в металл, вследствие чего обработанная поверхность получается неровной. Угол наклона зубила при рубке не измеряют; опытный слесарь по навыку ощущает наклон и регулирует положение зубила движением левой руки.

Во время рубки смотрят на режущую часть зубила, а не на боек, как это часто делает ученик-слесарь, и следят за правильным положением

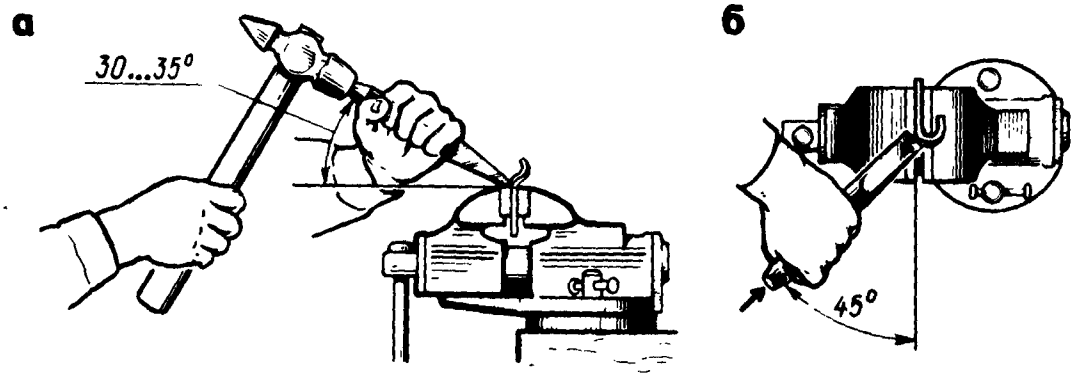


Рис. 68. Правильная установка зубила при рубке в тисках:
а – наклон зубила к обрабатываемой поверхности, *б* – наклон зубила к продольной оси губок тисков

лезвия. Удары наносят по центру бойка сильно, уверенно и метко. С навык приходит после тренировки.

Выбор массы молотка. Массу слесарного молотка выбирают в за симости от размера зубила (из расчета 40 г на 1 мм ширины лезвия била) и толщины снимаемого слоя металла (обычно толщина стру составляет 1...2 мм). При работе крейцмейселем массу молотка пр мают из расчета 80 г на 1 мм ширины лезвия.

При выборе молотка учитывают также физическую силу рабоче Масса молотка для ученика должна быть около 400 г, для молодого р бочего 16...17 лет — 500 г, для взрослого рабочего — 600...800 г. Уда осуществляют не за счет излишних мускульных усилий, ведущих к бы строму утомлению, а за счет ускоренного падения молотка. В моме нанесения удара рукоятку молотка прочно сжимают пальцами: слаб удерживаемый молоток при неточном ударе может отскочить в сторону что очень опасно.

§ 20. ПРИЕМЫ РУБКИ

Работа зубилом вручную требует выполнения основных правил рубки и соответствующей тренировки.

Разрубание металла. При разрубании металла зубило устанавливают вертикально и рубку ведут плечевым ударом (рис. 69). Листовой мета толщиной до 2 мм разрубают с одного удара, поэтому под него подкл дывают подкладку из мягкой стали. Листовой металл толщиной бол 2 мм или полосовой материал надрубают примерно на половину толщ ны с обеих сторон, а затем ломают, перегибая его поочередно в одну другую сторону, или отбивают.

Вырубание заготовок из листового металла. После разметки контура изготовляемой детали заготовку кладут на плиту и производят вырубку (не по линии разметки, а отступив от нее 2...3 мм — припуск на опиливание) в такой последовательности:

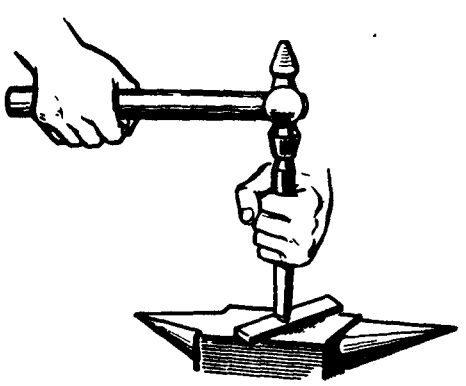


Рис. 69. Разрубание полосы на наковальне

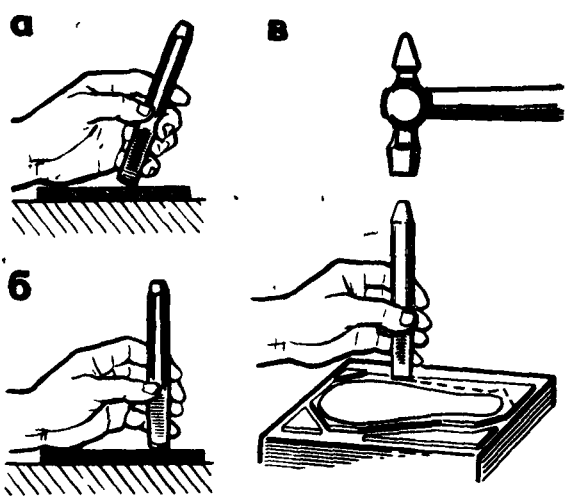


Рис. 70. Начало (*а*) и конец (*б*) установки зубила при рубке листового металла и надрубание по контуру (*в*)

устанавливают зубило наклонно так, чтобы лезвие было направлено вдоль разметочной риски (рис. 70, *а*);

зубилу придают вертикальное положение и наносят молотком легкие удары, надрубая по контуру (рис. 70, *б*);

рубят по контуру, нанося по зубилу сильные удары; при перестановке зубила часть лезвия оставляют в прорубленной канавке, а зубило из наклонного положения опять переводят в вертикальное и наносят следующий удар; так поступают непрерывно до конца (замыкания) разметочной риски;

перевернув лист, прорубают металл по ясно обозначившемуся на противоположной стороне контуру (рис. 70, *в*);

вновь переворачивают лист и заканчивают рубку (рис. 71, *а*); если лист относительно тонкий и прорублен достаточно, заготовку выбивают молотком (рис. 71, *б*).

При рубке зубилом с закругленным лезвием (рис. 72, *а*) канавка образуется ровная, а при рубке зубилом с прямым лезвием (рис. 72, *б*) – ступенчатая.

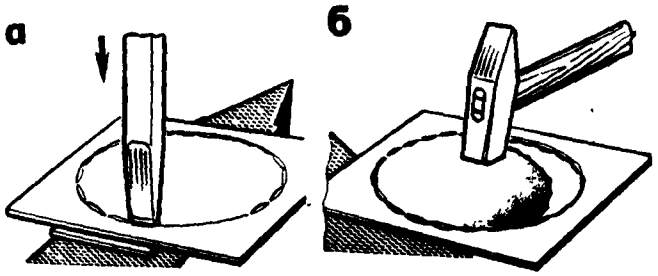


Рис. 71. Вырубание заготовки из листового металла:
а – прорубание заготовки по контуру, *б* – выбивание заготовки молотком

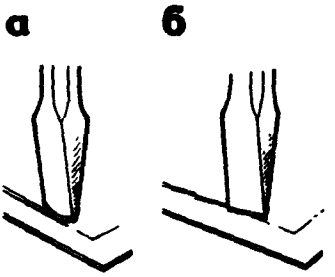


Рис. 72. Зубила с закругленным (*а*) и прямым (*б*) лезвиями

Рубку листового и полосового металла выполняют в тисках. Рубку листового материала, как правило, ведут по уровню губок тисков. Заготовку (изделие) крепко зажимают в тисках так, чтобы разметочная линия совпала с уровнем губок.

Зубило устанавливают к краю заготовки таким образом, чтобы режущая кромка лежала на поверхности двух губок, а середина режущей кромки соприкасалась с обрубаемым материалом на $^2/_3$ ее длины. Угол наклона зубила к обрабатываемой поверхности должен составлять 30...35° (рис. 73, *а*), а по отношению к оси губок тисков – 45° (рис. 73, *б*). Лезвие зубила при этом идет наискось относительно губок тисков и стружка слегка завивается. После снятия первого слоя металла заготовку переставляют выше губок тисков на 1,5...2 мм, срубают следующий слой и т. д.

Рубка по разметочным рискам (рис. 74) является наиболее трудной операцией. На заготовку предварительно наносят риски на расстоянии 1,5...2 мм одна от другой, а на торцах делают скосы (фаски) под углом 45°, которые облегчают установку зубила и предупреждают откалыва-

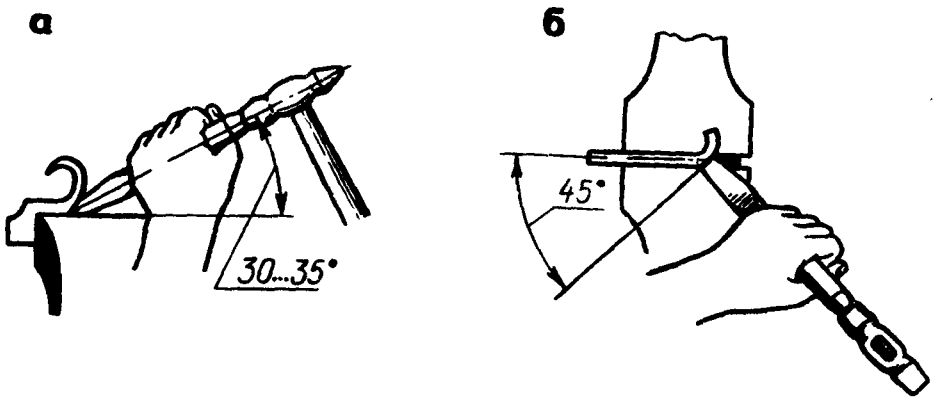


Рис. 73. Рубка листового металла в тисках:
а, б – наклон зубила соответственно к обрабатываемой поверхности и оси губок

ние края при рубке хрупких материалов. Заготовку зажимают в тисках так, чтобы были видны разметочные риски. Рубят строго по разметочным рискам. Первый удар наносят при горизонтальном положении зубила, дальнейшую рубку выполняют при наклоне зубила на 25...30°. Толщина последнего чистового слоя должна быть не более 0,5...0,7 мм.

Рубка широких поверхностей является трудоемкой и малопроизводительной операцией, применяемой в том случае, когда невозможно снять слой металла на строгальном или фрезерном станке.

Работу осуществляют в три приема. Предварительно на двух противоположных торцах заготовки срубают немного металла, делая фаски (скосы) под углом 30...45°, а на двух противоположных боковых торцах наносят риски, отмечающие глубину каждого рабочего хода. Затем на широкой поверхности заготовки выполняют параллельные риски, расстояние между которыми равно ширине режущей кромки крейцмейселя, и заготовку зажимают в тисках.

После этого крейцмейселем предварительно прорубают узкие канавки (рис. 75, *а*), а потом зубилом срубают оставшиеся между канавками выступы (рис. 75, *б*). После срубания выступов выполняют окончательную обработку. Такой способ (предварительное прорубание канавок на широких деталях) значительно облегчает и ускоряет рубку. На загото

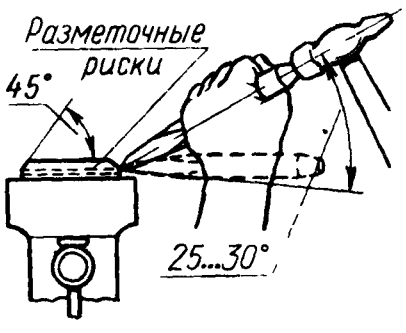


Рис. 74. Рубка по разметочным рискам

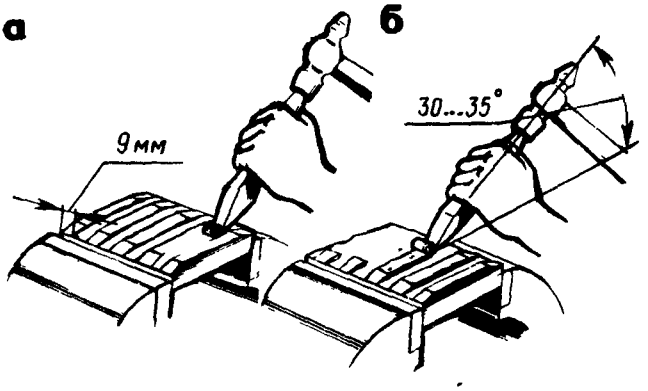


Рис. 75. Рубка широких поверхностей:
а – прорубание канавок крейцмейселем, *б* – срубание выступов зубилом

ках из чугуна, бронзы и других хрупких металлов во избежание откалывания краев делают фаски на расстоянии 0,5 мм от разметочной риски.

Вырубание криволинейных смазочных канавок и пазов (рис. 76, *а, б*) производят следующим образом. Сначала на поверхность заготовки наносят риски, затем крейцмейселем за один рабочий ход прорубают канавки глубиной 1,5...2 мм. Образованные после рубки неровности устраняют канавочником, придавая канавкам одинаковую ширину и глубину по всей длине заготовки. Глубину канавок проверяют шаблоном.

При **рубке цветных сплавов** рекомендуется режущую часть зубила слегка смачивать мыльной водой или протирать промасленной тряпкой, а при рубке алюминия – скипидаром. Это способствует увеличению стойкости режущей части зубила до очередной переточки.

Безопасность труда. При ручной рубке металлов следует выполнять следующие правила безопасности:

рукоятка ручного слесарного молотка должна быть хорошо закреплена и не иметь трещин;

при рубке зубилом и крейцмейселем необходимо пользоваться защитными очками;

при рубке твердого и хрупкого металла следует обязательно использовать ограждение: сетку, щиток (рис. 77, *а*);

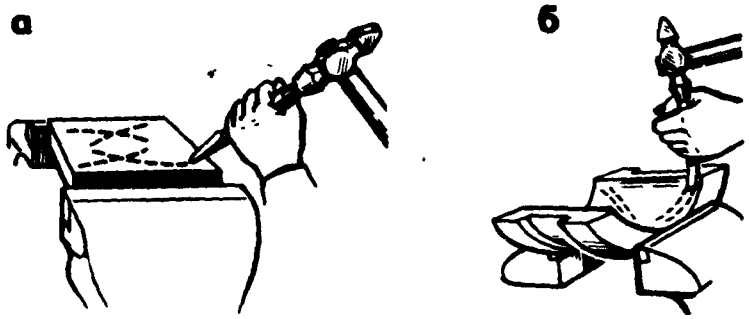


Рис. 76. Вырубание смазочных канавок и пазов на плоской (*а*) и вогнутой (*б*) поверхностях

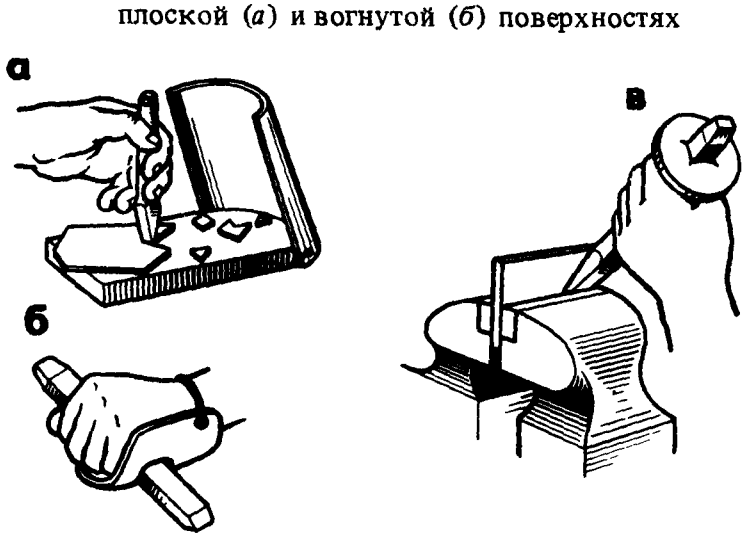


Рис. 77. Предохранительные приспособления, применяемые при рубке:
а – щиток, *б* - козырек, *в* – шайба

для предохранения рук от повреждений (при неудобных раб а также в период обучения) на кисть руки следует надевать предохр тельный козырек (рис. 77, *б*), а на зубило – предохранительную рез вую шайбу (рис. 77, *в*).

§ 21. МЕХАНИЗАЦИЯ РУБКИ

Ручная рубка вытесняется обработкой на металлорежущих станка (строгание, фрезерование), обработкой с помощью абразивного инстру мента, ручных механизированных инструментов и приспособлений.

К ручным механизированным инструментам относятся пневматические и электрические рубильные молотки.

Пневматический рубильный молоток РМ-5 (рис.78) состоит из корпуса, бойка, золотника и рукоятки с пусковым устройством. Сжатый воздух из цеховой магистрали через резиновый шланг и штуцер *1* поступает к рукоятке молотка. Слесарь берется правой рукой за рукоятку, а левой удерживает ствол, направляя движение зубила (рис. 79, *а, б*).

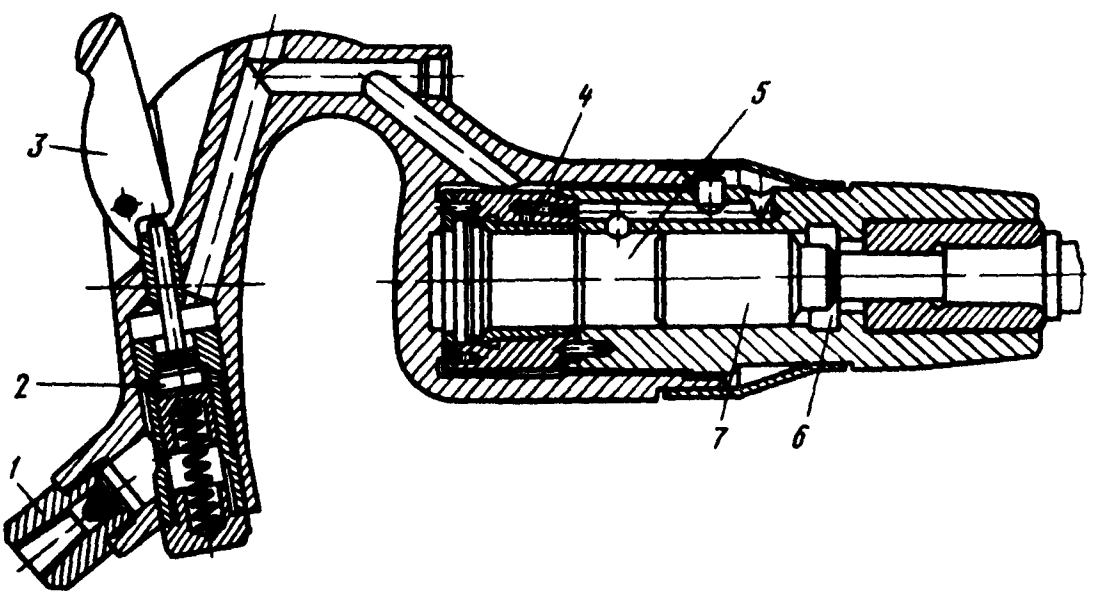


Рис. 78. Пневматический рубильный молоток РМ-5

При нажатии на курок *3* (см. рис. 78) открывается клапан *2* и воздух под давлением 5...6 кПа из магистрали через штуцер *1* поступает в цилиндр. В зависимости от положения золотника *4* воздух через каналы внутри корпуса попадает в камеру *5* рабочего хода или в камеру *6* обратного хода. В первом случае воздух толкает ударник *7* вправо и он ударяет по хвостовику рабочего инструмента. В конце рабочего хода золотник давлением воздуха смещается, воздух попадает в камеру *6* – совершается обратный ход. Затем цикл работы повторяется. Молоток включают в работу после нажатия на обрабатываемую поверхность режущей кромкой инструмента.

В качестве инструмента для рубки пневматическим молотком при-

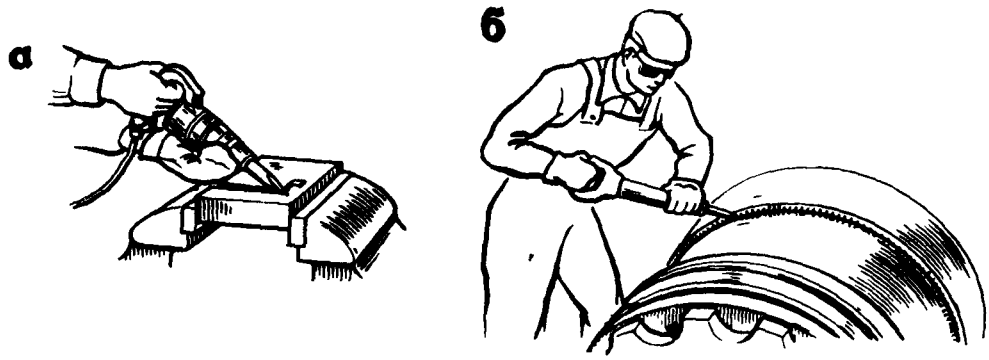


Рис. 79. Держание рубильного молотка (*а*) и работа им (*б*)

меняют специальные зубила. Производительность рубки при пользовании механизированным инструментом повышается в 4...5 раз.

В электрических молотках вращение вала электродвигателя, вмонтированного в корпус, преобразуется в возвратно-поступательное движение ударника, на конце которого закреплено зубило или другой инструмент.

Безопасность труда. При пользовании пневматическим молотком необходимо выполнять следующие требования безопасности:

перед началом работы изучить правила, обеспечивающие ее безопасность;

повторить общие приемы и способы подготовки пневматического инструмента;

протереть отверстие втулки и хвостовик зубила; проверить положение втулки, которая должна быть плотно посажена в отверстие, а затем установить во втулку зубило с плотной посадкой;

продуть сжатым воздухом пневматический молоток;

залить смазку через специальное отверстие в корпус молотка, нажать курок и через открытое отверстие вводить смазку во внутренние рабочие части;

надеть рукавицы и защитные очки; принять рабочее положение; взять правой рукой за рукоятку, наложив большой палец на курок, а левой рукой охватить корпус молотка (см. рис. 79, *а*);

зубило при рубке ставить под углом 30...35° по отношению к обрабатываемой поверхности; рубку выполнять только остро заточенным зубилом;

включать пневматический инструмент только после установки инструмента в рабочее положение; холостой ход инструмента не разрешается;

при соединении шланга сжатый воздух должен быть отключен;

нельзя держать пневматический молоток за шланг или рабочий инструмент;

при переносе пневматического молотка нельзя допускать натяжения, петления и перекручивания шланга;

после окончания работы перекрыть на трубопроводе кран и отключить пневматический молоток от воздушной магистрали, вынуть рабо-

чий инструмент, очистить молоток от пыли, грязи и протереть; тщательно смотать шланг.

Глава VI. ПРАВКА И РИХТОВКА МЕТАЛЛА (ХОЛОДНЫМ СПОСОБОМ)

§ 22. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Правка и рихтовка представляют собой операции по выправке металла, заготовок и деталей, имеющих вмятины, выпучины, волнистость, коробление, искривления и др. Правка и рихтовка имеют одно и то же назначение, но отличаются приемами выполнения и применяемыми инструментами и приспособлениями.

Листовой материал и заготовки из него могут быть покороблены по краям и в середине, иметь изгибы и местные неровности в виде вмятин и выпучин различных форм. При рассмотрении деформированных заготовок можно заметить, что вогнутая сторона их короче выпуклой. Волокна на выпуклой стороне растянуты, а на вогнутой сжаты.

Металл подвергается правке как в холодном, так и в нагретом состоянии. Выбор способа зависит от прогиба, размеров и материала изделия.

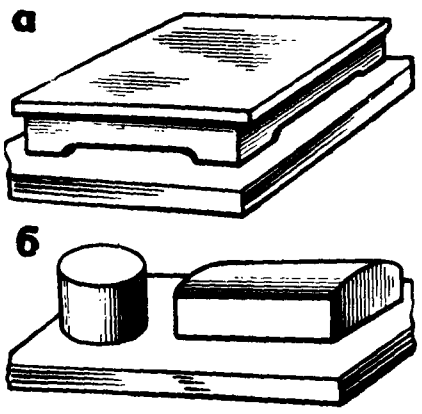


Рис. 80. Правильная плита (*а*) и рихтовальные бабки (*б*)

Правка может выполняться ручным способом (на стальной или чугунной плите либо на наковальне) и машинным (на правильных вальцах, прессах).

Правильную плиту (рис. 80, *а*) изготовляют достаточно массивной, масса ее не менее чем в 80...150 раз больше массы молотка. Правильные плиты изготовляются из стали либо серого чугуна монолитными или с ребрами жесткости.

Плиты бывают следующих размеров, мм: 400X400; 750X1000; 1000X1500; 1500X2000; 2000X2000; 1500X3000. Рабочая поверхность плиты должна быть ровной и чистой. Устанавливают плиты на металлические или деревянные подставки, обеспечивающие кроме устойчивости и горизонтальность положения.

Рихтовальные бабки (рис. 80, *б*) используют для правки (рихтовки) закаленных деталей; изготовляют их из стали и закаливают. Рабочая часть поверхности может быть цилиндрической или сферической радиусом 150...200 мм.

Для правки применяют молотки с круглым гладким полированным бойком (рис. 81, *а*). Молотки с квадратным бойком оставляют следы в виде забоин (квадратов, углов).

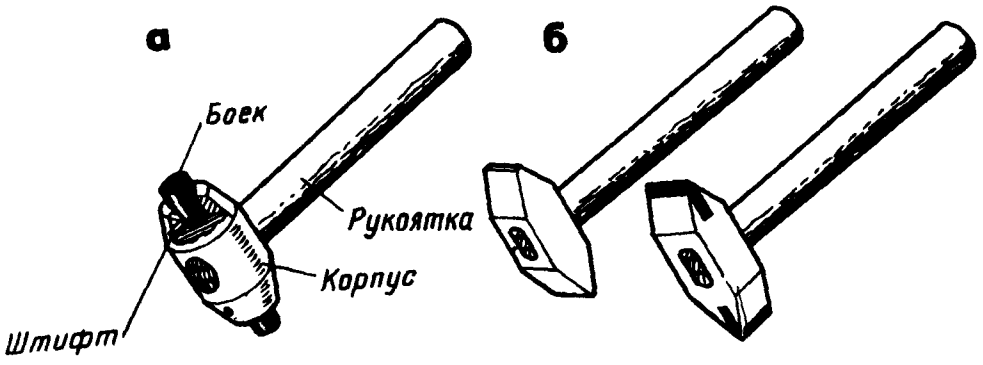


Рис. 81 Рихтовальные молотки с круглым гладким полированным бойком (*а*) и с радиусными бойками (*б*)

Для правки закаленных деталей (рихтовки) применяют молотки с радиусным бойком (рис. 18, *б*); корпус молотка выполняют из стали У10; масса молотка равна 400...500 г. Хорошо зарекомендовали себя рихтовальные молотки, оснащенные пластинками из твердого сплава. Корпус молотка выполняют из стали У7 или У8, а в рабочие концы вставляют пластинки из твердого сплава ВК8 или ВК6. Рабочую часть бойка затачивают и доводят по радиусу до 0,05...0,1 мм.

Молотки со вставными бойками из мягких металлов (см. рис. 81, *а*) применяют при правке деталей с окончательно обработанной поверхностью и деталей или заготовок из цветных металлов и сплавов. Вставные бойки могут быть медными, свинцовыми или деревянными.

Гладилки (деревянные или металлические бруски) применяют при правке тонкого листового и полосового металла.

§ 23. ПРАВКА МЕТАЛЛА

Кривизну деталей проверяют на глаз (рис. 82, *а*) или по зазору между плитой и уложенной на нее деталью. Края изогнутых мест отмечают мелом.

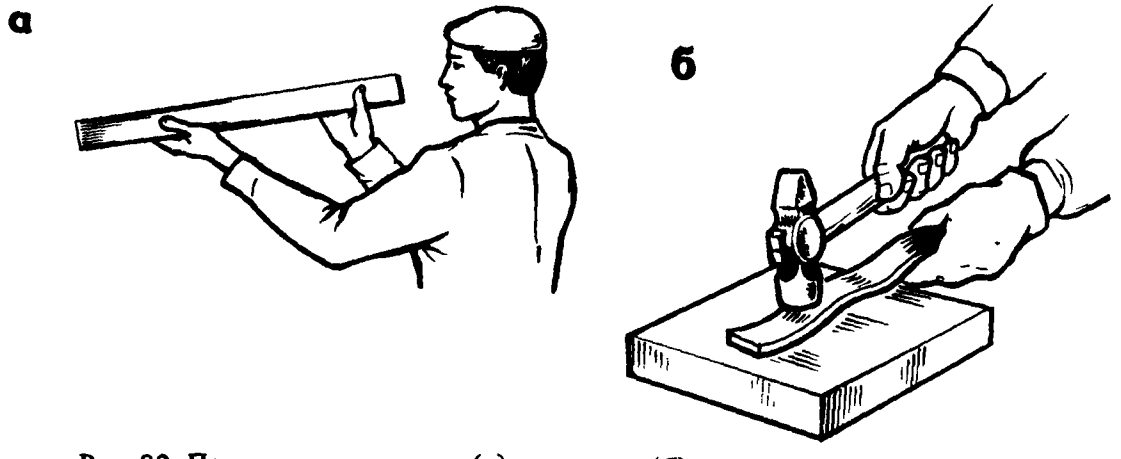


Рис. 82. Проверка кривизны (*а*) и правка (*б*) полосового металла

При правке важно правильно выбирать места, по которым следует наносить удары. Сила ударов должна быть соразмерна с кривизной и постепенно уменьшаться по мере перехода от наибольшего изгиба к наименьшему. Правка считается законченной, когда все неровности исчезнут и деталь станет прямой, что можно определить наложением линейки. Правку выполняют на наковальне, правильной плите или надежных подкладках, исключающих возможность соскальзывания с них детали при ударе.

Для предохранения рук от ударов и вибраций при правке металла необходимо надевать рукавицы, прочно держать детали, заготовки на плите или наковальне.

Правка полосового металла осуществляется в следующем порядке. На выпуклой стороне мелом отмечают границы изгибов, после чего левой рукой, предварительно надев на нее рукавицу, берут полосу, а правой – молоток и принимают рабочее положение (рис. 82, *б*).

Полосу располагают на правильной плите так, чтобы она лежала выпуклостью вверх, соприкасаясь с плитой в двух точках. Удары наносят по выпуклым частям, регулируя их силу в зависимости от толщины полосы и величины кривизны: чем больше искривление и толще полоса, тем сильнее должны быть удары. По мере выправления полосы силу ударов ослабляют и чаще переворачивают полосу с одной стороны на другую до полного выправления. При нескольких выпуклостях сначала выправляют ближайшие к концам, а затем – расположенные в середине.

Результаты правки (прямолинейность заготовки) проверяют на глаз, а более точно – на разметочной плите по просвету или наложением линейки на полосу.

Правка прутка. После проверки на глаз на выпуклой стороне прутка мелом отмечают границы изгибов. Затем пруток укладывают на плиту или наковальню так, чтобы изогнутая часть находилась выпуклостью вверх (рис. 83). Удары молотком наносят по выпуклой части от краев изгиба к середине, регулируя силу ударов в зависимости от диаметра прутка и величины изгиба. По мере выправления изгиба силу ударов уменьшают и, поворачивая пруток вокруг его оси, заканчивают правку легкими ударами. Если пруток имеет несколько изгибов, сначала правят ближайшие к концам, а затем – расположенные в середине.

Правка листового металла более сложна, чем предыдущие операции. Листовой материал и вырезанные из него заготовки могут иметь поверхность волнистую или с выпучинами. На заготовке, имеющей волнистость по краям (рис. 84, *а*), предварительно обводят мелом или мягким графитовым карандашом волнистые участки. После этого заготовку кладут на плиту так, чтобы ее края не свисали, а лежали полностью на опорной поверхности. Прижимая заготовку рукой, начинают правку. Чтобы растянуть середину заготовки, удары молотком наносят от середины к краю так, как указано зачерненными кружками на рис. 84, *в*. Кружки меньших диаметров соответствуют ударам меньшей силы, и наоборот, т.е. более сильные удары наносят в середине и уменьшают их силу по мере приближения к краю заготовки. Во избежание образования трещин и

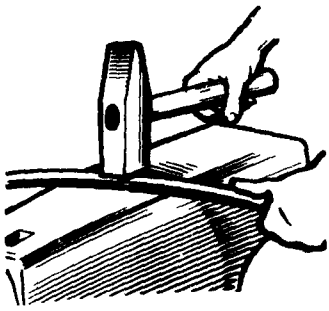


Рис 83. Правка прутка

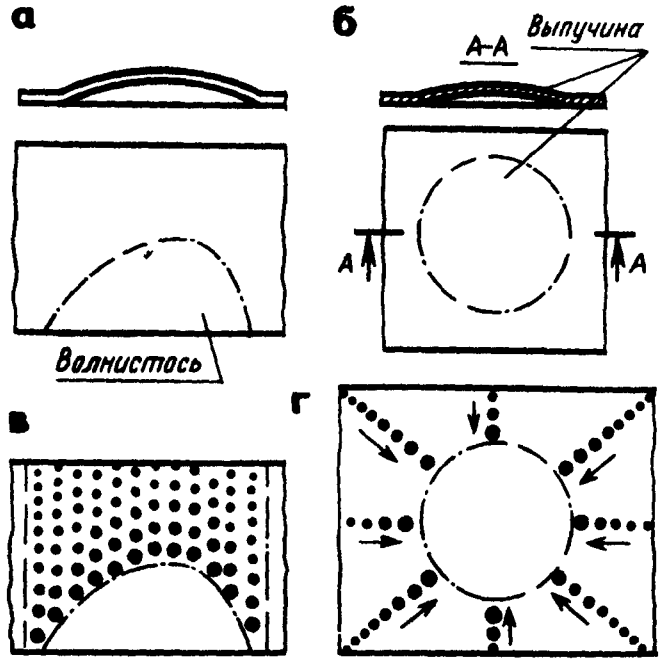


Рис. 84. Изогнутые заготовки из листового металла (*а*, *б*) и схемы их правки (*в*, *г*)

наклепа материала нельзя наносить повторные удары по одному и тому же месту.

Особую аккуратность, внимательность и осторожность соблюдают при правке заготовок из тонкого листового материала. Удары наносят несильные, так как при неправильном ударе боковые грани молотка могут или пробить листовую заготовку, или вызвать вытяжку металла.

При правке заготовок с выпучинами выявляют покоробленные участки, устанавливают, где больше выпучен металл (см. рис. 84, *б*). Выпуклые участки обводят мелом или мягким графитовым карандашом, затем заготовку кладут на плиту выпуклыми участками вверх так, чтобы края ее не свешивались, а лежали полностью на опорной поверхности плиты. Правку начинают с ближайшего к выпучине края, по которому наносят один ряд ударов молотком в пределах, указанных зачерненными кружками (рис. 84, *г*). Затем наносят удары по второму краю. После этого по первому краю наносят второй ряд ударов и переходят опять ко второму краю и так до тех пор, пока постепенно не приблизятся к выпучине. Удары молотком наносят часто, но не сильно, особенно перед окончанием правки. После каждого удара учитывают воздействие его на заготовку – непосредственно в месте нанесения и вокруг него. Не допускается нанесение нескольких ударов по одному и тому же месту, так как это может привести к образованию нового выпуклого участка.

Под ударами молотка материал вокруг выпуклого места вытягивается и постепенно выравнивается. Если на поверхности заготовки на небольшом расстоянии друг от друга имеется несколько выпучин, ударами молотка у краев отдельных выпучин заставляют последние соединиться в одну, которую потом правят ударами вокруг ее границ, как указано выше.

Тонкие листы правят легкими деревянными молотками – киянка-

ми (рис. 85, *а*), медными, латунными или свинцовыми молотками, а очень тонкие листы кладут на ровную плиту и выглаживают металлическими или деревянными брусками (рис. 85, *б*).

Правка (рихтовка) закаленных деталей. После закалки стальные детали иногда коробятся Правка искривленных после закалки деталей называется рихтовкой. Точность рихтовки может составлять 0,01...0,05 мм.

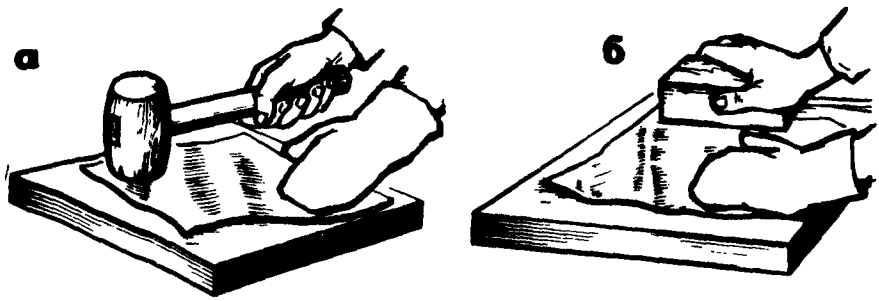


Рис 85 Правка тонких листов
а – деревянным молотком (киянкой), *б* – деревянным или металлическим бруском

В зависимости от характера рихтовки применяют молотки с закаленным бойком или специальные рихтовальные молотки с закругленной стороной бойка. Деталь при этом лучше располагать не на плоской плите, а на рихтовальной бабке (рис. 86, *а*). Удары наносят не по выпуклой, а по вогнутой стороне детали.

Изделия толщиной не менее 5 мм, если они закалены не насквозь, а только на глубину 1 ..2 мм, имеют вязкую сердцевину, поэтому рихту-

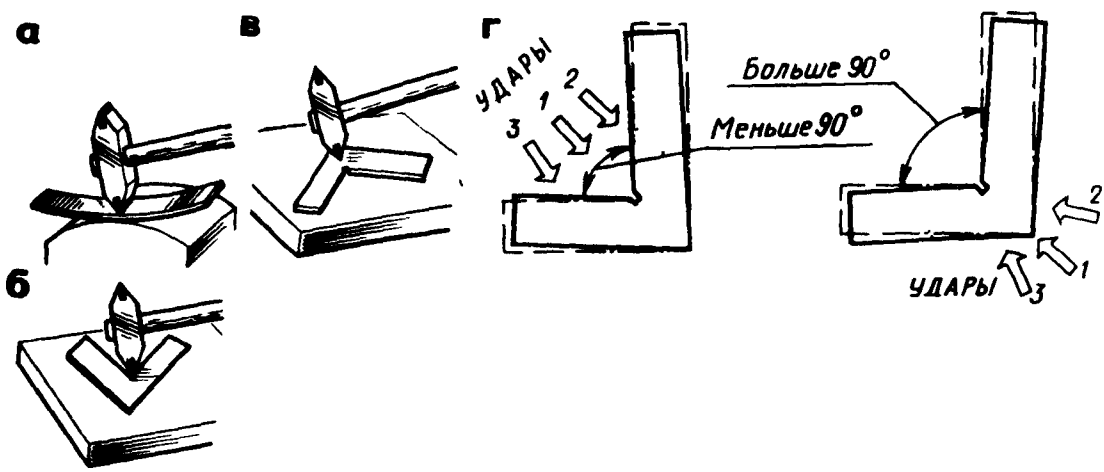


Рис 86 Рихтовка закаленных деталей
а – на рихтовальной бабке, *б*, *в* – угольника соответственно по внутреннему и наружному углу, *г* – места нанесения ударов

ются сравнительно легко; их нужно рихтовать, нанося удары по выпуклым местам.

Правка закаленного угольника, у которого после закалки изменился угол между полками, показана на рис. 86, *б–г*. Если угол стал меньше 90°, то удары молотком наносят у вершины внутреннего угла (рис. 86, *б, г*, слева), если угол стал больше 90°, удары наносят у вершины наружного угла (рис. 86, *в, г*, справа).

В случае коробления изделия по плоскости и по узкому ребру рихтовку выполняют отдельно – сначала по плоскости, а потом по ребру.

Правку короткого круткового материала выполняют на призмах (рис. 87, *а*), правильных плитах (рис. 87, *б*) или простых подкладках, нанося молотком удары по выпуклым местам и искривлениям. Устранив выпуклости, добиваются прямолинейности, нанося легкие удары по всей длине прутка и поворачивая его левой рукой. Прямолинейность проверяется на глаз или по просвету между плитой и прутком.

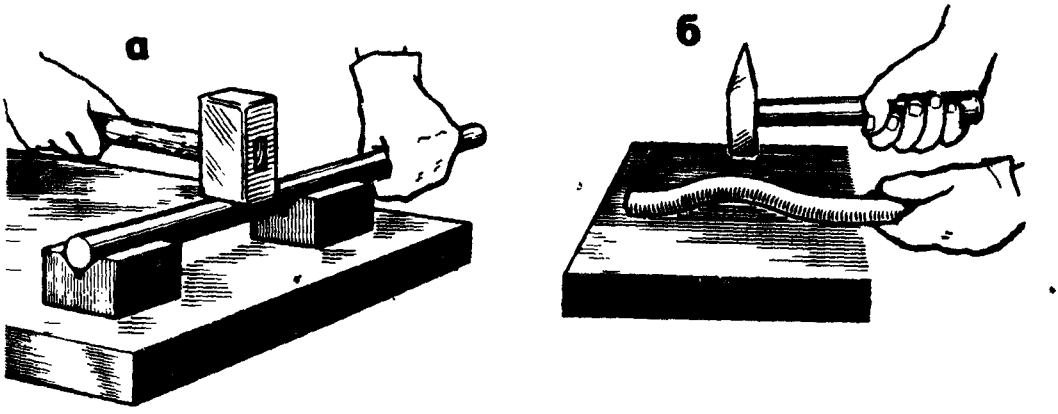


Рис 87 Правка коротких валов и прутков
а – на призмах, *б* – на плите

Сильно пружинящие, а также очень толстые заготовки правят на двух призмах, нанося удары через мягкую прокладку во избежание забоин на заготовке. Если усилия, развиваемые молотком, недостаточны для правки, применяют ручные или механические прессы.

Правку валов (диаметром до 30 мм) на ручных прессах (рис. 88, *а*) выполняют так Вал *2* укладывают на призмы *4* и *5*, а нажим осуществля-

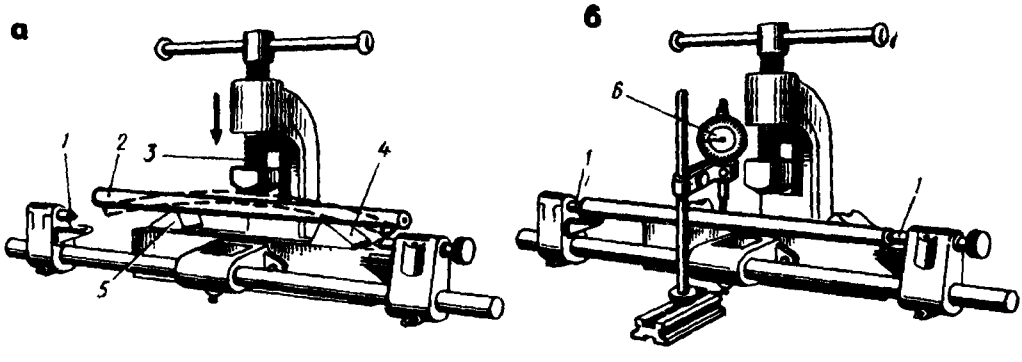


Рис 88 Правка вала на ручном прессе (*а*) и проверка изгиба индикатором (*б*)

ют винтом *3*. Прогиб определяют здесь же в центрах *1* с помощью инд катора *6* (рис. 88, *б*).

Для устранения остаточных напряжений ответственные валы медле но нагревают в течение 30...60 мин до 400...500 °С, а потом медлен охлаждают.

Правку наклепом производят после укладки изогнутого вала ровную плиту выпуклостью вниз, нанося небольшим молотком часты и легкие удары по поверхности вала (рис. 89, *а*). После возникновени на поверхности наклепанного слоя (рис. 89, *б*) просвет между валом плитой исчезает — правку прекращают.

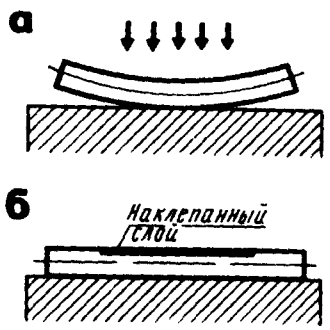


Рис. 89. Схема правки искривленного вала наклепом (*а*) и наклепанный слой (*б*)

Правка методом подогрева (безударная). Профильный металл (рового и двутаврового сечений, уголки, швеллеры), пустотелые ва толстую листовую сталь, поковки правят с нагревом изогнутого м

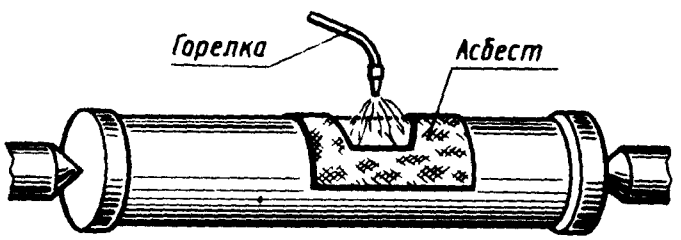


Рис. 90 Правка трубы газопламенным способом

(выпуклости) паяльной лампой или сварочной горелкой до вишн красного цвета; окружающие выпуклость слои металла охлаждают рым асбестом или мокрой ветошью (рис. 90).

Поскольку нагретый металл более пластичен, при охлаждении струей сжатого воздуха он сжимается и выпрямляется.

§ 24. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРАВКИ

Ручная правка является малопроизводительной операцией и ее применяют при небольших партиях деталей. В основном на предприятиях применяют машинную правку, осуществляемую на правильных вальцах, прессах и специальных приспособлениях.

Гибочные вальцы бывают ручными и приводными. На ручных и приводных трехвалковых гибочных вальцах правят заготовки пря-

мые и изогнутые по радиусу, имеющие на поверхности выпучины и вмятины. Заготовки из листа толщиной до 3 мм правят обычно на ручных трехвалковых гибочных вальцах, а толщиной по 4 мм – на приводных.

Листогибочная трехвалковая машина (рис. 91, *а*) имеет расположенные один над другим валки *3* и *2* (рис. 91, *б*), которые могут в зависимости от толщины заготовки удаляться друг от друга или сближаться. Также может быть опущен или поднят расположенный сзади третий валок *1*.

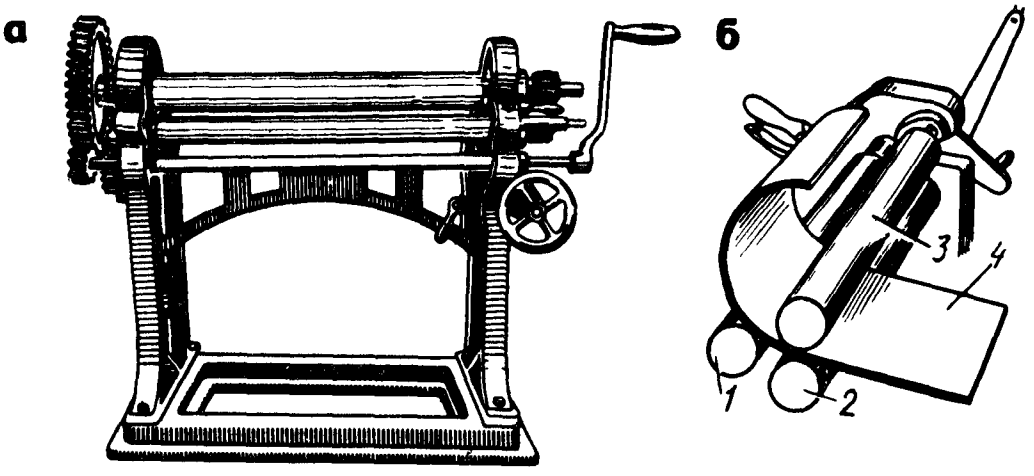


Рис. 91. Листогибочная трехвалковая машина (*а*) и схема правки (*б*)

Заготовку (лист или полосу) *4* устанавливают между двумя передними валками и, вращая рукоятку по часовой стрелке, пропускают между валками. Для полного устранения выпучин и вмятин заготовки пропускают между валками несколько раз.

Правка валов и угловой стали на винтовых прессах применяется в тех случаях, когда правка молотком не обеспечивает должного результата. Один рабочий устанавливает, удерживает и контролирует выправляемую заготовку, а второй вращает маховик. Вал или трубу (рис. 92, *а*) располагают на призмах таким образом, чтобы изогнутая часть была обращена вверх, а пруток (труба) плотно лежал в угловых выемках призмы. При этом призматический наконечник пресса должен находиться на месте наибольшей кривизны. Для предупреждения вмятин между наконечником и валом помещают мягкие прокладки.

Вращением маховика наконечник винта плавно подводят и нажимают им на вал (трубу) до тех пор, пока не осуществится правка, что определяют по просвету на поверочной плите.

Некоторые особенности имеет правка угловой стали. Деформированный уголок устанавливают в призме на столе пресса (рис. 92, *б*), между полками уголка укладывают закаленный стальной валик. При нажиме винтом пресса валик придает уголку соответствующую форму.

Большие листы, полосы и ленты с выпучинами и волнистостью правят на листоправильных станках, горизонтальных правильно-растяжных машинах и пневматических молотах.

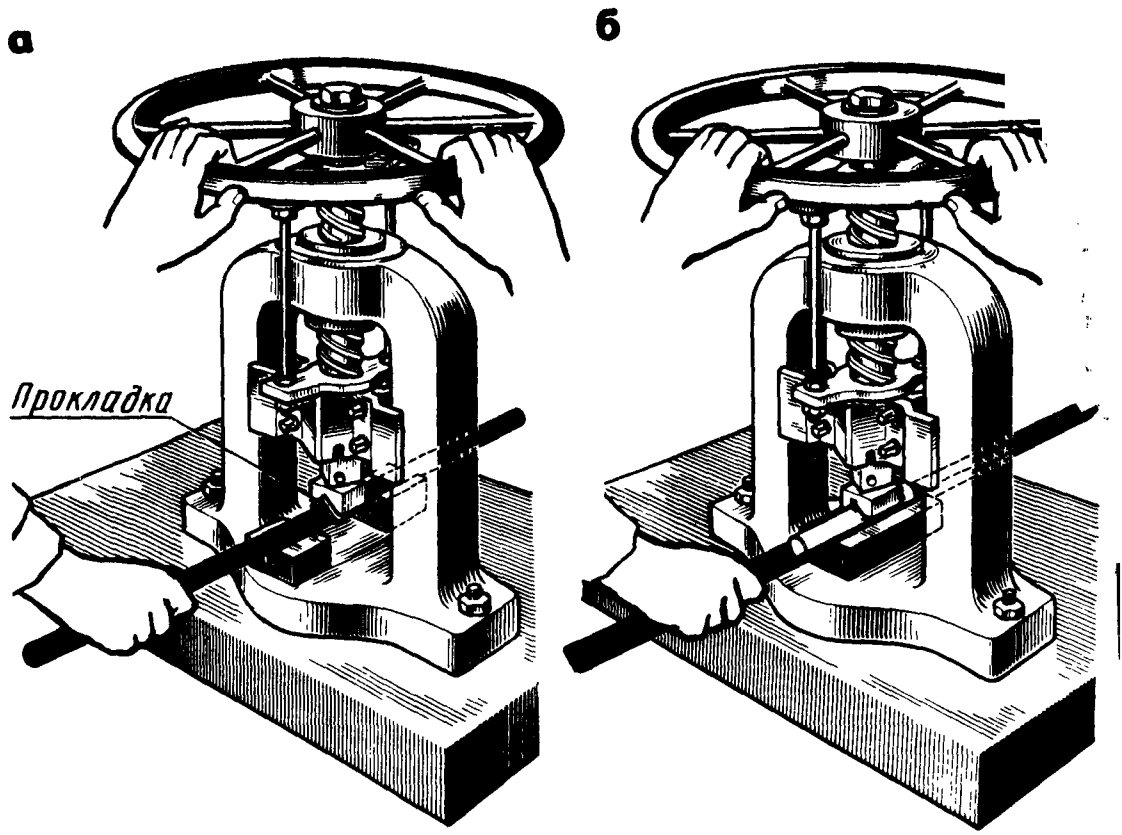


Рис. 92. Правка на винтовом прессе трубы (*а*) и углового проката (*б*)

§ 25. ОСОБЕННОСТИ ПРАВКИ (РИХТОВКИ) СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сварные изделия, имеющие коробления, остаточные внутренние напряжения около шва, подвергают правке.

Холодную правку (рихтовку) сварных соединений с небольшими короблениями выполняют вручную с помощью деревянных ("мягких") и стальных молотков на плитах, наковальнях, оправках или пневматических молотах. Сварные соединения со значительными короблениями правят или на ручных прессах, используя различные оправки, колодки, или на специальных приспособлениях.

Холодную правку сварных соединений выполняют особенно осторожно. Участок сварного изделия, имеющий коробление или поводку, подвергают воздействию ударов молотком, вследствие чего металл на этом участке приводится в состояние текучести и изделие начинает постепенно принимать нужную форму. В целях предупреждения возможных рисок и засечек, возникающих от ударов молотком и ухудшающих поверхность изделия, применяют молотки и оправки с гладкой рабочей поверхностью.

Правила нанесения ударов молотком при холодной правке сварных изделий те же, что и при правке полосового материала.

Безопасность труда. При правке и рихтовке металлов необходимо выполнять следующие требования безопасности: работать только исправным инструментом (правильно насаженные молотки, отсутствие

трещин на рукоятках и отколов на молотках); для предохранения рук от ударов и вибраций металла работать в рукавицах; заготовку на плите или наковальне удерживать прочно.

Глава VII. ГИБКА МЕТАЛЛА

§ 26. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гибка – это способ обработки металла давлением, при котором заготовке или ее части придается изогнутая форма. Слесарная гибка выполняется молотками (лучше с мягкими бойками) в тисках, на плите или с помощью специальных приспособлений. Тонкий листовой металл гнут киянками, изделия из проволоки диаметром до 3 мм – плоскогубцами или круглогубцами. Гибке подвергают только пластичный материал.

Гибка деталей – одна из наиболее распространенных слесарных операций. Изготовление деталей гибкой возможно как вручную на опорном инструменте и оправках, так и на гибочных машинах (прессах).

Сущность гибки заключается в том, что одна часть заготовки перегибается по отношению к другой на заданный угол. Происходит это следующим образом. На заготовку, свободно лежащую на двух опорах, действует изгибающая сила, которая вызывает в заготовке изгибающие напряжения. Если эти напряжения не превышают предела упругости материала, деформация, получаемая заготовкой, является упругой и по снятии нагрузки заготовка принимает первоначальный вид (выпрямляется).

Однако при гибке необходимо добиться, чтобы заготовка после снятия нагрузки сохранила приданную ей форму, поэтому напряжения изгиба должны превышать предел упругости. Деформация заготовки в данном случае будет пластической, при этом внутренние слои заготовки сжимаются и укорачиваются, а наружные растягиваются и удлиняются (рис. 93). В то же время средний слой заготовки – нейтральная линия – не испытывает ни сжатия, ни растяжения; его длина до и после изгиба остается постоянной. Поэтому определение размеров заготовок профилей сводится к подсчету длины прямых участков (полок), длины уко-

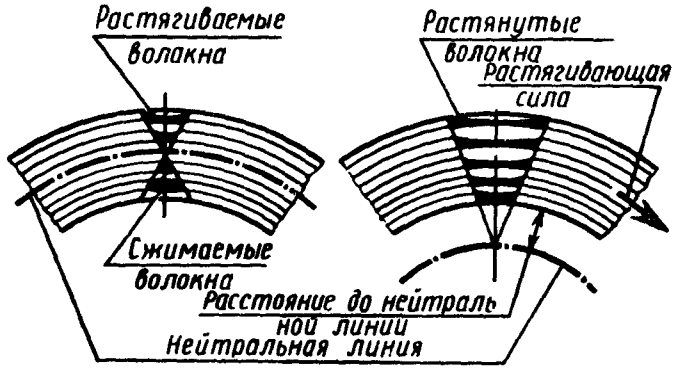


Рис. 93. Напряжения в заготовке при изгибе

рачивания заготовки в пределах закругления или длины нейтральной линии в пределах закругления.

При гибке деталей под прямым углом без закруглений с внутренней стороны припуск на загиб берется от 0,5 до 0,8 толщины материала. Складывая длину внутренних сторон угольника или скобы, получаем длину развертки заготовки детали.

Пример 1. На рис 94, *а, б* показаны соответственно угольник и скоба с прямыми внутренними углами.

Размеры угольника: $a = 30$ мм; $b = 70$ мм; $t = 6$ мм. Длина развертки заготовки $L = a + b + 0{,}5t = 30 + 70 + 3 = 103$ мм.

Размеры скобы: $a = 70$ мм; $b = 80$ мм; $c = 60$ мм; $t = 4$ мм. Длина развертки заготовки $L = a + b + c + 0{,}5t = 70 + 80 + 60 + 2 = 212$ мм.

Пример 2. Подсчитать длину развертки заготовки угольника с внутренним закруглением (рис. 94, *в*).

Разбиваем угольник по чертежу на участки. Подставив их числовые значения ($a = 50$ мм; $b = 30$ мм; $t = 6$ мм; $r = 4$ мм) в формулу $L = a + b + \frac{\pi}{2}(r + \frac{t}{2})$, получим $L = 50 + 30 + \frac{3{,}14}{2}(4 + \frac{6}{2}) = 50 + 30 + 1{,}57 \cdot 7 = 0{,}99 \approx 91$ мм.

Пример 3. Подсчитать длину развертки заготовки скобы с закруглением (рис. 94, *г*).

Разбиваем скобу на участки, как показано на чертеже. Подставив их числовые значения ($a = 80$ мм; $h = 65$ мм; $c = 120$ мм; $t = 5$ мм; $r = 2{,}5$ мм) в формулу $L = a + h = c + \pi(r + \frac{t}{2})$, получим $L = 80 + 65 + 120 + 3{,}14(2{,}5 + \frac{5}{2}) = 265 + 15{,}75 = 280{,}75$ мм.

Пример 4. Подсчитать длину развертки заготовки из стальной полосы толщиной 4 мм и шириной 12 мм для замкнутого кольца с наружным диаметром 120 мм (рис. 94, *д*).

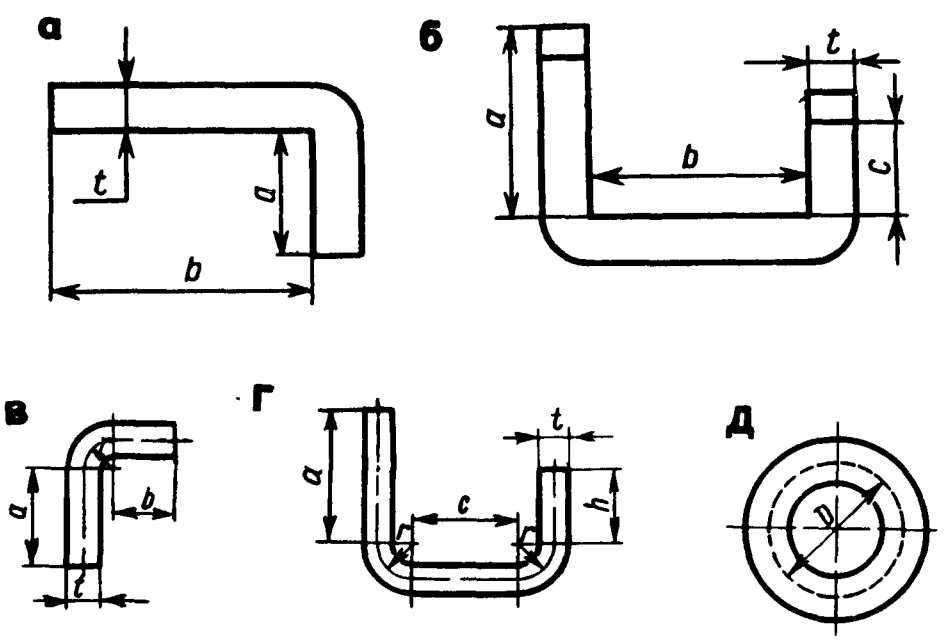


Рис. 94. К определению длины заготовок.
а, б – угольника и скобы с прямыми внутренними углами, *в, г* – угольника и скобы с внутренними закруглениями, *д* – кольца

Сгибая в окружность эту полосу, получим цилиндрическое кольцо, причем внешняя часть металла несколько вытянется, а внутренняя сожмется. Следовательно, длине заготовки будет соответствовать длина средней линии окружности, проходящая посередине между внешней и внутренней окружностями кольца.

Длина заготовки $L = \pi D$. Зная диаметр средней окружности кольца и подставляя его числовое значение в формулу, находим длину заготовки: $L = 3{,}14 \cdot 108 = 339{,}12$ мм.

В результате предварительных расчетов можно изготовить деталь установленных размеров.

В процессе гибки в металле возникают значительные напряжения и деформации. Они особенно ощутимы, когда радиус гибки мал. Чтобы не появились при этом трещины в наружных слоях, радиус гибки не должен быть меньше минимально допустимого радиуса, который выбирается в зависимости от толщины и рода изгибаемого материала (рис. 95).

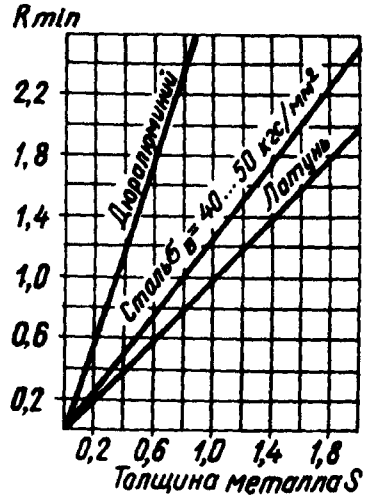


Рис. 95. График для определения радиуса гибки листового и полосового материала

§ 27. ГИБКА ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО И ПОЛОСОВОГО МЕТАЛЛА

Гибку прямоугольной скобы из полосовой стали выполняют в следующем порядке:

определяют длину развертки заготовки (рис. 96, *а*), складывая длину сторон скобы с припуском на один изгиб, равным 0,5 толщины полосы, т.е. $L = 17{,}5 + 1 + 15 + 1 + 20 + 1 + 15 + 1 + 17{,}5 = 89$ мм;

отмечают длину с дополнительным припуском на обработку торцов по 1 мм на сторону и зубилом отрубают заготовку;

выправляют вырубленную заготовку на плите;

опиливают в размер по чертежу;

наносят риски загиба;

зажимают заготовку *1* (рис. 96, *б*) в тисках между угольниками-нагубниками *2* на уровне риски и ударами молотком загибают конец *3* скобы (первый загиб);

переставляют заготовку в тисках, зажимая ее между угольником *4* и бруском-оправкой, более длинным, чем конец скобы (рис. 96, *в*);

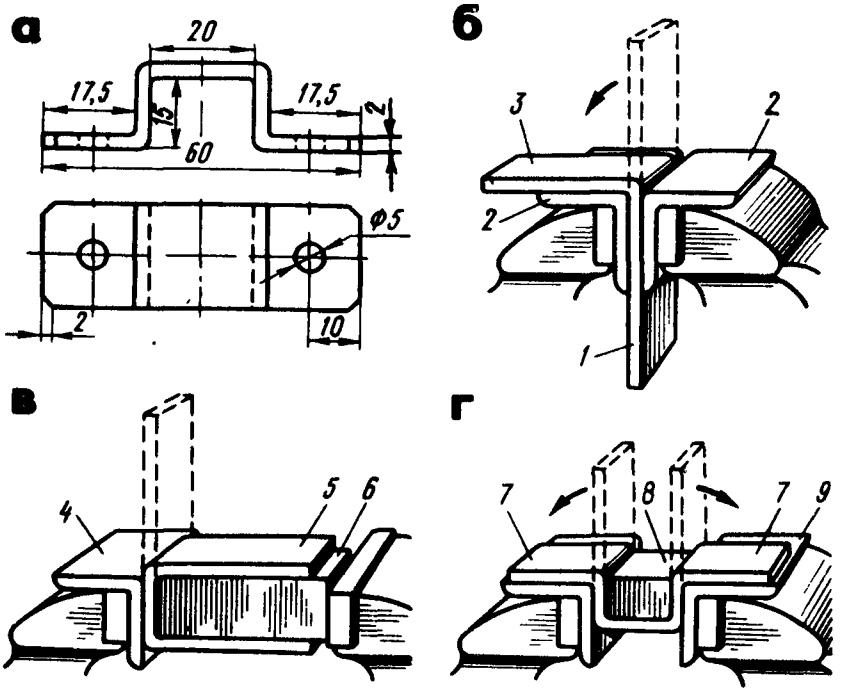


Рис. 96. Гибка прямоугольной скобы:
а – чертеж для определения длины скобы, *б*, *в* – гибка одного и другого конца скобы, *г* – формирование скобы; *1* – заготовка, *2* – угольники-нагубники, *3*, *5* – концы скобы, *4*, *9* – угольники, *6*, *8* – большой и малый бруски-оправки, *7* – лапки

загибают второй конец *5* (рис. 96, *в*), осуществляя второй загиб;

снимают заготовку и вынимают брусок-оправку *6*;

размечают длину лапок на загнутых концах;

надевают на тиски второй угольник *9* (рис. 96, *г*) и, вложив внутрь скобы тот же брусок-оправку *6*, но в другом его положении, зажимают скобу в тисках на уровне рисок;

отгибают первую и вторую лапки *7*, делают четвертый и пятый загибы первой и второй лапок;

проверяют и выправляют по угольнику четвертый и пятый загибы;

снимают заусенцы на ребрах скобы и опиливают концы лапок в размер.

Гибка двойного угольника в тисках (рис. 97) производится после разметки, вырубки заготовки, правки на плите и опиливания по ширине в заданный размер. Подготовленную таким образом заготовку *1* зажимают в тисках *3* между угольниками-нагубниками *2* и загибают первую полку угольника, а затем заменяют один нагубник брусом-подкладкой *4* и загибают вторую полку угольника. По окончании гибки концы угольника опиливают напильником в размер и снимают заусенцы с острых ребер.

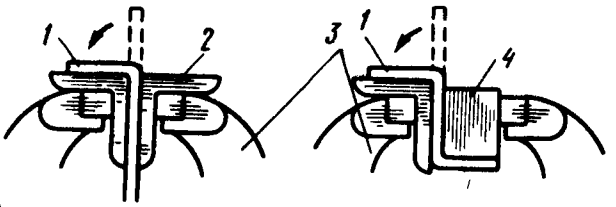


Рис. 97. Гибка двойного угольника

Гибка хомутика (рис. 98, *а*). После расчета длины заготовки и ее разметки в местах изгиба зажимают в тисках оправку *1* в вертикальном положении. Диаметр оправки должен быть равным диаметру отверстия хомутика *2*. С помощью двух плоскогубцев *3* по разметочным рискам изгибают хомутик по оправке (работают вдвоем – один держит плоскогубцы, а второй наносит удары). Окончательное формирование хомутика выполняют по той же оправке металлическим молотком (рис. 98, *б*), а затем на правильной плите (рис. 98, *в*).

Во избежание вмятин и забоин от ударов между молотком и деталью прокладывают кусок железной полосы.

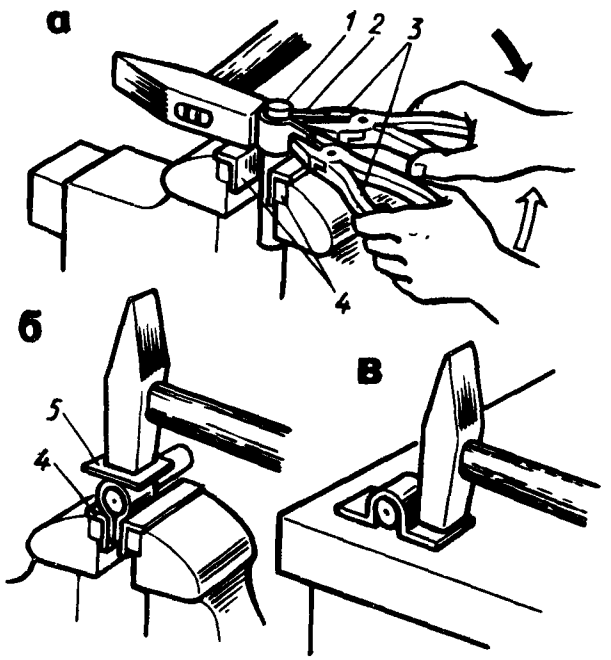


Рис. 98. Гибка хомутика:
а – изгибание плоскогубцами на оправке, *б, в* – формование; *1* – оправка, *2* – хомутик, *3* – плоскогубцы, *4* – нагубники, *5* – мягкая подкладка

Гибка ушка круглогубцами. Ушко со стержнем из тонкой проволоки изготовляют с помощью круглогубцев. Длина заготовки должна быть на 10...15 мм больше, чем требуется по чертежу. Удерживая заготовку за один конец, второй изгибают, постепенно переставляя круглогубцы в местах изгиба. После того как ушко будет загнуто в соответствии с заданными размерами, ему придают нужную форму с помощью плоскогубцев. После этого лишний конец стержня удаляют кусачками.

Гибка втулки. Последовательность переходов при гибке цилиндрической втулки описана ниже.

Допустим, требуется из полосовой стали на круглых оправках изогнуть цилиндрическую втулку. Сначала определяют длину заготовки. Если наружный диаметр втулки (рис. 99, *а*) равен 20 мм, а внутренний – 16 мм, то средний диаметр будет равен 18 мм. Тогда общую длину заготовки определяют по формуле $L = 3{,}14 \cdot 18 = 56{,}5$ мм.

Затем заготовку с оправкой зажимают в тисках так, чтобы изгибаемая часть была выше уровня губок тисков, и через мягкие прокладки наносят по выступавшей части удары молотком, загибая конец полосы на оправке так, чтобы полоса плотно прилегала к ее поверхности (рис. 99, *б*). Затем заготовку с оправкой переставляют обратной стороной (рис 99, *в*) и ударами молотком загибают второй конец по оправке

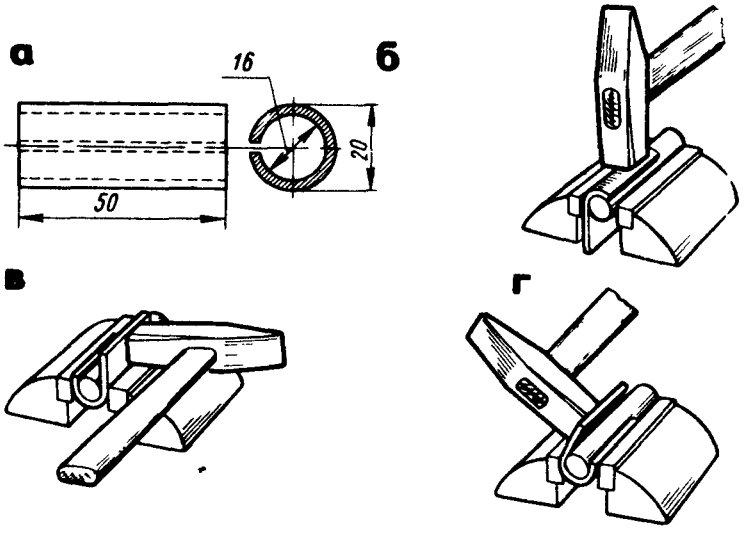


Рис 99 Гибка втулки в круглых оправках
а – чертеж втулки, *б–г* – последовательность операций гибки

до плотного прилегания к оправке обеих плоскостей в стыке (рис 99, *г*) После освобождения заготовки качество гибки проверяют измерительной линейкой.

§ 28. МЕХАНИЗАЦИЯ ГИБОЧНЫХ РАБОТ

Профили (полосовой, сортовой металл) с разными радиусами кривизны гнут на трех- и четырехроликовых станках

На рис. 100 показан трехроликовый станок для гибки криволинейных профилей, изготовленных из листов алюминиевых сплавов толщиной до 2,5 мм. Предварительно налаживают станок. Наладку верхнего ролика *5* относительно двух нижних роликов *1* и *6* осуществляют вращением рукоятки *4*. При гибке заготовка *3* должна быть прижата верхним роликом *5* к двум нижним *1* и *6*. Прижим *2* устанавливают так, чтобы по нему свободно скользила полка профиля, не давая ему скручиваться при гибке

При выполнении гибки с роликов счищают накопившуюся грязь и протирают их чистой ветошью. Заготовку профиля из алюминиевого сплава в процессе гибки смазывают густым маслом.

Профили с большим радиусом гибки получают на трехроликовом станке в несколько переходов.

При гибке профильного проката по дуге окружности или по спирали применяют четырехроликовые станки.

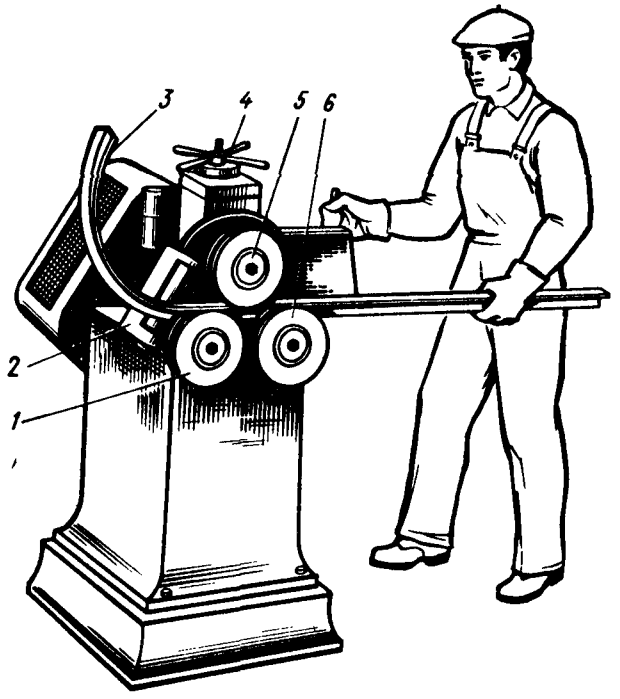


Рис 100 Гибка на трехроликовом станке кривых профилей

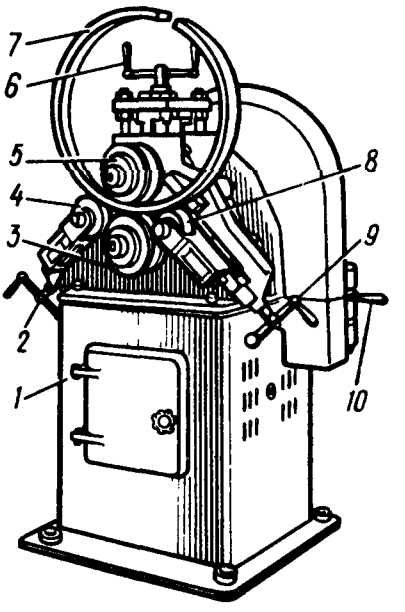


Рис 101 Четырехроликовый станок для гибки профильного проката

Четырехроликовый станок (рис. 101) состоит из станины *1*, внутри которой смонтирован приводной механизм, двух ведущих роликов *3* и 5, подающих заготовку, и двух нажимных роликов *4* и *8*, изгибающих заготовку *7*. Нужный радиус гибки устанавливается с помощью рукояток *2* и *9*. Станок налаживают в следующем порядке. Вращая рукоятку *6* против часовой стрелки, поднимают ведущий верхний ролик *5* относительно ведущего нижнего ролика *3* на величину, несколько бóльшую толщины обрабатываемого профиля. После этого, вращая рукоятку *6* по часовой стрелке, опускают ведущий ролик *5* и прижимают обрабатываемый профиль к ведущему нижнему ролику *3*. Затем включают электродвигатель и производят гибку под нужным радиусом. Включают и тормозят ведущие ролики с помощью рукоятки *10*.

§ 29. ГИБКА И РАЗВАЛЬЦОВКА ТРУБ

Трубы изгибают по дуге различного радиуса или другой кривой под различными углами и в различных плоскостях. Гнутые трубы широко применяют для изготовления бензиновых, масляных, воздушных трубопроводов в автомобилях, тракторах, самолетах, металлорежущих станках и других машинах

Трубы гнут ручным и механизированным способами, в горячем и холодном состоянии, с наполнителями и без них. Способ гибки зависит от диаметра и материала трубы, значения угла изгиба.

Гибка труб в горячем состоянии применяется при диаметре более 100 мм При горячей гибке с наполнителем трубу отжигают, размечают, а затем один конец закрывают деревянной или металлической пробкой.

Для предупреждения смятия, выпучивания и появления трещин при гибке трубу наполняют мелким сухим песком, просеянным через сито с ячейками около 2 мм, так как наличие в песке крупных камешков может привести к продавливанию стенки трубы, а слишком мелкий песок для гибки труб непригоден, так как при высокой температуре спекается и пригорает к стенкам трубы.

Для механизации наполнения (набивки) труб песком применяют молотковые или вибрационные установки. Если установок нет, трубу наполняют песком через воронку, а уплотняют песок, обстукивая трубу молотком; удары наносят снизу вверх, одновременно поворачивая трубу до тех пор, пока при ударе не будет слышен глухой звук.

После заполнения песком второй конец трубы забивают деревянной пробкой, у которой должны быть отверстия или канавки для выхода газов, образующихся при нагреве (рис. 102, *а*).

Диаметры пробок (заглушек) зависят от внутреннего диаметра трубы. Для труб малых диаметров заглушки делают из глины, резины или твердой древесины; выполняют их в виде конусной пробки длиной, равной 1,5...2 диаметрам трубы, с конусностью 1:10. Для труб больших диаметров заглушки изготовляют из металла. Желательно, чтобы забиваемые в концы труб пробки несколько выступали из них, что облегчает удаление пробок.

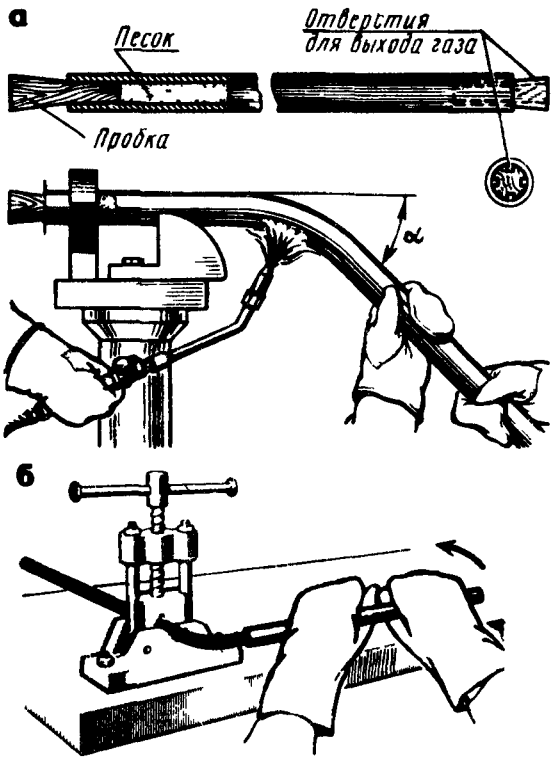


Рис. 102. Гибка трубы в горячем состоянии:
а – по шаблону, *б* – в трубном прижиме

Для каждой трубы в зависимости от ее диаметра и материала должен быть установлен минимально допустимый радиус гибки. При гибке труб этот радиус должен быть не меньше трех диаметров трубы, а длина нагреваемой части зависит от угла изгиба и диаметра трубы. Если трубу изгибают под углом 90°, то нагревают участок, равный шести диаметрам трубы, если под углом 60°, – равный четырем диаметрам, если под углом 45°, – трем диаметрам и т. д.

Длина L (мм) нагреваемого участка трубы определяется по формуле $L = \alpha d/15$, где α – угол изгиба трубы, град; d – наружный диаметр трубы, мм; 15 – постоянный коэффициент (90:6=15; 60:4=15; 45:3=15).

Участок изгиба на трубе размечают мелом. Выполняется эта операция по заранее заготовленным шаблонам. В процессе гибки трубу проверяют по месту или по изготовленному из проволоки шаблону.

При гибке труб в горячем состоянии работают в рукавицах. Трубы

нагревают паяльными лампами в горнах или пламенем газовых горелок до вишнево-красного цвета. Топливом в горнах может быть древесный уголь или дрова. Лучшим топливом является древесный уголь, который не содержит вредных примесей и дает более равномерный нагрев.

В случае перегрева трубу до гибки охлаждают до вишнево-красного цвета. Трубы рекомендуется гнуть с одного нагрева, так как повторный нагрев ухудшает качество металла.

При нагреве обращают особое внимание на прогрев песка. Нельзя допускать излишнего перегрева отдельных участков; в случае перегрева трубу охлаждают. От достаточно нагретой части трубы отскакивает окалина.

По окончании гибки выколачивают или выжигают пробки и высыпают песок. Плохое, неплотное заполнение трубы, недостаточный или неравномерный прогрев перед гибкой приводят к образованию складок или разрыву. Изгиб проверяют шаблоном.

При гибке в трубном прижиме в горячем состоянии стальную трубу вставляют в трубный прижим между угловой выемкой основания и сухарем с уступами, и вращением рукоятки зажимают. При гибке сварных труб шов располагают снаружи, а не внутри изгиба, иначе труба может разойтись по шву. На конец изгибаемой трубы надевают отрезок трубы бóльшего диаметра так, чтобы конец немного не доходил до места изгиба, затем обхватывают трубу двумя руками и с большим усилием отводят ее в направлении изгиба (рис. 102, *б*).

Гибка труб в холодном состоянии выполняется с помощью различных приспособлений. Простейшим приспособлением для гибки труб диаметром 10...15 мм является плита с отверстиями, в которой в соответствующих местах устанавливают штыри (рис. 103, *а*), служащие упорами при гибке.

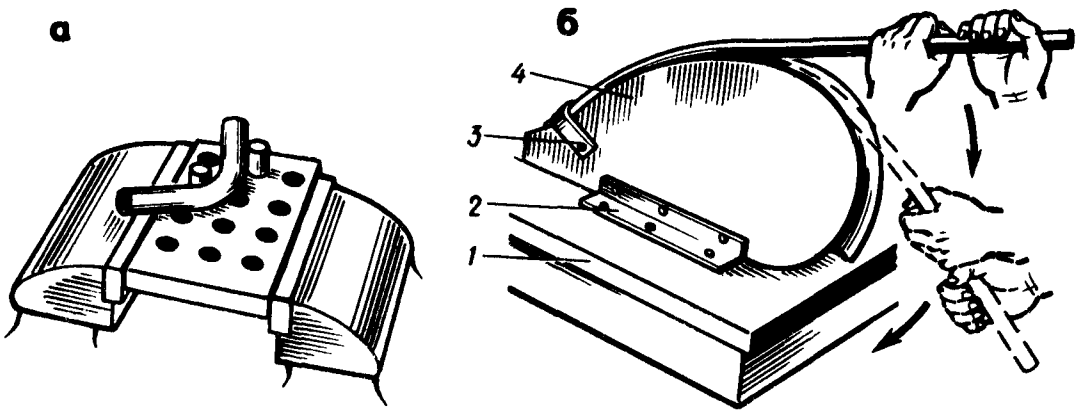


Рис. 103. Гибка трубы в холодном состоянии:
а – на штырях, *б* – в неподвижной оправке

Трубы небольших диаметров (до 40 мм) с большими радиусами кривизны гнут в холодном состоянии, применяя простые ручные приспособления с неподвижной оправкой (рис. 103, *б*). Гибочная оправка *4* крепится к верстаку *1* с двух сторон скобками *2*. Трубу вставляют меж-

ду гибочной оправкой и хомутиком *3* и руками изгибают по желобообразному углублению гибочной оправки.

Трубы диаметром до 20 мм изгибают в приспособлении (рис. 104), которое крепится к верстаку с помощью ступицы и плиты *1*. На одной оси ступицы и плиты находится неподвижный ролик-шаблон *6* с хомутиком *7*. Подвижный ролик *2* закреплен в скобе *4* с рукояткой *3*. Трубу *5* для изгиба вставляют между роликами так, чтобы конец ее вошел в хомутик *7*. Затем рукояткой *3* поворачивают скобу *4* с подвижным роликом *2* вокруг неподвижного ролика-шаблона *6* до тех пор, пока труба не изогнется на требуемый угол.

Гибка медных и латунных труб. Подлежащие гибке в холодном состоянии медные или латунные трубы заполняют расплавленной канифолью, расплавленным стеарином (парафином) или свинцом в расплавленном состоянии. Порядок гибки аналогичен описанному ранее. Канифоль после гибки выплавляют, начиная с концов трубы, так как нагрев середины наполненной канифолью трубы, приводит к разрыву последней.

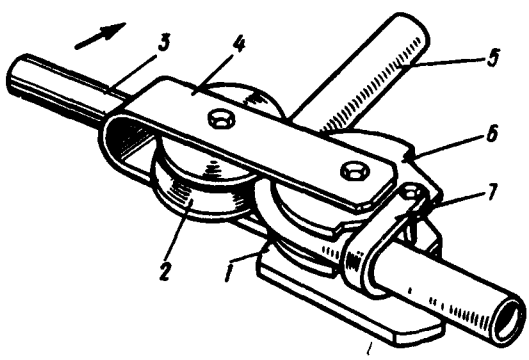


Рис. 104. Гибка трубы в холодном состоянии в специальном приспособлении

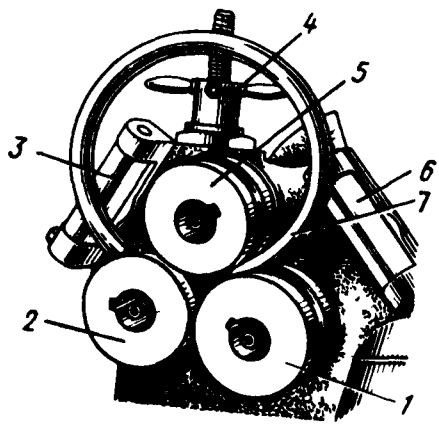


Рис. 105. Гибка трубы в кольцо. *1*, *2* – нижние ролики, *3*, *6* – прижимы *4* – рукоятка, *5* – верхний ролик *7* – труба

Медные трубы, подлежащие гибке в холодном состоянии, отжигают при 600...700 °С и охлаждают в воде. Наполнитель при гибке медных труб в холодном состоянии – канифоль, а в нагретом – песок.

Латунные трубы, подлежащие гибке в холодном состоянии, предварительно отжигают при 600...700 °С и охлаждают на воздухе. Наполнители те же, что и при гибке медных труб.

Дюралюминиевые трубы перед гибкой отжигают при 350...400 °С и охлаждают на воздухе.

Механизация гибки труб. При массовом изготовлении деталей из труб наибольших диаметров применяют ручные трубогибочные приспособления и рычажные трубогибы, а для гибки труб больших диаметров (до 350 мм) – специальные трубогибочные станки и прессы.

Гибку труб в кольцо производят на трехроликовом гибочном станке. На рис. 105 показан момент гибки в кольцо трубы диаметром до 25 мм без наполнителя.

Перед гибкой налаживают станок – регулируют положение верхнего ролика *5* относительно двух нижних роликов *1* и *2* вращением рукоятки *4*. При вращении рукоятки по часовой стрелке верхний ролик опускается вниз, и наоборот.

Широко используют новые способы гибки труб. Гибка с растяжением заготовки заключается в том, что заготовку подвергают совместному действию растягивающих (превышающих предел текучести металла) и изгибающих усилий. Этот процесс осуществляется на гибочно-растяжных машинах с поворотным столом. Гнутые этим способом детали имеют более высокую прочность и меньшую массу. Такой способ применяют при изготовлении труб для самолетов, автомашин, морских судов и др.

При гибке труб с нагревом токами высокой частоты нагрев, гибка и охлаждение происходят непрерывно и последовательно в специальной высокочастотной установке типа трубогибочных станков. Установка допускает гибку труб диаметром от 95 до 300 мм. Она состоит из двух частей – механической и электрической. Механическая часть представляет собой станок для гибки труб, а электрическая состоит из электрооборудования и высокочастотной установки. Указанный способ имеет ряд преимуществ: обеспечивается меньшая овальность в месте изгиба трубы; производительность в 4...5 раз выше, чем при других способах; процесс механизирован.

Развальцовка (вальцевание) труб заключается в расширении (раскатывании) концов *4* (рис. 106) труб изнутри специальным инструментом (вальцовкой) *2*. Для этого инструмент зажимают в слесарных тисках. Трубу вставляют в соответствующее ее диаметру отверстие *3* (каленая втулка), а затем ударами молотком по оправке *1* развальцовывают конец *4* трубы до необходимых размеров. Концы труб диаметром более 18 мм развальцовывают с помощью специальной вальцовки (рис. 107), представляющей собой стальной стержень *5*, на одном конце которого имеется конус *1*, а на другом – квадратная головка *6*. Стержень *5* помещен в корпус *3*, внутри которого размещены ролики *2*, имеющие небольшую конусность.

Процесс развальцовки состоит в том, что на конец *2* трубы (рис. 108) надевают фланец *1* с выточенными в его отверстии канавками *5*, затем в трубу вставляют вальцовку с роликами и вращают. При вращении

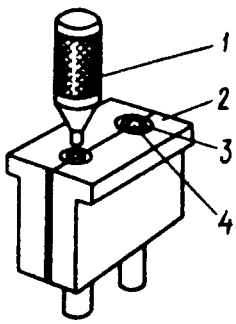


Рис 106 Развальцовка трубы в слесарных тисках

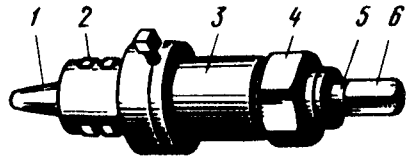


Рис. 107. Специальная вальцовка:
1 – конус, *2* – ролики, *3* – корпус, *4* – гайка, *5* – стержень, *6* – головка

вальцовка роликами *3* и *4* раскатывает трубу, вдавливая металл трубы в канавки *5* фланца до тех пор, пока они не заполнятся до отказа. Если вращение вальцовки становится свободным, подтягивают гайку *4* (см. рис. 107), углубляя тем самым конус в трубу.

Наиболее производительным является вальцевание на специальных вальцовочных машинах и различных механизмах.

Дефекты. При гибке металла дефектами чаще всего являются косые загибы и механические повреждения обработанной поверхности как ре-

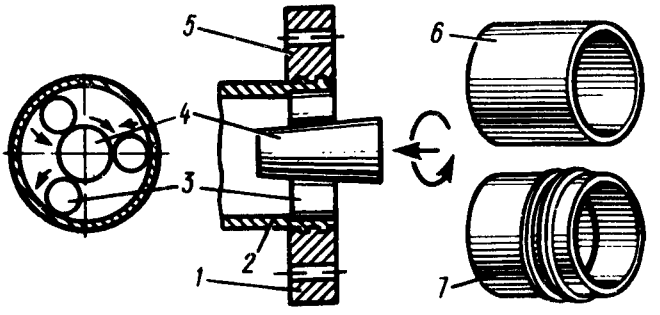


Рис. 108. Схема вальцевания:
1 – фланец, *2* – конец трубы, *3, 4* – ролики, *5* – канавки, *6, 7* – труба до и после вальцевания

зультат неправильной разметки или закрепления деталей в тисках выше или ниже разметочной линии, а также неправильного нанесения ударов.

Правильно изогнутыми считаются трубы, не имеющие вмятин, выпучин и складок.

При гибке труб необходимо соблюдать следующие условия:

тщательно следить за равномерностью вытягивания внешней стенки и посадки внутренней стенки трубы; учитывать, что вытягивание внешней стенки трубы происходит легче, чем посадка внутренней стенки;

трубу гнут плавно, без рывков; появившиеся складки правят молотком; для предупреждения складок трубу сначала гнут несколько больше, чем следует по шаблону, а затем отгибают в соответствии с шаблоном;

во избежание разрыва нельзя гнуть трубу и выправлять складки, если труба охладилась до светло-вишневого цвета (800 °С), поэтому трубы больших диаметров гнут с многократным нагревом;

после проверки трубы шаблоном удаляют пробки, высыпают песок и обрезают концы по шаблону, затем очищают и промывают трубу внутри.

Безопасность труда. При гибке необходимо выполнять следующие требования безопасности: заготовку закреплять в тисках или других приспособлениях прочно; работать только на исправном оборудовании; Перед началом работы на гибочных станках ознакомиться с инструкцией; работу выполнять осторожно, чтобы не повредить пальцы рук; работать в рукавицах и застегнутых халатах.

Глава VIII. РЕЗКА МЕТАЛЛА

§ 30. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Р е з к о й называют отделение частей (заготовок) от сортового или листового металла. Резка выполняется как со снятием стружки, так и без нее. Резка со снятием стружки осуществляется ручной ножовкой, на ножовочных, круглопильных, токарно-отрезных станках, а также может быть газовой, дуговой и др. Без снятия стружки материалы разрезают ручными рычажными и механическими ножницами, кусачками, труборезами, пресс-ножницами, в штампах. К резке относится также и надрезание металла.

Сущность процесса резки ножницами заключается в отделении частей металла под действием пары режущих ножей. Разрезаемый лист помещают между верхним и нижним ножами. Верхний нож, опускаясь, давит на металл и разрезает его.

Большое давление, испытываемое лезвиями при резании, требует большого угла заострения β. Чем тверже разрезаемый металл, тем больше должен быть угол заострения лезвия; для мягких металлов (медь и др.) он равен 65°, для металлов средней твердости – 70...75°, для твердых – 80...85°. С целью уменьшения трения лезвий ножей о разрезаемый металл задний угол α в лезвиях делается небольшим, равным 1,5...3° (рис. 109).

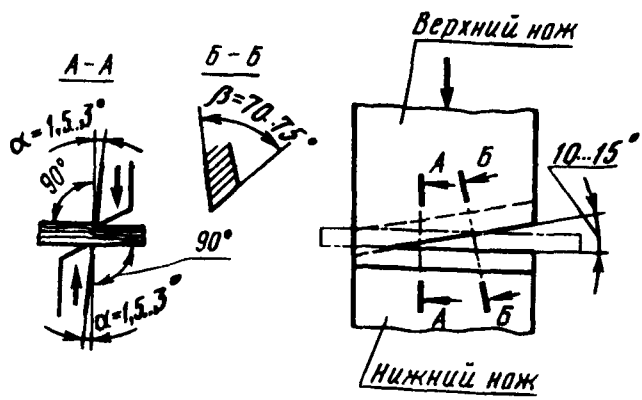


Рис. 109. Элементы ножниц

Ножи изготовляют из сталей У7, У8; боковые поверхности лезвий закалены до $HRC_э$ 52...58, отшлифованы и остро заточены.

§ 31. РЕЗКА РУЧНЫМИ НОЖНИЦАМИ

Обыкновенные ручные ножницы применяют для разрезания стальных листов толщиной 0,5...1 мм и листов из цветных металлов толщиной до 1,5 мм. Ручные ножницы изготовляют с п р я м ы м и (рис. 110 *а, б*) и к р и в ы м и (рис. 110, *в*) р е ж у щ и м и л е з в и я м и.

По расположению режущей кромки лезвия ручные ножницы делятся на правые и левые.

П р а в ы м и называются ножницы, у которых скос на режущей части каждой половины находится с правой стороны. Правыми ножницами режут по левой кромке изделия в направлении по часовой стрелке (рис. 110, *б*).

Л е в ы м и называются ножницы, в которых на режущей части каж-

дой половины скос расположен с левой стороны. Такими ножницами режут по правой кромке изделия против часовой стрелки (рис. 110, *в*).

При резке листа правыми ножницами все время видна риска на разрезаемом металле. При работе левыми ножницами, чтобы видеть риску, приходится левой рукой отгибать отрезаемый металл, перекладывая его через правую руку, что очень неудобно. Поэтому листовой металл по прямой линии и по кривой (окружности, закругления) без резких поворотов режут правыми ножницами.

Длина ножниц равна 200, 250, 320, 360 и 400 мм, а режущей части l_2 (от острых концов до шарнира) – соответственно 55...65, 70...82, 90...105, 100...120 и 110...130 мм. Хорошо заточенные и отрегулированные ножницы должны резать бумагу.

Ножницы держат в правой руке, охватывая рукоятки четырьмя пальцами и прижимая их к ладони; мизинец помещают между рукоятками (рис. 111, *а*).

Сжатые указательный, безымянный и средний пальцы разжимают, выпрямляют мизинец и его усилием отводят нижнюю рукоятку ножниц на необходимый угол. Удерживая лист левой рукой (рис. 111, *б*), подают его между режущими кромками, направляя верхнее лезвие точно посередине разметочной линии, которая при резании должна быть видна. Затем, сжимая рукоятку всеми пальцами правой руки (кроме мизинца) осуществляют резание. На рис. 111, *в, г* показаны приемы работы ножницами.

Для прямолинейной резки металла небольшой толщины применяют ручные ножницы, одну рукоятку которых зажимают в тисках (рис. 112, *а*).

Стуловые ножницы отличаются от обыкновенных большими размерами и применяются при разрезании листового металла толщиной до 3 мм. Нижняя рукоятка жестко зажимается в слесарных тисках (рис. 112, *б*) или крепится (вбивается) на столе или другом жестком основании. Для резки листовой стали толщиной до 3 мм применяют стуловые ножницы, имеющие стационарное закрепление (рис. 112, *в*).

Стуловые ножницы малопроизводительны, при работе требуют значительных усилий, поэтому для разрезания большой партии листового металла их не применяют.

Ручные малогабаритные силовые ножницы (рис. 113) служат для резки листовой стали толщиной до 2,5 мм и прутков диаметром до 8 мм. Габаритные размеры этих ножниц не превышают размеров обыкновенных ручных ножниц. Для резки рукоятку *8* закрепляют в тисках, а рукоятку *1* (рабочую) приводят в действие. Рабочая рукоятка представляет собой систему двух последовательно соединенных рычагов. Первый рычаг *3*, на одном плече которого закреплен нож *5*, соединен с помощью винта *6* с рукояткой *8*. Второе плечо рычага *3*, являющееся у обыкновенных ножниц рукояткой, выполнено укороченным и заканчивается шарниром *2* и собственно рукояткой ножниц. Концевым шарниром рукоятка *1* с помощью двухшарнирного звена *7* соединена с рукояткой *8*. Эта система рычагов увеличивает усилие резания примерно в 2 раза по сравнению с обыкновенными ножницами таких же размеров.

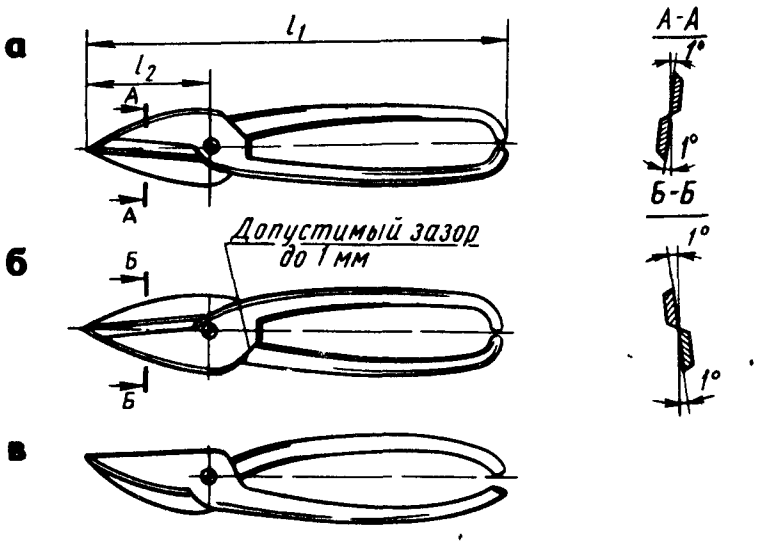


Рис. 110. Ручные ножницы для резки металла: *а* – с прямыми лезвиями, *б* – прямые правые, *в* – с кривыми лезвиями

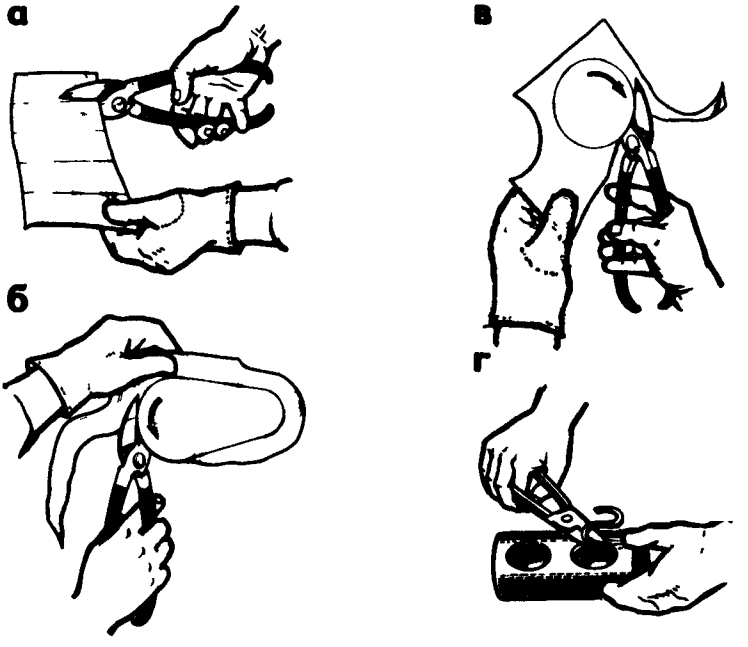


Рис. 111. Положение руки на рукоятках ножниц при резке (*а*) и приемы резки ножницами (*б–г*)

Ножи ножниц – сменные и прикреплены к рычагам на потайных заклепках.

Эти ножницы оснащены приспособлением для резки прутков диаметром до 8 мм. Приспособление имеет закрепленные на рычагах ножниц диски *4* с отверстиями и представляет собой обыкновенные ножницы, но с ножами специальной формы (закаленные втулки). Эти ножи являются сменными и вставляются в гнездо дисков. Для обрезки болтов (шпилек) во втулках одного из дисков имеется нарезка (несколько

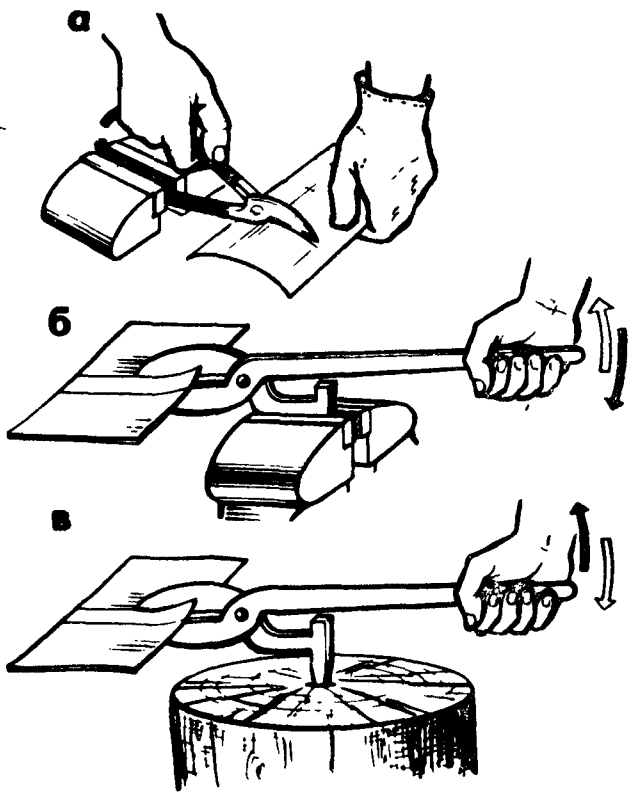
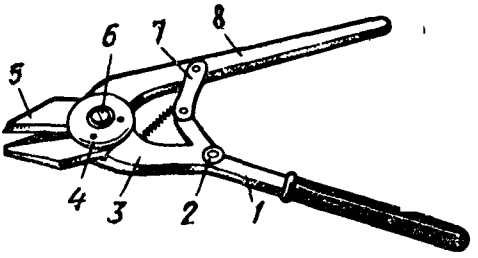


Рис. 112. Ножницы ручные, закрепленные в тисках (*а*), и стуловые – закрепленные в тисках (*б*) и на деревянном основании (*в*)

Рис. 113. Малогабаритные силовые ножницы



ниток), которая предохраняет резьбу болтов при обрезке от смятия.

Малогабаритные силовые ножницы обеспечивают хорошее качество реза.

Рычажные ножницы (рис. 114) применяют для разрезания листовой стали толщиной до 4 мм, алюминия и латуни – до 6 мм. Верхний шарнирно закрепленный нож *3* приводится в действие от рычага *2*. Нижний нож *1* – неподвижный.

Ножи изготовляют из стали У8 и закаливают до твердости $HRC_э$ 52...60. Углы заострения режущих граней равны 5...85°.

Перед работой проверяют наличие смазки на трущихся поверхностях, плавность хода рычага, отсутствие зазора между режущими кромками.

При резке металла правой рукой обхватывают рукоятку *2* рычага и плавно перемещают его в верхнее положение, при этом верхний нож *3* отходит вверх. Затем укладывают лист *4* так, чтобы левая рука удерживала его в горизонтальном положении, а линия реза находилась в поле зрения и совпадала с лезвием верхнего ножа *3*. Движением руки опускают рычаг с ножом вниз до тех пор, пока часть металла не будет прорезана, после этого рычаг перемещают в верхнее положение. Далее слегка поднимают лист *4* левой рукой, продвигают его по риске вдоль режущей кромки верхнего ножа и повторяют прием резания до полного разрезания. Ножницы обеспечивают получение реза без вмятин и прорезов по краю, а также достаточную точность.

Маховые ножницы (рис. 115) широко используются для резки листового металла толщиной 1,5...2,5 мм с пределом прочности 450...500 МПа (сталь, дюралюминий и т. д.). Этими ножницами режут

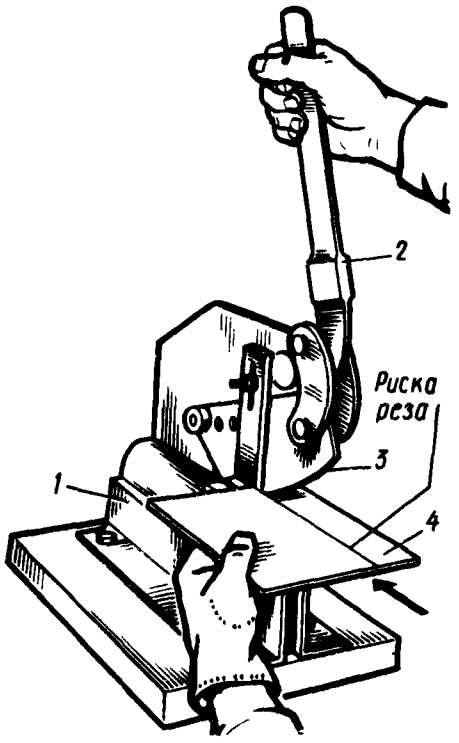


Рис. 114. Рычажные ножницы

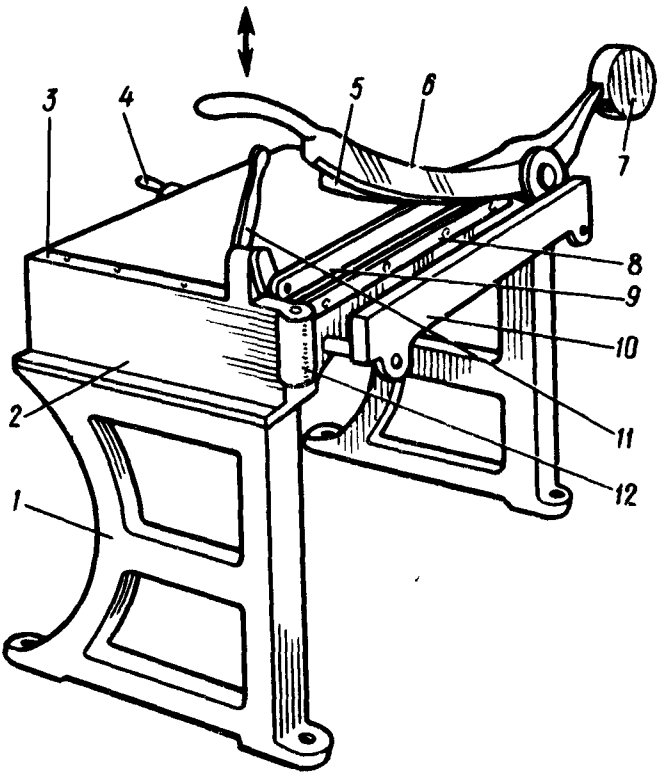


Рис. 115. Маховые ножницы

металл значительной длины. Маховые ножницы имеют чугунные станину *1* и стол *2*. В последний встроен нижний неподвижный нож *8*, а верхний подвижный нож *5* с криволинейной режущей кромкой закреплен в ножедержателе *6* и имеет противовес *7*, уравновешивающий ножедержатель с ножом.

Размер отрезаемых заготовок намечается предварительной разметкой или ограничивается регулируемым упором *10*, для чего упор сначала устанавливают на требуемое расстояние от режущей кромки нижнего неподвижного ножа. Лист *3* во время разрезания плотно прижимают боковой кромкой к упору *10*, а другой кромкой – к пружинному упору *12*. После этого поворотом рукоятки *11* от себя лист плотно прижимают сверху прижимной планкой *9* и, опуская верхний нож с ножедержателем *6*, разрезают заготовку.

Ножедержатель при опускании вниз упирается в пружинный упор *12*. Перестановка упора осуществляется с помощью рукоятки *4*.

Ножницы с наклонными ножами (гильотинные) позволяют разрезать листовой металл толщиной до 32 мм, листы размерами 1000...32000 мм, реже – полосовой прокат, а также листовые неметаллические материалы.

На рис. 116 показаны кривошипные листовые ножницы с наклонными ножами. Они имеют нижний неподвижный и верхний подвижный ножи; последний наклонен под углом 2...6°. Это делает возможным постепенный вход ножа в работу, облегчает резание и обеспечивает его высокое качество. Нижний нож крепится к задней части стола *2* (рис. 116), установленного на станине *1*, верхний – к ползуну *7*. От элек-

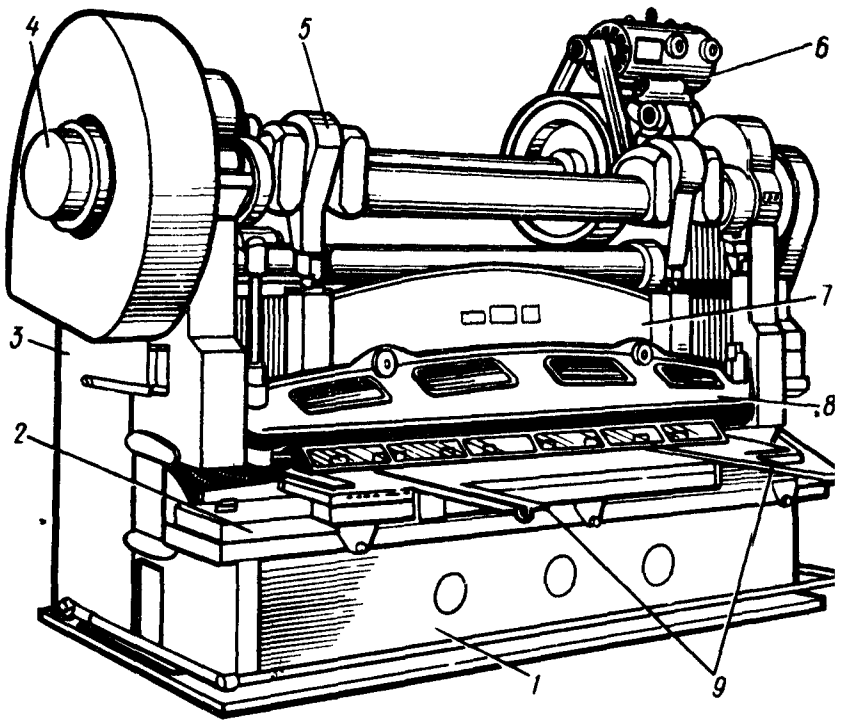


Рис. 116. Кривошипные листовые ножницы с наклонным ножами

тродвигателя *6* через клиноременную передачу получает вращение кривошипный вал *4*.

Два эксцентрика *5*, смонтированные на нем, сообщают ползуну возвратно-поступательное перемещение по направляющим стоек *3*. Лист укладывают на стол к кронштейну *9* и прижимают прижимом *8*, после чего осуществляют резку.

§ 32. РЕЗКА НОЖОВКОЙ

Общие сведения. Ручная ножовка (пила) – инструмент, предназначенный для разрезания толстых листов полосового, круглого и профильного металла, а также для прорезания шлицев, пазов, обрезки и вырезки заготовок по контуру и других работ. Ручная слесарная ножовка (рис. 117, *а*) состоит из станка (рамки) *2* и ножовочного полотна *4*. На одном конце рамки имеется неподвижная головка *5* с хвостовиком и рукояткой *6*, а на другом – подвижная головка *3* с натяжным винтом *9* и гайкой (барашком) *1* для натяжения полотна. В головках *5* и *3* выполнены прорези *8*, в которые вставляют ножовочное полотно и крепят его штифтами *7*.

Рамки для ножовок изготовляют либо цельными (редко) для ножовочного полотна одной определенной длины, либо раздвижными (рис. 117, *б*), допускающими закрепление ножовочного полотна различной длины.

Для раздвигания ножовки колена перегибают, пока заклепка не выйдет из выреза, и смещают. Заклепку вводят в другой вырез и колена выпрямляют.

Станок с передвижным держателем (рис. 117, *в*) представляет собой угольник с рукояткой, по которому можно перемещать и закреплять в нужном положении держатель.

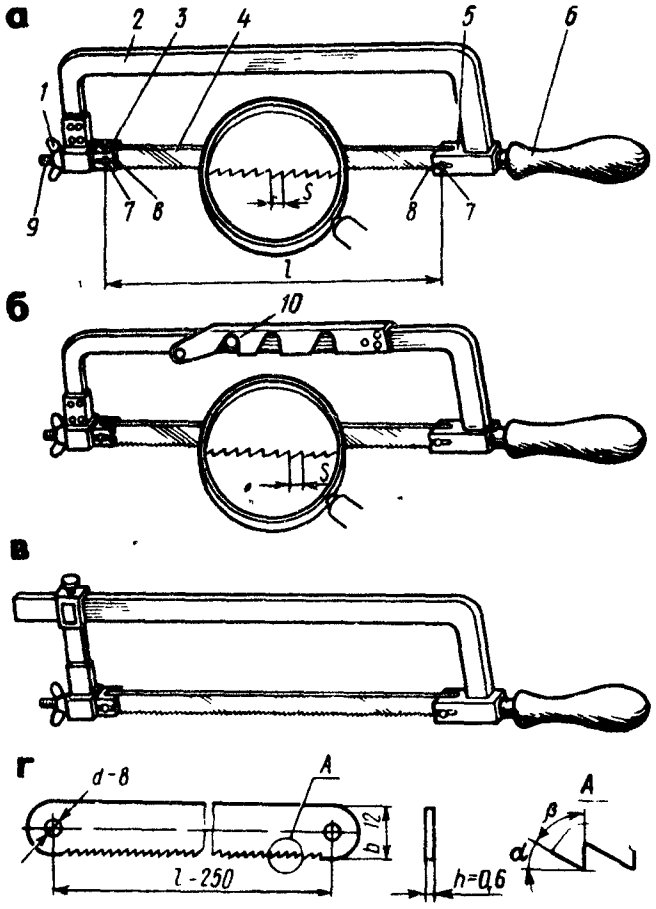


Рис. 117. Ручная слесарная ножовка цельная (*а*), раздвижная (*б*), с передвижным держателем (*в*) и ножовочное полотно (*г*):
1 – гайка-барашек, *2* – рамка (станок), *3, 5* – подвижная и неподвижная головки, *4* – ножовочное полотно, *6* – хвостовик с рукояткой, *7* – штифты, *8* – прорези, *9* – натяжной винт, *10* – подвижная скоба

Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую стальную пластину с двумя отверстиями и с зубьями на одном из ребер. Полотна изготовляют из сталей У10А и Х6ВФ, их твердость $HRC_э$ 61...64. В зависимости от назначения ножовочные полотна разделяются на ручные и машинные. Полотно вставляют в рамку зубьями вперед.

Размер (длина) ручного ножовочного полотна определяется по расстоянию между центрами отверстий под штифты (рис. 117, *г*). Наиболее часто применяют ножовочные полотна для ручных ножовок длиной L, равной 250...300 мм, высотой b, равной 13 и 16 мм, толщиной h, равной 0,65 и 0,8 мм.

Каждый зуб ножовочного полотна имеет форму клина (резца). На зубе, как и на резце, различают задний угол α, угол заострения β и передний угол γ; $\alpha + \beta + \gamma = 90°$.

Условия работы ножовочного полотна отличаются от условий работы резца, поэтому значения углов здесь иные. При резке металла большой ширины получаются пропилы значительной длины, в которых каждый зуб полотна снимает стружку, имеющую вид запятой. Эта стружка должна размещаться в стружечном пространстве до тех пор, пока острие зуба не выйдет из пропила (рис. 118, *а*). Величина стружечного простран-

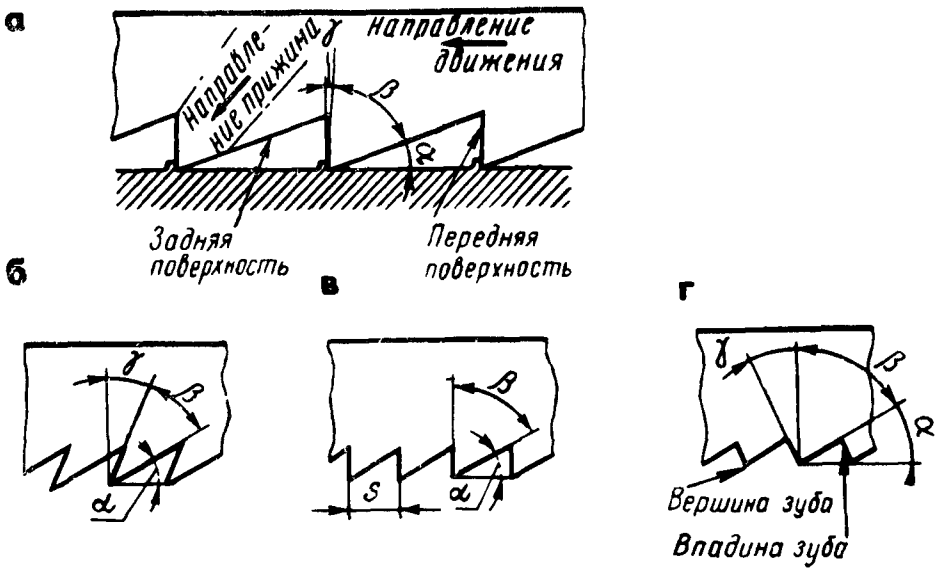


Рис. 118. Элементы зуба ножовочного полотна (*а*); передний угол зуба положительный (*б*), равный нулю (*в*) и отрицательный (*г*)

ства зависит от значений заднего угла α, переднего угла γ и шага S зуба (рис. 118, *в*).

В зависимости от твердости разрезаемого металла передний угол зубьев ножовочного полотна может иметь нулевое значение (рис. 118, *в*), быть положительным (рис. 118, *б*) или отрицательным (рис. 118, *г*). Производительность резания ножовочным полотном, имеющим передний угол нулевого значения, ниже, чем полотном, передний угол которого больше 0°.

Для резки металлов различной твердости углы зубьев ножовочного полотна выполняют следующими: передний $\gamma = 0...12°$; задний $\alpha = 35...40°$; заострения $\beta = 43...60°$.

Для резки более твердых материалов применяют полотна, у которых угол заострения зубьев больше, для разрезания мягких материалов угол заострения меньше. Полотна с большим углом заострения более износоустойчивы.

Для резки металлов пользуются преимущественно ножовочными полотнами с шагом, равным 1,3...1,6 мм, при котором на длине 25 мм насчитывается 17...20 зубьев. Чем толще разрезаемая заготовка, тем крупнее должны быть зубья, и наоборот. Для резки металлов различной твердости применяют полотна с различным числом зубьев: мягкие металлы – 16; средней твердости закаленная сталь – 19; чугун, инструментальная сталь – 22; твердая, полосовая и угловая сталь – 22.

Разводка зубьев ножовочного полотна. При резке ручной ножовкой в работе должно участвовать (одновременно резать металл) не менее двух-трех зубьев. Во избежание заедания (заклинивания) ножовочного полотна в металле зубья разводят, чтобы ширина разреза, сделанного ножовкой, была немного больше толщины полотна. Кроме того, это значительно облегчает работу.

В зависимости от значения шага S разводку выполняют по полотну и по зубу. Ножовочные полотна, у которых $S \leq 0{,}8$ мм, должны иметь разводку зубьев по полотну (рис. 119, *а*), т.е. каждые два смеж-

ных зуба отгибают в противоположные стороны на 0,25...0,6 мм. (Такая разводка, называемая также волнистой, допускается и при S = = 1 мм.) Разводка выполняется на высоте не более удвоенной высоты зуба. Шаг разводки принимается равным $8S$.

Полотна, у которых $S > 0{,}8$ мм, разводят по зубу (рис. 119, *б*); такая разводка называется гофрированной. При малом шаге зубьев два-три зуба отводят вправо и два-три – влево. При среднем шаге один зуб отводят влево, второй – вправо, третий не отводят. При крупном шаге один зуб отводят влево, а второй – вправо. Обычно разводку по зубу применяют для полотен с шагом зубьев, равным 1,25 или 1,6 мм.

Разводка ножовочного полотна должна заканчиваться на расстоянии не более 30 мм от торца.

Подготовка к работе ножовкой. Перед работой ножовкой прочно закрепляют разрезаемый материал в тисках (уровень крепления должен соответствовать росту работающего). Затем выбирают ножовочное полотно в соответствии с твердостью, формой и размерами разрезаемого металла. При длинных пропилах используют ножовочные полотна с крупным шагом зубьев, а при коротких – с мелким.

Ножовочное полотно устанавливают в прорези головки так, чтобы зубья были направлены от рукоятки (рис. 120, *а*), а не к ней (рис. 120, *б*). При этом сначала вставляют конец полотна в неподвижную головку и фиксируют его штифтом, затем вставляют второй конец полотна в прорезь подвижного штыря и также закрепляют штифтом. Натягивают полотно вручную без большого усилия (запрещается применение плоскогубцев, тисков и др.) вращением барашковой гайки (рис. 120, *в*). При этом из-за опасения разрыва полотна ножовку держат в удалении от лица.

Туго натянутое полотно при незначительном перекосе, а слабо натянутое – при усиленном нажиме перегибаются и могут сломаться. Степень

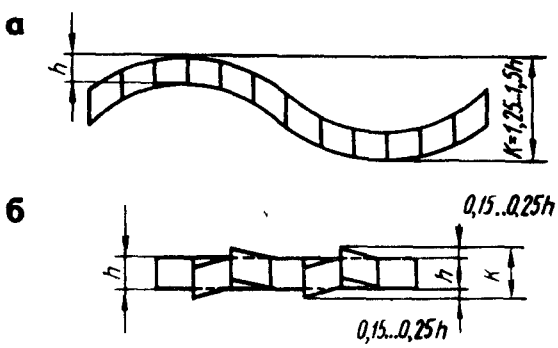


Рис. 119. Схемы разводки зубьев ножовочного полотна: *а* – по полотну, *б* – по зубу

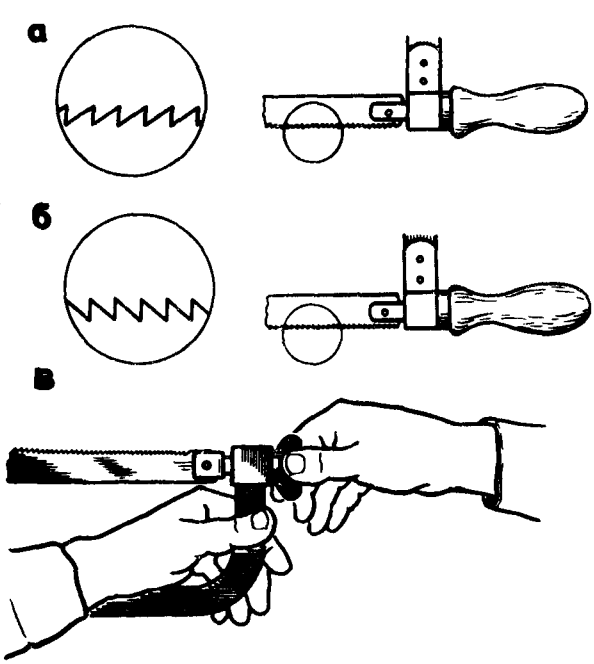


Рис. 120. Правильная (*а*) и неправильная (*б*) установки ножовочного полотна и его натяжение (*б*)

натяжения полотна проверяют, легко нажимая на него пальцем сбоку; если полотно не прогибается, натяжение достаточно.

Положение корпуса работающего. При резке металла ручной ножовкой становятся перед тисками прямо, свободно и устойчиво, вполоборота по отношению к губкам тисков или оси обрабатываемой заготовки (рис. 121). Левую ногу несколько выставляют вперед, примерно по линии разрезаемого металла, и на нее опирают корпус. Ступни ног ставят так, чтобы они образовали угол 60...70° при определенном расстоянии между пятками (см. рис. 121, *г*).

Положение рук (хватка). Поза рабочего считается правильной, если между плечевой и локтевой частями согнутой в локте правой руки с ножовкой, установленной на губки тисков (в исходное положение), образуется прямой угол (рис. 121, *а*).

Рукоятку обхватывают четырьмя пальцами правой руки так, чтобы она упиралась в ладонь (рис. 121, *б*); большой палец накладывают сверху вдоль рукоятки. Пальцами левой руки обхватывают гайку и подвижную головку ножовки (рис. 121, *в*).

Работа ножовкой. При резке ножовкой, как и при опиливании, должна соблюдаться строгая координация усилий (балансировка), заключающаяся в правильном увеличении нажима рук. Движение ножовки должно быть строго горизонтальным. Нажимают на станок обеими руками, но наибольшее усилие делают левой рукой, а правой осуществляют главным образом возвратно-поступательное движение ножовки.

В процессе резки осуществляется два хода – рабочий, когда ножовка перемещается вперед от работающего, и холостой, когда ножовка перемещается назад, по направлению к работающему. При холостом ходе на ножовку не нажимают, в результате чего зубья только скользят, а при рабочем ходе обеими руками создают легкий нажим так, чтобы ножовка двигалась прямолинейно.

При работе ножовкой необходимо выполнять следующие правила:

короткие заготовки резать по наиболее широкой стороне; при резке проката углового, таврового и швеллерного профилей лучше изменять положение заготовки, чем резать по узкой стороне;

в работе должно участвовать все ножовочное полотно;

работать ножовкой не спеша, плавно, без рывков, делая не более 30...60 двойных ходов в минуту (твердая сталь – 30...40, сталь средней твердости – 40...50, мягкая сталь – 50...60); при более быстрых темпах скорее наступает утомляемость и, кроме того, полотно нагревается и быстрее тупится;

перед окончанием распила ослаблять нажим на ножовку, так как при сильном нажиме ножовочное полотно резко выскакивает из распила, ударяясь о тиски или заготовку, в результате чего может нанести травму;

при резке не давать полотну нагреваться; для уменьшения трения полотна о стенки в пропиле заготовки периодически смазывать полотно минеральным маслом или графитовой смазкой, особенно при резке вязких металлов;

ки сбоку, чем обеспечивается устойчивое положение ножовки во время резки.

Резка квадратного металла. Заготовку закрепляют в тисках и в месте будущего реза трехгранным напильником делают неглубокий пропил для лучшего направления ножовки. В начале операции ножовку наклоняют в сторону от себя (вперед). По мере врезания наклон постепенно уменьшают до тех пор, пока рез не дойдет до противоположной кромки заготовки. Затем заготовку разрезают при горизонтальном положении ножовки (рис. 122, *б*). При очень глубоких резах левую руку переставляют, берясь за верх рамки (рис. 123, *а*).

Резка полосового металла. Полосовой металл рациональнее резать не по широкой, а по узкой стороне. Это, однако, можно сделать при толщине полосы, большей расстояния между тремя зубьями полотна.

Резка ножовкой с поворотом полотна осуществляется при длинных (высоких) или глубоких резах, когда не удается до-

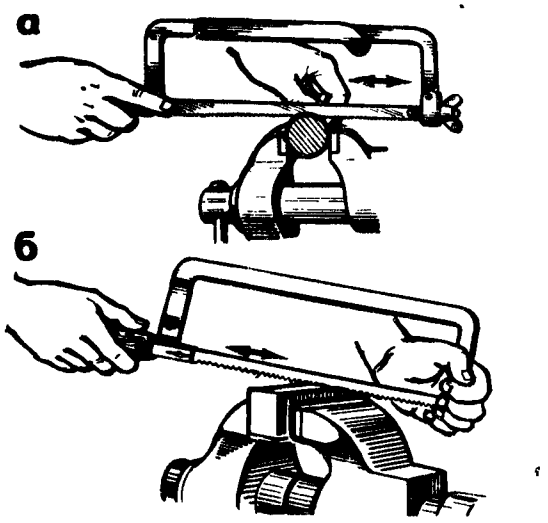


Рис. 122. Начало резки ножовкой круглого (*а*) и квадратного (*б*) металла

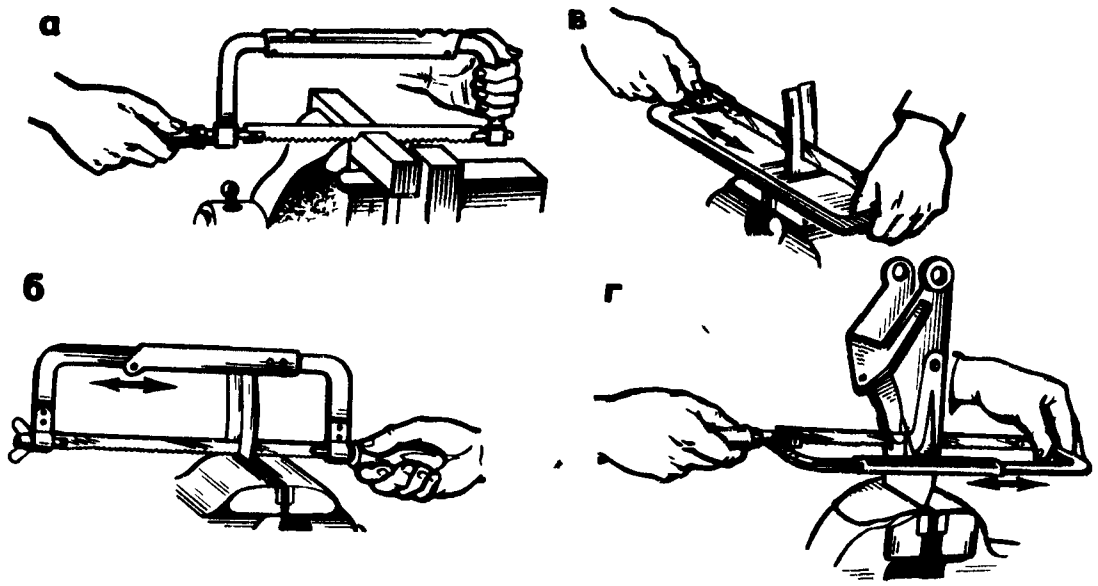


Рис. 123. Резка ножовкой при глубоких резах:
а – положение пальцев левой руки, *б* – без поворота полотна, *в* – с поворотом полотна, *г* – в замкнутом контуре

вести рез до конца из-за того, что рамка ножовки упирается в торец заготовки и мешает дальнейшему пропиливанию (рис. 123, *б*). При этом можно изменить положение заготовки и, врезавшись в нее с другого конца, закончить резку.

Однако есть другой способ: резать ножовкой, полотно которой повернуто на 90° (рис. 123, *в*). Для этого полотно переставляют в боковые прорези головок рамки. При таком положении ножовки работают осторожно, так как при перекосе рамки ножовочное полотно может сломаться. Этим способом также режут металл в деталях с замкнутыми контурами (рис. 123, *г*).

Резка тонкого листового и профильного металла. Заготовки, детали из тонкого листового материала зажимают между деревянными брусками по одной или по нескольку штук и разрезают вместе с брусками (рис. 124, *а*).

Резка по криволинейным контурам. Чтобы вырезать в металле (листе) фасонное окно (отверстие), просверливают или вырубают отверстие диаметром, равным ширине полотна ножовки или пилы лобзика. Пропустив через это отверстие полотно, закрепляют его в рамке и режут по заданному контуру (рис. 124, *б*).

Шлицы крупных размеров прорезают обыкновенными ножовками с одним или двумя (в зависимости от ширины шлицев) соединенными вместе полотнами (рис. 124, *в*).

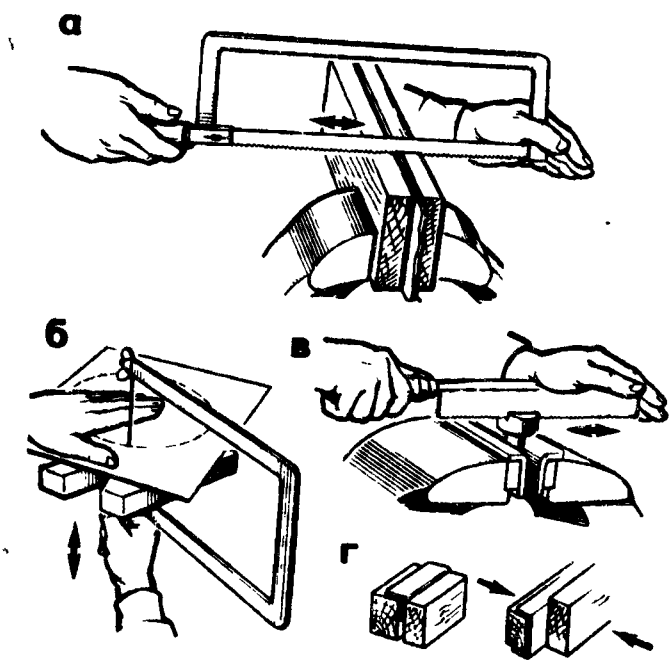


Рис. 124. Работа ножовкой:
а – резка тонкого листа, *б* – вырезание фасонного отверстия лобзиком, *в* – прорезание шлицев, *г* – тонкие профили, закрепленные для резки

Тонкие профили разрезают в плоских деревянных брусках (рис. 124, *г*).

§ 34. РЕЗКА ТРУБ НОЖОВКОЙ И ТРУБОРЕЗОМ

Перед резкой трубу размечают по шаблону, изготовленному из жести, изогнутой по трубе. Шаблон накладывают на место реза и чертилкой по окружности трубы наносят разметочные риски. Трубы разрезают ножовками и труборезами.

Резка ножовкой. Трубу зажимают в параллельных тисках в горизонтальном положении и режут по риске. Тонкостенные трубы и трубы с чисто обработанной поверхностью зажимают в тисках между специальными деревянными накладками (рис. 125).

При разрезании трубы ножовку держат горизонтально, а по мере врезания полотна в трубу слегка наклоняют на себя.

В случае защемления полотна вынимают ножовку из прореза, поворачивают трубу от себя на 45...60° и продолжают резать, слегка нажимая на полотно. Если ножовку увело в сторону от разметочной риски, трубу поворачивают вокруг оси и режут по риске в новом месте.

Резка труборезом значительно производительнее, чем ножовками. Труборезы изготовляют трех размеров: № 1 — для разрезания труб диаметром $^1/_4$...$^3/_4$"; № 2 — 1...2$^1/_2$"; № 3 — 3...4".

Трубу *1* (рис. 126) зажимают вращением рукоятки *2* с винтом *3* в прижиме *7* между угловой выемкой основания и сухарем с уступами. Затем на конец зажатой в прижиме *7* трубы надевают труборез *6*. Вращая рукоятку *5* трубореза вокруг своей оси, подводят подвижный ролик *4* трубореза до соприкосновения со стенкой трубы. Далее делают один оборот труборезом вокруг трубы и проверяют линию реза: если она одинарная и замкнутая, то ролики установлены правильно.

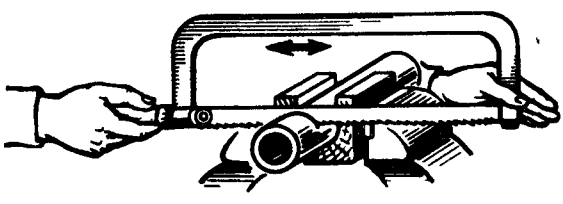


Рис. 125. Резка трубы ножовкой

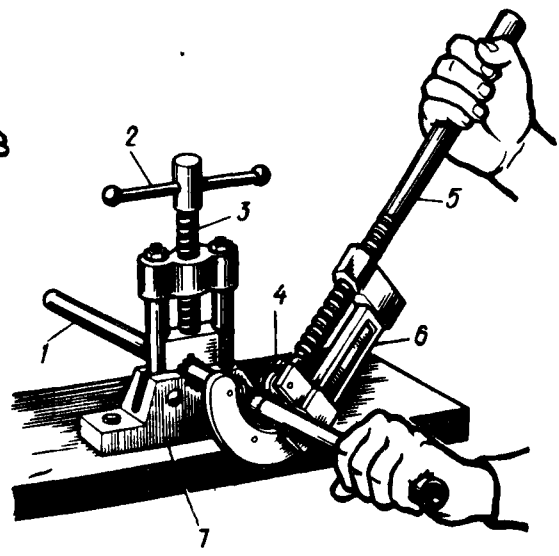


Рис. 126. Резка трубы труборезом

Резание осуществляют так. У установленного на трубе трубореза поворачивают рукоятку на $^1/_4$ оборота, поджимая подвижный ролик к поверхности трубы так, чтобы линия разметки совпала с острыми гранями роликов. Смазывают место реза маслом для охлаждения режущих кромок роликов. Труборез вращают вокруг трубы, перемещая подвижный ролик до тех пор, пока стенки трубы не будут полностью прорезаны.

Длину отрезанных труб проверяют линейкой, а плоскость среза по отношению к наружной стенке – угольником.

Трубу при резке можно зажимать в тисках, имеющих рифленые сухари. Тонкостенные трубы режут труборезом с одним роликом, а толстостенные – с тремя. Трубы очень больших диаметров режут труборезом с цепью, на которой укреплено шесть роликов. Наличие нескольких роликов дает возможность значительно ускорить процесс разрезания. Если надо получить ровную, без значительных заусенцев поверхность в месте реза, применяют труборез конструкции А.С. Мисюты. Это обычный трехроликовый труборез, между роликами которого на рычаге в специальной оправке укреплен резец (вылет его можно регулировать), ускоряющий процесс резания.

§ 35. МЕХАНИЗИРОВАННАЯ РЕЗКА

Механизированная резка осуществляется с помощью различных механических, электрических и пневматических ножовок и ножниц, дисковых пил и другого универсального или специального оборудования.

Ножовочные пилы (приводные ножовки) применяют для резки сортового и профильного металла. Ножовочная пила 872А (рис. 127), имеющая электрический и гидравлический приводы, предназначена для резки различных заготовок из сортового металла круглого и квадратного сечений. Точность обработки на таком станке составляет ±2 мм, шероховатость поверхности $Ra = 20$ мкм ($Rz = 80$ мкм).

Зажимные тиски. На столе станка устанавливают тиски с V-образными губками для закрепления заготовок круглого сечения диаметром до 120 мм (рис. 128, *а*) или нескольких заготовок меньшего диаметра (рис. 128, *б*). Тиски с плоскими губками служат для закрепления заготовок больших сечений – от 40 до 250 мм (рис. 128, *в*). Эти тиски явля-

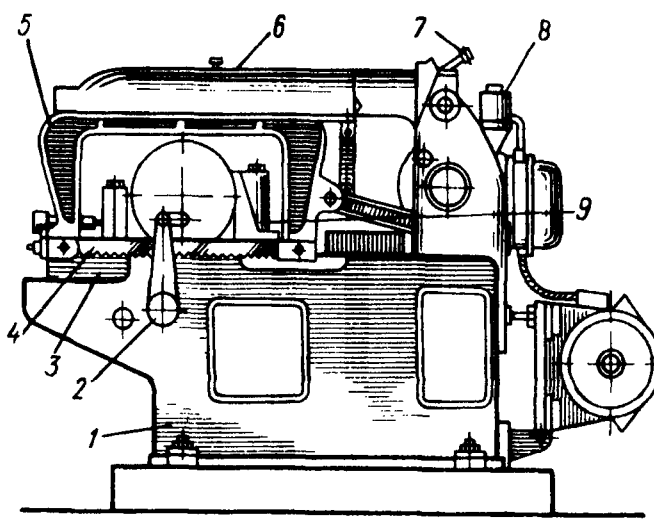


Рис. 127. Ножовочная пила:
1 – станина, *2* – упор, *3* – стол, *4* – ножовочное полотно, *5* – пильная рама, *6* – рукав (хобот), *7* – выключатель, *8* – кнопка ("Пуск" – "Стоп"), *9* – машинные тиски

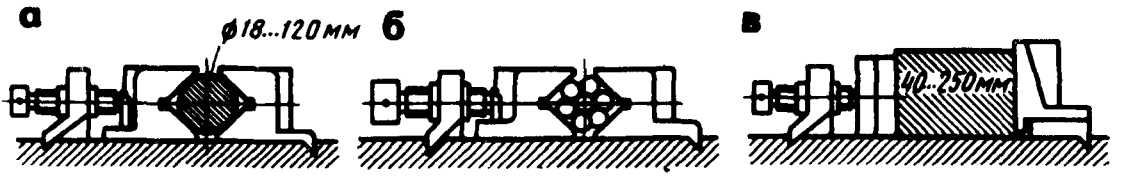


Рис. 128. Зажимные тиски:
а, б – с V-образными губками для закрепления соответственно одной или нескольких заготовок круглого сечения, *в* – с плоскими губками для закрепления заготовки большого сечения

ются поворотными, в них разрезаемый материал закрепляют под углом 45°.

Установка тисков и заготовок. Тиски устанавливают на столе пилы с таким расчетом, чтобы ось разрезаемой заготовки проходила посередине хода пильной рамы. При установке заготовки в тисках следят, чтобы она располагалась под прямым углом к ножовочному полотну.

Для разрезания заготовки под углом сначала под заданным углом устанавливают тиски, затем укладывают в них и прочно закрепляют заготовку. Машинные ножовочные полотна изготовляют из стали марки Р6М5.

Установка ножовочного полотна. Полотно устанавливают одним концом на штифт *4* (рис. 129) неподвижно укрепленной планки *5* пильной рамы *2* так, чтобы зубья полотна были направлены в сторону рабочего хода. Другой конец полотна надевают на штифт *3* подвижной планки, затем оба конца полотна прижимают накладными планками *7* и *9* к пильной раме болтами *6* и *8*. Полотно натягивают, завинчивая гайки *1* с некоторым усилием (слабо натянутое полотно при резании может сломаться или сделать косой рез).

Ножовочную пилу налаживают для резки твердых металлов на 85, а для резки мягких металлов – на 110 двойных ходов в минуту.

Гидропривод станка управляется с помощью рукоятки крана. При положении рукоятки крана "Бездействие" (рис. 130, *а*) пильная рама получает возвратно-поступательное движение, при положении "Спуск" (рис. 130, *б*) рукав с пильной рамой плавно опускается вниз, при положении "Подъем" (рис. 130, *в*) рукав с пильной рамой плавно поднимается, при положении "Медленное действие" (рис. 130, *г*) регулируется заданная подача врезания ножовочного полотна в металл при рабочем ходе, при положении "Быстрое действие" (рис. 130, *д*) регулируется наибольшая подача врезания ножовочного полотна в металл при рабочем ходе.

При обратном ходе ножовочное полотно немного приподнимается над разрезаемым материалом.

Приступая к разрезанию металла на пиле рукоятку крана гидропривода устанавливают в положение "Спуск" и включают электродвигатель. После того как ножовочное полотно опустится к разрезаемому металлу, рукоятку крана переводят в положение "Медленное действие" для предварительного врезания. Затем рукоятку перемещают по направ-

Рис. 129. Установка ножовочного полотна в ножовочной пиле

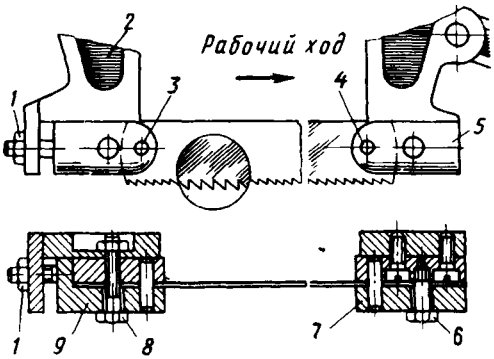


Рис. 130. Положения рукоятки при управлении гидроприводом ножовочной пилы: *а* – "Бездействие", *б* – "Спуск", *в* – "Подъем", *г* – "Медленное действие", *д* – "Быстрое действие"



лению к положению "Быстрое действие" и устанавливают желаемую подачу резания.

Дальнейшая работа станка происходит автоматически до окончательного разрезания заготовки. По окончании резки пильная рама автоматически переключает рукоятку крана в положение "Подъем", которое осуществляется до определенной высоты; выключатель, расположенный на рукаве, нажимает на кнопку "Стоп" и выключает электродвигатель.

Ручные электрические ножницы С-424 вибрационного типа (рис. 131) состоят из электродвигателя *1*, редуктора *2* с эксцентриком *7* и рукоятки *4*. Возвратно-поступательное движение от эксцентрика передается верхнему ножу *6*, нижний нож *5* укреплен на скобе *8*. При резке электроножницы держат правой рукой, охватывая рукоятку всеми пальцами правой руки; указательный палец помещается на рычаге выключателя *3* с курком. Левой рукой лист подают между ножами, направляя под режущую кромку верхнего ножа точно по риске так, чтобы риска была видна.

После включения электроножницы направляют правой рукой по линии реза так, чтобы плоскости ножей имели некоторый наклон относительно плоскости разрезаемого металла. Электроножницами разрезают листовую сталь толщиной до 2,7 мм и другие листовые материалы. В зависимости от толщины разрезаемого металла и мощности электродвигателя производительность электроножниц достигает 3...6 м/мин. Они особенно удобны при резке по фигурному раскрою, так как позволяют резать по контуру с малым радиусом кривизны.

Зазор между ножами *5* и *6* устанавливают в зависимости от толщины разрезаемого металла по таблицам и проверяют щупом (при толщине 0,5...0,8 мм зазор равен 0,03...0,048 мм, при толщине 1...1,3 мм – 0,06...0,08 мм, при толщине 1,6...2 мм – 0,1...0,13 мм).

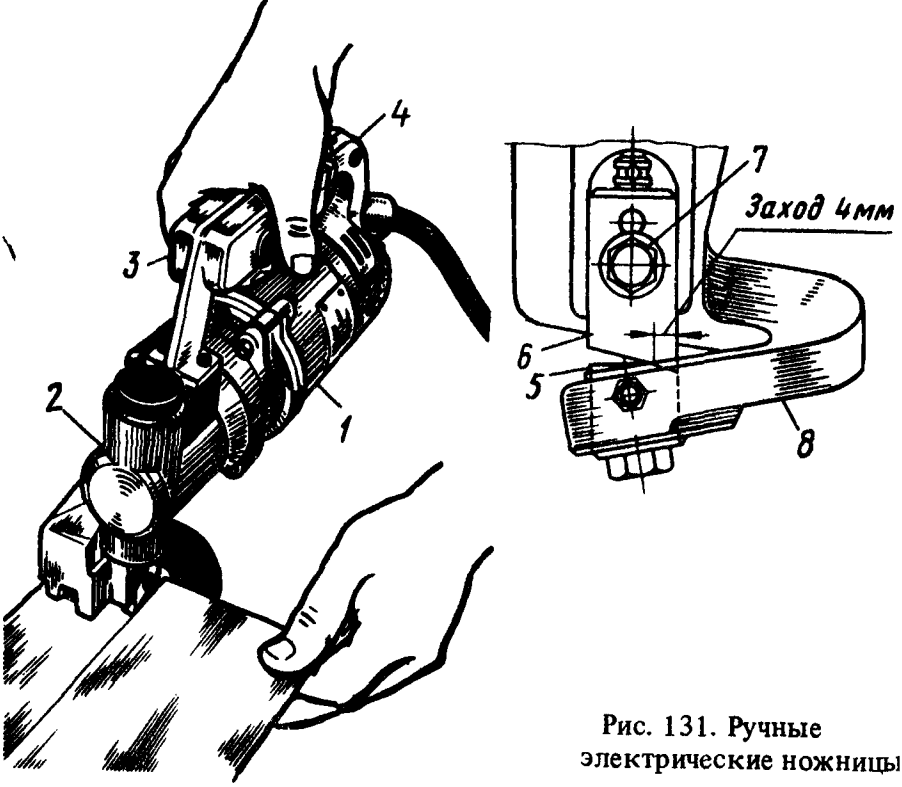


Рис. 131. Ручные электрические ножницы

Пневматические ножницы предназначены для прямолинейной и криволинейной резки металла и приводятся в действие пневматическим роторным двигателем. Наибольшая толщина разрезаемого стального листа средней твердости составляет 3 мм, наибольшая скорость резания – 2,5 м/мин, число двойных ходов ножа в минуту – 1600.

Пневматическая ножовка (рис. 132) приводится в действие сжатым воздухом. Она состоит из преобразователя движения, роторного двигателя, пусковой кнопки и ножовочного полотна. Максимальная толщина разрезаемого металла равна 5 мм, наименьший радиус – 50 мм, скорость резания – 20 м/мин. Машина снабжена сменными зажимными патронами для закрепления напильников и ножовочных полотен различного размера.

Дисковая пневматическая пила (рис. 133) применяется для резки

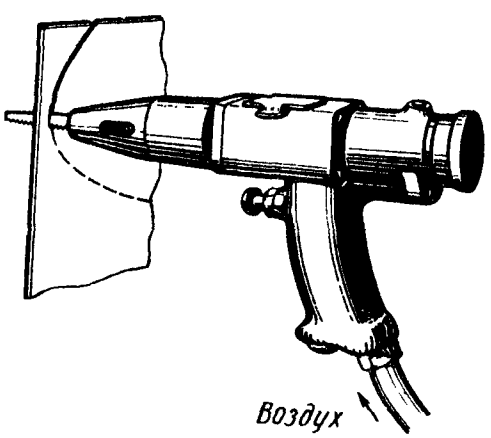


Рис. 132. Пневматическая ножовка

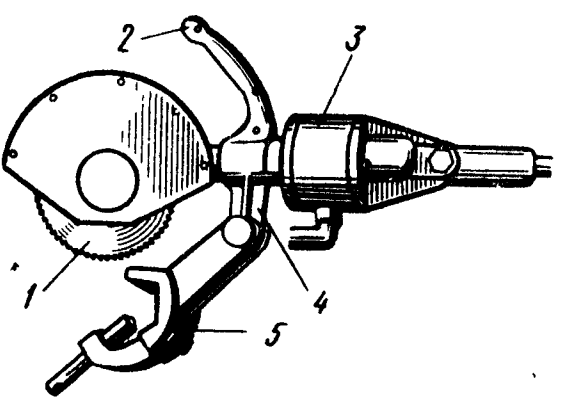


Рис. 133. Дисковая пневматическая пила

труб непосредственно на месте сборки трубопроводов. Пила имеет редуктор *3*, червячное колесо которого смонтировано на одной оси со специальной дисковой фрезой *1*. Закрепляется труба специальным зажимом *5*, который установлен на хвостовике *4*. Зажим крепится шарнирно к рукоятке *2*.

При использовании пневматической пилы на разрезаемых поверхностях труб не образуется наплывов и заусенцев.

Пневматическая пила допускает разрезание труб диаметром до 50...64 мм. Диаметр фрезы 190...220 мм, частота ее вращения – 150... ...200 об/мин.

§ 36. ОСОБЫЕ ВИДЫ РЕЗКИ

Абразивная резка. Этот способ целесообразно применять для разрезания материалов самого различного профиля размером 200×200 мм и труб диаметром до 600 мм.

Основные достоинства разрезания абразивными дисками:

высокая производительность процесса;

возможность разрезания стали высокой твердости;

малая ширина реза, что снижает потери металла;

значительно более высокое качество поверхности реза, чем при других способах резки;

допуски по длине и перпендикулярности реза выдерживаются в более узких пределах.

Абразивные диски изготовляют из электрокорунда, карбида кремния и алмаза.

Среднее время резки всухую зависит от диаметра заготовки (см. ниже).

Диаметр заготовки, мм	10	20	30	40	50	60
Время резки, с	1	2	3...4	4...5	6...8	9...12

При применении рабочей жидкости время резки возрастает, но одновременно увеличивается число резов, приходящихся на один диск. При автоматической подаче срок службы дисков выше, чем при ручной.

Дуговую резку применяют для разрезания лома, чугуна, цветных сплавов, удаления литников и прибылей в отливках, а также при отсутствии оборудования для газовой резки. Недостатком дуговой резки является неровность краев реза, большая его ширина и образование наплывов металла. Дуговую резку целесообразно производить в вертикальном и наклонном положениях детали для улучшения вытекания расплавленного металла, что повышает производительность и качество реза.

При резке металла толщиной более 20 мм применяют металлические электроды и переменный ток.

Резка металла под водой применяется при аварийно-восстановительных и судоподъемных работах. Для резки используют угольные и металлические электроды, покрытые водонепроницаемой обмазкой. В электрическую дугу добавочно подается режущий кислород.

При газовой резке под водой применяют резаки особой

конструкции, имеющие колпачки, надеваемые на режущую головку. При резке на глубине 20 м в качестве горючего применяют ацетилен, а при резке на глубине 20...40 м – водород. В процессе резки вода оттесняется от пламени продуктами горения или сжатым воздухом. С увеличением глубины повышают давление газа или сжатого воздуха.

Безопасность труда. При резке металлов необходимо выполнять следующие требования безопасности:

оберегать руки от ранения о режущие кромки ножовки или заусенцы на металле;

следить за положением пальцев левой руки, поддерживая лист снизу;

не сдувать опилки и не удалять их руками во избежание засорения глаз или ранения рук;

не загромождать рабочее место ненужными инструментами и деталями;

не снимать и не смазывать движущиеся и вращающиеся части; не переводить ремень со ступени на ступень при работе ножовочного станка.

Глава IX ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛА

§ 37. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. НАПИЛЬНИКИ

О п и л и в а н и е м называется операция по обработке металлов и других материалов снятием небольшого слоя напильниками вручную или на опиловочных станках.

Напильниками слесарь придает деталям требуемую форму и размеры, производит пригонку деталей друг к другу, подготовляет кромки деталей под сварку и выполняет другие работы.

С помощью напильников обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под разными углами, и т.п. Припуски на опиливание оставляются небольшими – от 0,5 до 0,25 мм. Точность обработки опиливанием составляет 0,2...0,05 мм (в отдельных случаях – до 0,001 мм).

Ручная обработка напильником в настоящее время в значительной степени заменена опиливанием на специальных станках, но полностью вытеснить ручное опиливание эти станки не могут, так как пригоночные работы при сборке и монтаже оборудования часто приходится выполнять вручную.

Напильники. Напильник (рис. 134) представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки (нарезки), образующие впадины и острозаточенные зубцы (зубья), имеющие в сечении форму клина. Напильники изготовляют из стали У10А или У13А (допускается легированная хромистая сталь ШХ15 или 13Х), после насекания подвергают термической обработке.

Напильники подразделяют по размеру насечки, ее форме, по длине и форме бруска.

В и д ы и о с н о в н ы е э л е м е н т ы н а с е ч е к. Насечки на поверхности напильника образуют зубья, которые снимают стружку с обра-

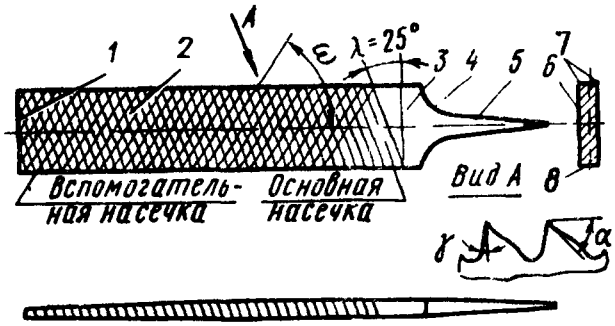


Рис. 134. Слесарный напильник общего назначения:
1 – носок, *2* – рабочая часть, *3* – ненасеченный участок, *4* – заплечик, *5* – хвостовик, *6*, *8* – широкая и узкая стороны, *7* – ребро

батываемого материала. Зубья напильников получают на пилонасекательных станках с помощью специального зубила, на фрезерных станках – фрезами, на шлифовальных станках – специальными шлифовальными кругами, а также путем накатывания, протягивания на протяжных станках – протяжками и на зубонарезных станках. Каждым из указанных способов насекается свой профиль зуба. Однако независимо от способа получения каждый зуб имеет задний угол α, угол заострения β и передний угол γ (рис. 135).

У напильников с насеченными зубьями (рис. 135, *а*) с отрицательным передним углом ($\gamma = -12...-15°$) и сравнительно большим задним углом ($\alpha = 35...40°$) обеспечивается достаточное пространство для размещения стружки. Получающийся при этом угол заострения ($\beta = 62...70°$) обеспечивает прочность зуба.

Напильники с зубьями, полученными фрезерованием или шлифованием (рис. 135, *б*), имеют положительный передний угол ($\gamma = 2...10°$). У них угол заострения небольшой и, следовательно, меньше усилие резания. Большая стоимость фрезерования и шлифования ограничивает применение этих напильников.

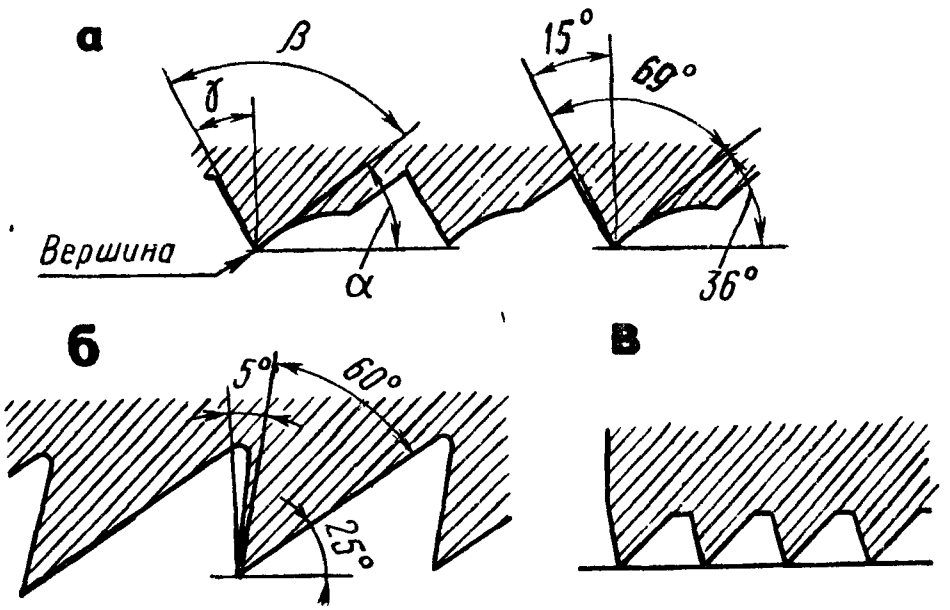


Рис. 135. Зубья напильника:
а – насеченные, *б* – полученные фрезерованием или шлифованием, *в* – полученные протягиванием

Для напильников с зубьями, полученными протягиванием (рис. 135, *в*), $\gamma = -5°$, $\beta = 55°$, $\alpha = 40°$. Протянутый зуб имеет впадину с плоским дном. Эти зубья лучше врезаются в обрабатываемый металл, что значительно повышает производительность труда. Кроме того, напильники с такими зубьями более стойки, так как зубья не забиваются стружкой.

Чем меньше насечек на 1 см длины напильника, тем крупнее зуб. Различают напильники с одинарной, или простой (рис. 136, *а*), с двойной, или перекрестной (рис. 136, *б*), точечной, или рашпильной (рис. 136, *в*), и дуговой (рис. 136, *г*) насечками.

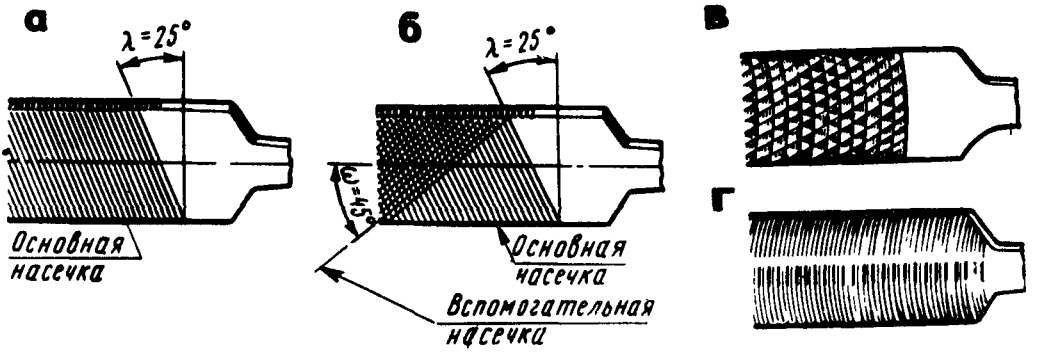


Рис. 136. Насечки напильников:
а – одинарная (простая), *б* – двойная (перекрестная), *в* – точечная (рашпильная), *г* – дуговая

Напильники с одинарной насечкой могут снимать широкую стружку, равную длине всей насечки. Их применяют при опиливании мягких металлов и сплавов (латуни, цинка, баббита, свинца, алюминия, бронзы, меди и т. п.) с незначительным сопротивлением резанию, а также неметаллических материалов. Кроме того, эти напильники используют для заточки пил, ножей, а также для обработки древесины и пробки. Одинарная насечка наносится под углом $\lambda = 25°$ к оси напильника.

Напильники с двойной (перекрестной) насечкой применяют для опиливания стали, чугуна и других твердых материалов с большим сопротивлением резанию. В напильниках с двойной насечкой сначала под углом $\lambda = 25°$ насекается нижняя, глубокая насечка, называемая основной, а поверх нее под углом $\omega = 45°$ – верхняя, неглубокая, называемая вспомогательной и разрубающая основную насечку на большое количество отдельных зубьев. Перекрестная насечка больше размельчает стружку, что облегчает работу.

Расстояние между соседними зубьями насечки называется шагом *S*. Шаг основной насечки больше шага вспомогательной. В результате зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол, равный 5°, и при движении напильника следы зубьев частично перекрывают друг друга, поэтому на обработанной поверхности уменьшается шероховатость, поверхность получается более чистой и гладкой.

Напильники с рашпильной (точечной) насечкой (рашпили) применяют для обработки очень мягких металлов и неметаллических материалов – кожи, резины и др.

Рашпильная (точечная) насечка получается вдавливанием металла специальными трехгранными зубилами, оставляющими расположенные в шахматном порядке вместительные выемки, способствующие лучшему размещению стружки.

Напильники с дуговой насечкой применяют при обработке мягких металлов (медь, дюралюминий и др.). Дуговую насечку получают фрезерованием; она имеет большие впадины между зубьями и дугообразную форму, обеспечивающую высокую производительность и повышенное качество обрабатываемых поверхностей.

§ 38. КЛАССИФИКАЦИЯ НАПИЛЬНИКОВ

По назначению напильники подразделяют на следующие группы: общего назначения; специального назначения; надфили; рашпили; машинные.

Напильники общего назначения предназначены для общеслесарных работ. По числу n насечек (зубьев), приходящихся на 10 мм длины, напильники подразделяют на шесть классов, а насечки имеют номера 0, 1, 2, 3, 4 и 5.

К первому классу относят напильники с насечкой № 0 и 1 (n = = 4...12), называемые драчевыми. Они имеют наиболее крупные зубья и служат для грубого опиливания.

Ко второму классу относят напильники с насечкой № 2 и 3 (n = = 13...24), называемые личными. Их применяют для чистового опиливания.

К третьему, четвертому, пятому и шестому классам относят напильники с насечкой № 4 и 5 ($n \geqslant 28$), называемые бархатными. Они служат для окончательной обработки и доводки поверхностей.

Напильники делятся на следующие типы:

А – плоские (рис. 137, *а*), Б – плоские остроносые напильники (рис. 137, *б*) применяются для опиливания наружных или внутренних плоских поверхностей, а также пропиливания шлицев и канавок;

В – квадратные напильники (рис. 137, *в*) используются для распиливания квадратных, прямоугольных и многоугольных отверстий, а также для опиливания узких плоских поверхностей;

Г – трехгранные напильники (рис. 137, *г*) служат для опиливания острых углов, равных 60° и более, как с внешней стороны детали, так и в пазах, отверстиях и канавках, а также для заточки пил по дереву;

Д – круглые напильники (рис. 137, *д*) используют для распиливания круглых или овальных отверстий и вогнутых поверхностей небольшого радиуса,

Е – полукруглые напильники (рис. 137, *е*) с сегментным сечением применяют для обработки вогнутых криволинейных поверхностей значительного радиуса и больших отверстий (выпуклой

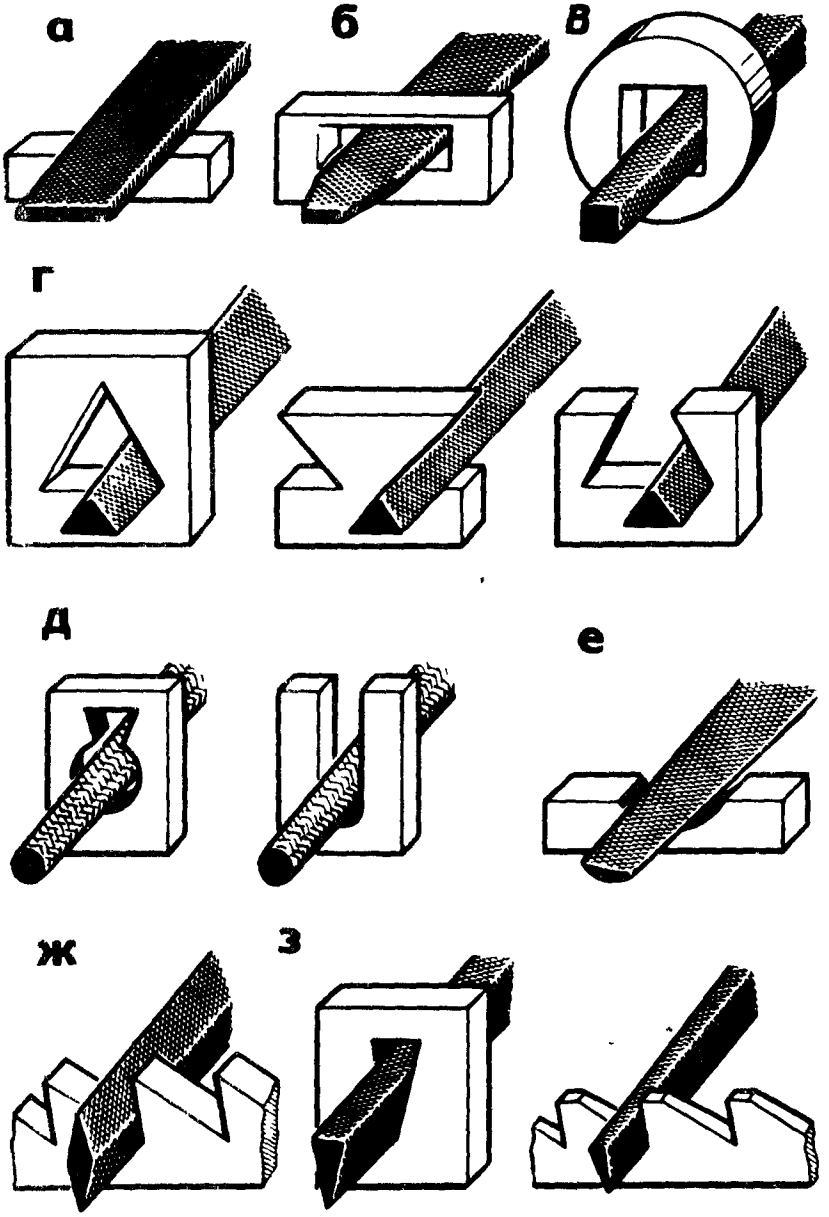


Рис. 137. Типы напильников:
а – плоские, *б* – плоские остроносые, *в* – квадратные, *г* – трехгранные, *д* – круглые, *е* – полукруглые, *ж* – ромбические, *з* – ножовочные

стороной); плоскостей, выпуклых криволинейных поверхностей и углов более 30° (плоской стороной);

Ж – ромбические напильники (рис. 137, *ж*) применяют для опиливания зубьев зубчатых колес, дисков и звездочек, для снятия заусенцев с этих деталей после обработки их на станках, а также опиливания углов свыше 15° и пазов;

З – ножовочные напильники (рис. 137, *з*) служат для опиливания внутренних углов, клиновидных канавок, узких пазов, плоскостей в трехгранных, квадратных и прямоугольных отверстиях, а также для изготовления режущих инструментов и штампов.

Плоские, квадратные, трехгранные, полукруглые, ромбические и

ножовочные напильники изготовляют с насеченными и нарезанными зубьями.

Ножовочные напильники изготовляют только по специальному заказу. Ромбические и ножовочные напильники изготовляют только с насечками № 2, 3, 4 и 5 длиной соответственно 100...250 мм и 100...315 мм.

Напильники специального назначения изготовляют по ведомственным нормалям – для обработки цветных сплавов, изделий из легких сплавов и неметаллических материалов, а также тарированные и алмазные.

Напильники для обработки цветных сплавов в отличие от слесарных напильников общего назначения имеют другие, более рациональные для данного конкретного сплава углы наклона насечек и более глубокую и острую насечку, что обеспечивает высокую производительность и стойкость напильников. Напильники выпускаются только плоскими и остроносыми с насечкой № 1 и предназначаются для обработки бронзы, латуни и дюралюминия.

Напильники для обработки бронзы, латуни и дюралюминия имеют двойную насечку – верхняя выполнена под углами 45, 30 и 50°, а нижняя – соответственно под углами 60, 85 и 60°. Маркируют напильники буквами ЦМ на хвостовике.

Напильники для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов. Напильники общего назначения, применяемые слесарями при обработке изделий из легких и мягких сплавов (алюминий, дюралюминий, медь, баббит, свинец) и неметаллических материалов (пластмасса, гетинакс, текстолит, оргстекло, древесина, резина и т. д.), имеют мелкую насечку, поэтому при работе быстро забиваются стружкой и выходят из строя. Применяют напильники со специальной державкой (рис. 138, *а*), позволяющие устранить указанные недостатки. Этот напильник имеет размеры 4×40×360 мм и насечку в виде дуговых канавок (рис. 138, *б*) для выхода стружки при значительно увеличенном шаге по сравнению с драчевыми напильниками общего назначения. Производительность работы такими напильниками повышается в 2–3 раза.

Тарированные напильники применяют во всех случаях, когда требуется проверять твердость в малодоступных для алмазного наконечника прибора частях изделия (боковой профиль зуба зубчатого

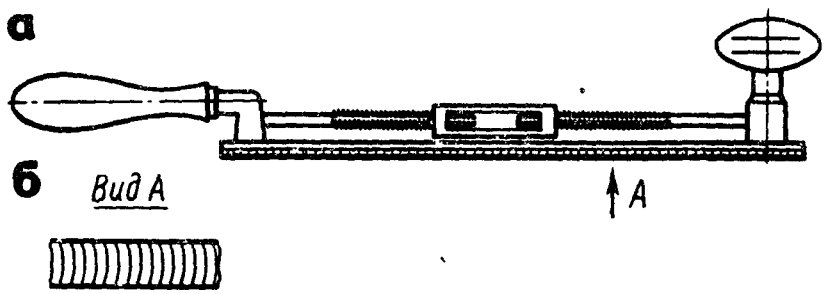


Рис. 138. Напильник для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов:
а – общий вид, *б* – вид насечки

колеса, режущее лезвие фрезы и др.) и непосредственно в цехе у рабочего места термиста. Напильники тарируются на определенную твердость в зависимости от твердости изделий. Они отличаются от соответствующих нормализованных напильников повышенным и стабильным качеством.

Алмазные напильники применяют для обработки и доводки твердосплавных частей инструмента и штампов. Алмазный напильник представляет собой металлический стержень сечением нужного профиля и рабочей поверхностью, на которую нанесен очень тонкий алмазный слой. Алмазное покрытие на рабочей части изготовляют различной зернистости для предварительной и окончательной доводки.

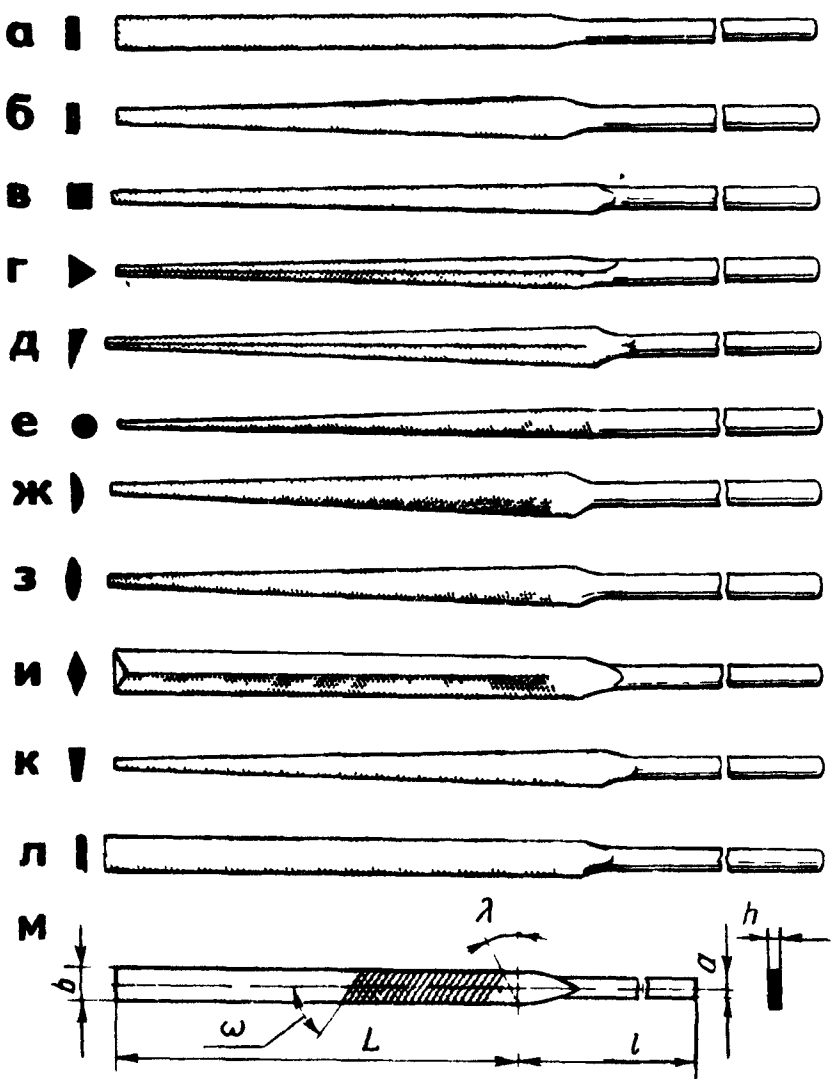


Рис 139 Надфили

а – прямоугольный тупоносый, *б* – прямоугольный остроносый, *в* – квадратный тупоносый, *г* – трехгранный тупоносый, *д* – трехгранный остроносый, *е* – круглый тупоносый, *ж* – полукруглый тупоносый, *з* – овальный тупоносый, *и* – ромбический тупоносый, *к* – ножовочный, *л* – пазовый, *м* – элементы надфиля (*L* – рабочая часть, *l* – длина рукоятки, *d* – диаметр рукоятки, *b* – ширина профиля, *h* – толщина надфиля)

Надфили. Небольшие напильники, называемые надфилями, применяют для лекальных, граверных, ювелирных работ, а также для зачистки в труднодоступных местах (отверстий, углов, коротких участков профиля и др.).

Надфили имеют такую же форму, как и слесарные напильники (рис. 139, *а–л*). Изготовляют надфили из стали У13 или У13А (допускается У12 или У12А). Длина надфилей установлена равной 80, 120 и 160 мм. На рабочей части надфиля на длине 50, 60 и 80 мм наносят насечки зубьев. Надфили имеют перекрестную (двойную) насечку (см. рис. 134): основную – под углом $\lambda = 25^\circ$ и вспомогательную – под углом $\omega = 45^\circ$. Узкая сторона надфиля имеет одинарную насечку (основную).

В зависимости от количества насечек, приходящихся на каждые 10 мм длины, надфили разделяют на пять типов – № 1, 2, 3, 4 и 5. В зависимости от типа надфили имеют от 20 до 112 насечек на 10 мм длины. На рукоятке каждого надфиля наносится номер насечки: № 1 – 20...40; № 2 – 28...56; № 3, 4 и 5 – 40...112 насечек на 10 мм длины.

Элементы надфиля показаны на рис. 139, *м*.

Алмазные надфили применяют для обработки твердосплавных материалов, различных видов керамики, стекла, а также для доводки режущего твердосплавного инструмента (рис. 140). Надфили изготовляют из природных и синтетических алмазных порошков различной зернистости с прямоугольной, квадратной, круглой, полукруглой, овальной, трехгранной, ромбической и другой формой поперечного сечения. При обработке надфилями получают поверхности с шероховатостью *Ra* 0,32...0,16.

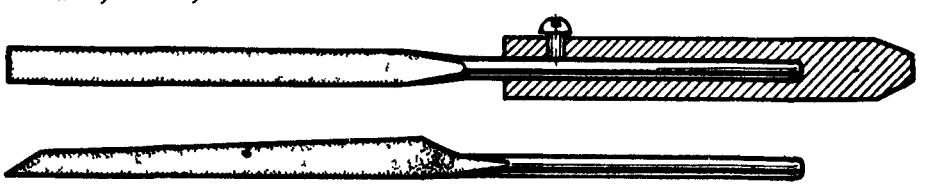


Рис. 140. Алмазные надфили

Рашпили предназначены для обработки мягких металлов (свинец, олово, медь и др.) и неметаллических материалов (кожа, резина, древесина, пластические массы), когда обычные напильники непригодны из-за того, что насечка их быстро забивается стружкой и они перестают резать. В зависимости от профиля рашпили общего назначения (рис. 141)

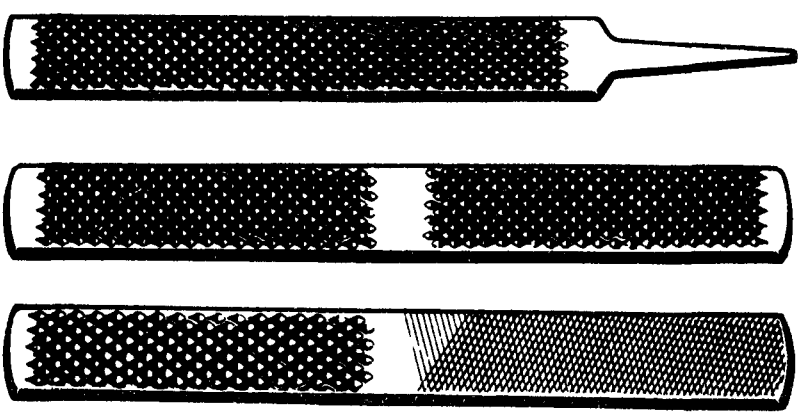


Рис 141. Рашпили

подразделяют на плоские (тупоносые и остроносые), круглые и полукруглые с насечкой № 1 и 2 и длиной 250...350 мм. Зубья рашпиля имеют большие размеры и вместительные канавки, расположенные впереди каждого зуба.

Машинные напильники (стержневые – для опиловочных станков с возвратно-поступательным движением) малых размеров закрепляют в специальных патронах, а напильники средних размеров имеют с обеих сторон хвостовики, которыми их закрепляют в центрах-держателях станков (рис. 142). Эти напильники изготовляют таких же профилей, как и слесарные напильники, с такими же видами насечек, как и напильники общего назначения.

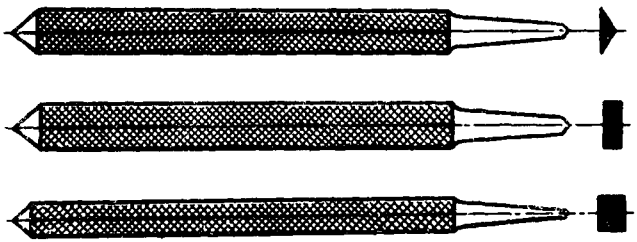


Рис 142. Машинные напильники

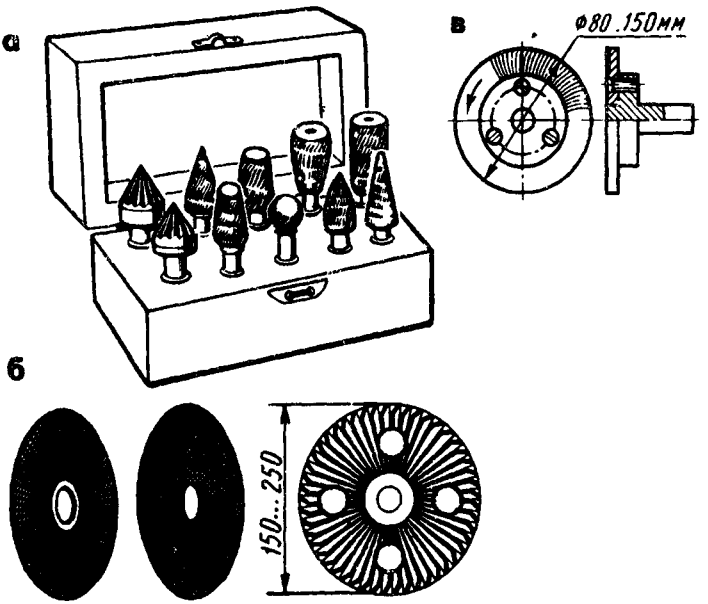


Рис. 143. Вращающиеся напильники:
а – борнапильники, *б, в* – дисковые и приспособление для их крепления

Вращающиеся напильники (борнапильники, дисковые и пластинчатые) применяются для опиливания и зачистки поверхностей на специальных опиловочных станках.

Борнапильники (рис. 143, *а*) — это фасонные головки с насеченными или фрезерованными зубьями. Изготовляют их целыми (с хвостовиками) и насадными (навертывают на оправку).

Борнапильники имеют угловую, шаровидную, цилиндрическую, фасонную и другую форму. Ими обрабатывают фасонные поверхности.

Дисковые напильники (рис. 143, *б*) применяют для зачистки отливок, поковок, снятия заусенцев на заточном станке. Диск изготовляют ∅ 150...200 мм и толщиной 10...20 мм. Зубья — фрезерованные или насеченные.

Диски закрепляют с помощью приспособления (рис. 143, *в*).

§ 39. РУКОЯТКИ НАПИЛЬНИКОВ. УХОД ЗА НАПИЛЬНИКАМИ И ИХ ВЫБОР

Рукоятки напильников. Для того чтобы было удобнее держать напильник при работе, на его хвостовик насаживают рукоятку, изготовленную из клена, ясеня, березы, липы или прессованной бумаги (последние лучше, так как не раскалываются).

Поверхность рукоятки должна быть гладкой, отполированной, а длина — соответствовать величине напильника. Размеры рукояток приводятся в справочниках.

Диаметр отверстия рукоятки не должен быть больше ширины средней части хвостовика напильника, а глубина отверстия должна соответствовать длине хвостовика. Отверстие для напильника просверливают или выжигают.

Чтобы рукоятка не раскалывалась, на ее конец насаживают стальное кольцо.

Чтобы насадить напильник, хвостовик его вставляют в отверстие рукоятки и, взяв напильник за насеченную часть правой рукой, не очень сильно ударяют головкой рукоятки о верстак (рис. 144, *а*) или молотком по рукоятке (рис. 144, *б*). Чтобы снять рукоятку с напильника, левой рукой ее крепко обхватывают, а правой рукой молотком наносят два-три несильных удара по верхнему краю кольца (рис. 144, *в*), после чего напильник легко выходит из отверстия. Снять рукоятку с напильника можно также с помощью тисков (рис. 144, *г*).

Как известно, деревянные рукоятки для напильников имеют ряд недостатков: при насадке, несмотря на наличие металлического кольца, часто раскалываются, не всегда обеспечивается плотность насадки, в результате чего рукоятка во время работы может соскакивать, наносить травмы. Кроме того, если рукоятка насажена на напильник какого-то определенного размера, то насаживать на напильник меньшего размера ее уже нельзя, так как из-за разности размеров хвостовиков трудно обеспечить плотность насадки. Поэтому на рабочем месте слесаря необходимо иметь все напильники с насаженными рукоятками, что не всегда удобно.

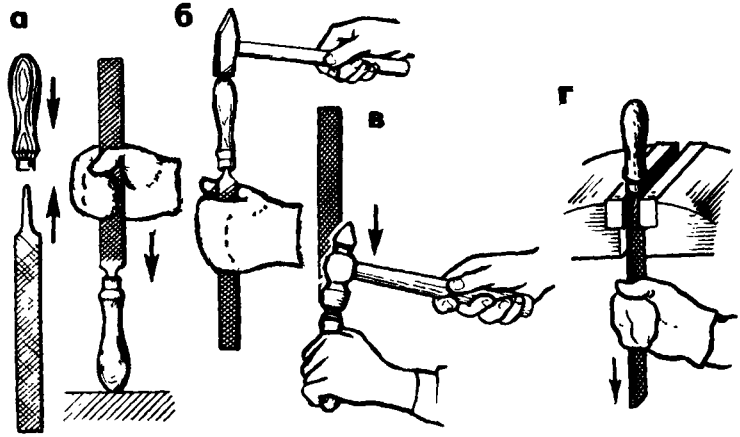


Рис 144 Насадка (*а, б*) и снятие (*в, г*) рукоятки напильника

Заслуживает внимания универсальная быстросменная рукоятка для напильников с коническим хвостовиком (рис. 145, *а*). Размер хвостовика напильника, а следовательно, и размер самого напильника существенной роли не играет. Поэтому на рабочем месте слесарь может иметь пять-шесть рукояток и насаживать их на напильники, необходимые для выполнения данной работы.

Рукоятка устроена так. Внутрь пластмассового корпуса (собственно рукоятки) *5* запрессован металлический стакан *3*, донышком которого являются гайки *4* с термообработанной резьбой. В стакан помещена пружина *2* и втулка *1* с пазом. От проворачивания и выпадания из рукоятки втулку предохраняет штифт, завернутый в стакан. Относительно стакана втулка может иметь только поступательное движение. Для того чтобы насадить рукоятку на напильник, ее надевают на хвостовик и вращают, при этом гайки *4* навинчиваются на хвостовик. Второй точкой опоры хвостовика является втулка, поджимаемая пружиной, причем положение втулки в стакане зависит от размеров хвостовика напильника.

На производстве используют также долговечную деревянную рукоятку для напильников (рис. 145, *б*), в которой комбинированным сверлом с кольцевой фрезой одновременно сверлится отверстие хвостовика напильника и втулки. В отверстие, сделанное кольцевой фрезой, вставляют втулку, изготовленную из трубки. Втулка предохраняет рукоятку от раскалывания даже при сильных ударах в момент закрепления напильника. После долгого пользования рукояткой в разработанное отверстие можно вставить пробку. Снаружи на рукоятку надевают штампованный колпачок с отверстием.

Другая конструкция долговечной сменной рукоятки предложена новатором Ю.В. Козловским. Рукоятка состоит из двух пластмассовых частей (рис. 145, *в*). Корпус – пустотелый. Многочислен-

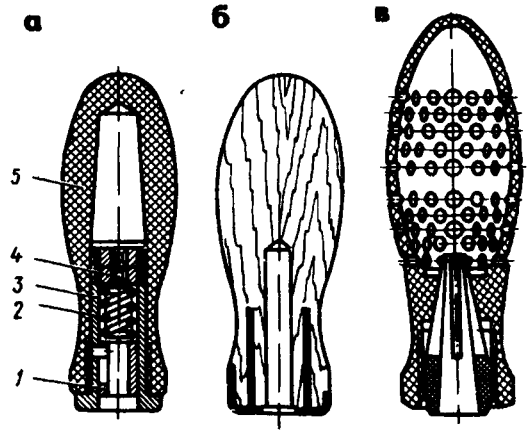


Рис 145 Быстросменная (*а*) и долговечные (*б, в*) рукоятки напильников

ные отверстия в стенке корпуса уменьшают массу рукоятки и создают необходимую вентиляцию, исключающую проскальзывание корпуса в руке. В передней части корпуса имеются внутренний конус и резьба, в которую ввинчивается капроновая цанга. Хвостовая часть цанги выполнена в форме пирамиды, разрезанной на четыре части, что позволяет лепесткам деформироваться в соответствии с профилем хвостовика напильника, обеспечивая тем самым надежный зажим. После вывинчивания рукоятки капроновые лепестки восстанавливают первоначальную форму.

Рукоятка предназначена для закрепления напильников с различными хвостовиками. Чтобы закрепить рукоятку на напильнике, достаточно хвостовик напильника ввести до упора в отверстие несколько вывернутой цанги и, держа напильник в одной руке, второй поворачивать корпус рукоятки, осуществляя тем самым зажим.

Безопасны в работе напильники с рукояткой, навинчиваемой на хвостовик (рис. 146). Устройство такого напильника допускает использование сменных полотен, имеющих на двух сторонах различные насечки, и быструю смену их.

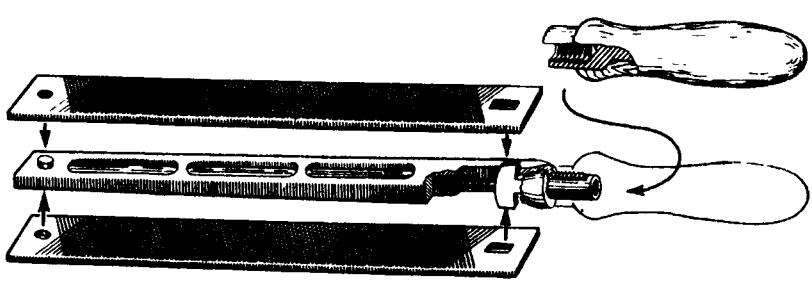


Рис 146 Безопасная рукоятка напильника

Ю.В. Козловским сконструирована рукоятка для напильников с цилиндрическими хвостовиками (рис. 147). Она состоит из полого гофрированного корпуса *2*, накидной гайки *4* с конусом, разрезных цанг *5*, *7*, *8* и *9* разных диаметров, три из которых находятся в корпусе рукоятки, закрывающего корпус рукоятки колпачка *1* и стопорной шайбы *3*. Хвостовик *6* инструмента закрепляется в прямоугольном пазе стопорной шайбы, а затем накидной гайкой зажимается двусторонняя разрезная цанга. Рукоятка предназначена для закрепления инструментов с хвостовиками диаметрами 3, 4, 5 и 6 мм.

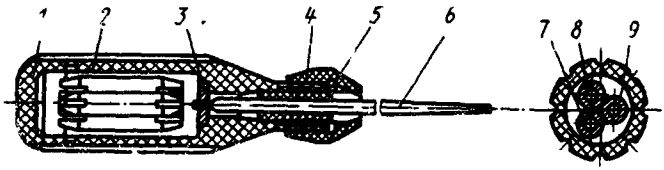


Рис. 147. Рукоятка для закрепления напильников с цилиндрическими хвостовиками

Ю.В. Козловским предложена рукоятка для закрепления надфилей. Она имеет удобную форму (рис. 148), изготовляется из пластмассы на литьевой машине и состоит из двух частей. Хвостовик рукоятки *2* имеет разрезную цанговую втулку с конусом, которая сжимается при навинчивании наконечника *1*.

На дне отверстия цангового зажима имеется стопорный паз для размещения в нем части хвостовика инструмента, работающего при скручивающих усилиях отвертки, торцового ключа и др. Для закрепления в рукоятке инструменов с хвостовиками меньшего диаметра, чем диаметр отверстия корпуса рукоятки, последняя может быть снабжена переходной разрезной втулкой, выполненной, например, из поливинилхлоридной трубки.

Рукоятка легко снимается, что дает возможность использовать ее с комплектом надфилей.

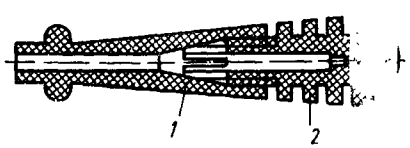


Рис. 148. Рукоятка конструкции Ю.В Козловского для закрепления надфилей

Уход за напильниками. При работе с напильниками необходимо соблюдать следующие правила:

предохранять напильники даже от незначительных ударов, которые могут повредить зубья; хранить напильники на деревянных подставках в положении, исключающем соприкосновение их между собой;

для предохранения от коррозии не допускать попадания на них влаги; темный цвет свидетельствует, что напильник окислился или плохо закален (новые напильники имеют светло-серый цвет);

оберегать напильники от попадания на них масла и наждачной пыли; замасленные напильники не режут, а скользят, поэтому не следует протирать их рукой, поскольку на руке всегда имеется жировая смазка; наждачная пыль забивает впадины зубьев, поэтому напильник плохо режет;

для предохранения от забивания стружкой мягких и вязких металлов напильники перед работой натирать мелом;

во избежание преждевременного износа напильников перед опиливанием заготовок, поверхности которых покрыты ржавчиной, последнюю необходимо удалить механическим способом — с помощью металлических щеток или специальной шлифовальной машинки;

не обрабатывать напильником материалы, твердость которых равна его твердости или превышает ее, так как это вызовет выкрашивание зубьев; при обработке поверхностей с литейной коркой или с наклепом сначала срубить корку зубилом и только после этого начинать опиливание;

применять напильники только по назначению;

новым напильником лучше обрабатывать сначала мягкие металлы, а после некоторого затупления — твердые; это увеличивает срок эксплуатации напильника;

периодически очищать напильник от стружки; время от времени постукивать носком напильника о верстак для очистки его от опилок.

Напильник очищают кордовой щеткой (рис. 149, *а*), одна сторона которой (проволочная) служит для удаления застрявших во впадинах насечки частиц металла, вторая (щетинная) — для завершения очистки. Перемещают щетки вдоль насечки.

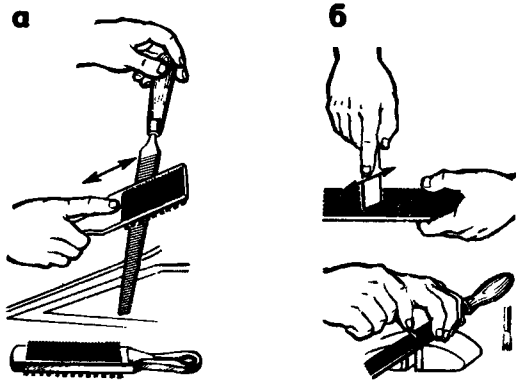


Рис. 149. Чистка напильника.
а — кордовой щеткой, *б* — скребком из мягкого металла

В ручки щетки вставлен металлический стержень с расплющенным концом, называемый прочисткой; он служит для удаления тех частиц, которые остались после очистки проволочной щеткой. При отсутствии

щеток зубья напильника очищают также специальными скребками из алюминия, латуни или другого мягкого металла (рис. 149, *б*). Твердая стальная или медная проволока для этой цели не годится, так как первая портит насечку, а вторая омедняет зубья.

Замасленные напильники чистят сначала куском березового угля (вдоль рядов насечек), а затем щеткой. Сильно замасленные напильники моют в керосине или бензине.

Выбор напильника. Для определенной работы выбирают тип напильника, его длину и номер насечки.

Тип напильника определяется формой обрабатываемой поверхности, длина — ее размерами. Длина напильника должна быть на 150 мм больше размера обрабатываемой поверхности. Для опиливания тонких пластин, пригоночных и доводочных работ берут короткие напильники с мелкой насечкой. Когда требуется снять большой припуск, работают напильниками длиной 300...400 мм с крупной насечкой.

Номер насечки напильника выбирают в зависимости от вида обработки и размеров припуска. Для черновой обработки применяют драчевые напильники с насечкой № 0 и 1. Они снимают припуск до 1 мм. Точность обработки этими напильниками невысокая — 0,1...0,2 мм. Чистовую обработку выполняют личными напильниками с насечкой № 2 и 3. На обработку личными напильниками оставляют припуск до 0,3 мм. Ими обеспечивается точность обработки 0,02...0,05 мм. Для окончательного опиливания и доводки поверхности с точностью 0,01...0,005 мм берут бархатные напильники с насечкой № 4 и 5. Они снимают слой металла до 0,01...0,03 мм.

Тонкие заготовки из стали повышенной твердости рекомендуется опиливать напильниками с насечкой № 2. При отсутствии специальных напильников цветные металлы обрабатывают напильниками общего назначения с насечкой № 1. Личные и бархатные напильники для опиливания цветных металлов непригодны.

§ 40. ПОДГОТОВКА К ОПИЛИВАНИЮ И ПРИЕМЫ ОПИЛИВАНИЯ. КОНТРОЛЬ ОПИЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Подготовка поверхности к опиливанию. Заготовку очищают металлическими щетками от грязи, масла, формовочной земли, окалины, литейную корку срубают зубилом или удаляют старым напильником.

Закрепление заготовки. Обрабатываемую заготовку зажимают в тисках опиливаемой плоскостью горизонтально, на 8...10 мм выше уровня губок. Заготовку с обработанными поверхностями закрепляют, надев на губки нагубники из мягкого материала (медь, латунь, алюминий, мягкая сталь).

Приемы опиливания. Положение корпуса считается правильным, если между плечевой и локтевой частями согнутой в локте правой руки с напильником, установленным на губки тисков (исходное положение), образуется угол, равный 90° (рис. 150, *а*). При этом корпус работающего должен быть прямым и развернутым под углом 45° к линии оси тисков (рис. 150, *б*).

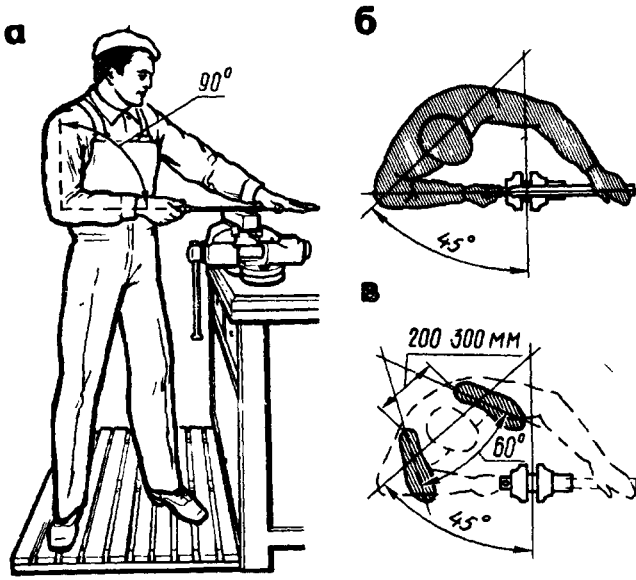


Рис 150 Положения рук (*а*), корпуса (*б*) и ног (*в*) при опиливании

Положение ног. При начале рабочего хода напильника масса тела приходится на правую ногу, при нажиме центр тяжести переходит на левую ногу. Этому соответствует такая расстановка ног: левая выносится (отводится) вперед по направлению движения напильника, правую ногу отставляют от левой на 200...300 мм так, чтобы середина ее ступни находилась против пятки левой ноги (рис. 150, *в*).

При рабочем ходе напильника (от себя) основная нагрузка приходится на левую ногу, а при обратном (холостом) ходе - на правую, поэтому мышцы ног попеременно отдыхают.

При снятии толстых слоев металла приходится нажимать на напильник с большой силой, поэтому правую ногу отставляют от левой назад на полшага и она в этом случае является основной опорой. При слабом нажиме на напильник, например при доводке или отделке поверхности, стопы ног располагают почти рядом. Эти работы, как точные, чаще выполняют сидя.

Положение рук (хватка напильника) имеет чрезвычайно важное значение. Слесарь берет в правую руку напильник за рукоятку так, чтобы последняя упиралась в ладонь руки, четыре пальца захватывали рукоятку снизу, а большой палец помещался сверху (рис. 151, *а*). Ладонь левой руки накладывают несколько поперек напильника на расстоянии 20...30 мм от его носка. При этом пальцы должны быть слегка согнуты, но не свисать (рис. 151, *б*); они не поддерживают, а только прижимают напильник. Локоть левой руки должен быть немного приподнят. Правая рука от локтя до кисти должна составлять с напильником прямую линию.

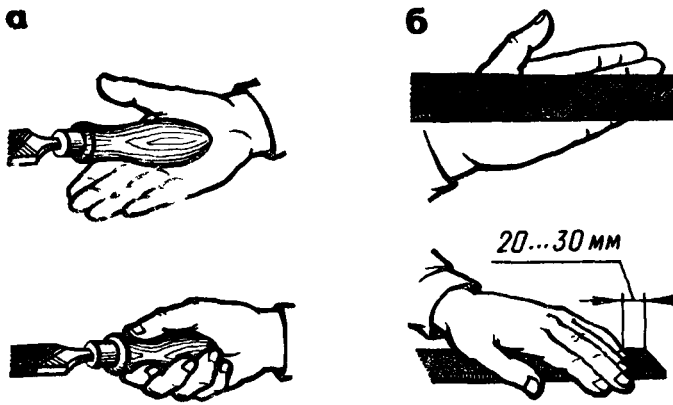


Рис. 151. Хватка напильника правой (*а*) и левой (*б*) руками

К о о р д и н а ц и я у с и л и й. При опиливании должна соблюдаться координация усилий нажима (балансировка), заключающаяся в правильном увеличении нажима правой рукой на напильник во время рабочего хода при одновременном уменьшении нажима левой рукой (рис. 152). Движение напильника должно быть горизонтальным, поэтому нажимы на его рукоятку и носок должны изменяться в зависимости от положения точки опоры напильника на обрабатываемой поверхности. При рабочем движении напильника нажим левой рукой постепенно уменьшают. Регулируя нажимы на напильник, добиваются получения ровной опиливаемой поверхности без завалов по краям.

В случае ослабления нажима правой рукой и усиления левой может произойти завал поверхности вперед. При усилении нажима правой рукой ослаблении левой получится завал назад.

Прижимать напильник к обрабатываемой поверхности необходимо при рабочем ходе (от себя). При обратном ходе не следует отрывать напильник от обрабатываемой поверхности. Во время обратного хода напильник должен лишь скользить. Чем грубее обработка, тем больше должно быть усилие на рабочем ходе.

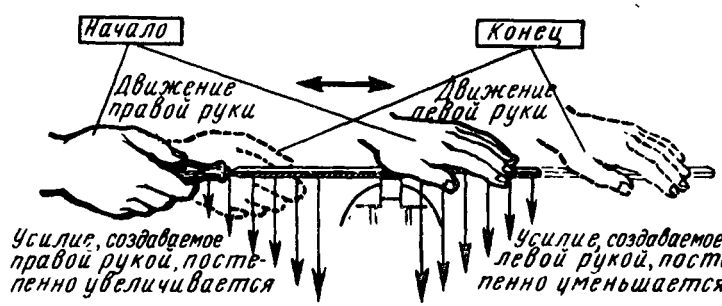


Рис. 152. Координация усилий при опиливании

При чистовом опиливании нажим на напильник должен быть значительно меньше, чем при черновом. В этом случае левой рукой нажимают на носок напильника не ладонью, а лишь большим пальцем.

Опиливание поверхностей является сложным трудоемким процессом. Чаще всего дефектом при опиливании поверхностей является отклонение от плоскостности. Работая напильником в одном направлении, трудно получить плоскую и чистую поверхность. Поэтому направление движения напильника, а следовательно, положение штрихов (следов напильника) на обрабатываемой поверхности должны меняться, т.е. попеременно с угла на угол.

Сначала опиливание выполняют слева направо (рис. 153, *а*) под углом 30...40° к оси тисков, затем, не прерывая работы, прямым штрихом (рис. 153, *б, в*); заканчивают опиливание косым штрихом под тем же углом, но справа налево (рис. 153, *г*). Такое изменение направления движения напильника обеспечивает получение необходимых плоскостности и шероховатости поверхности.

Контроль опиленной поверхности. Для контроля опиленных поверхностей пользуются поверочными линейками, штангенциркулями, угольниками и поверочными плитами.

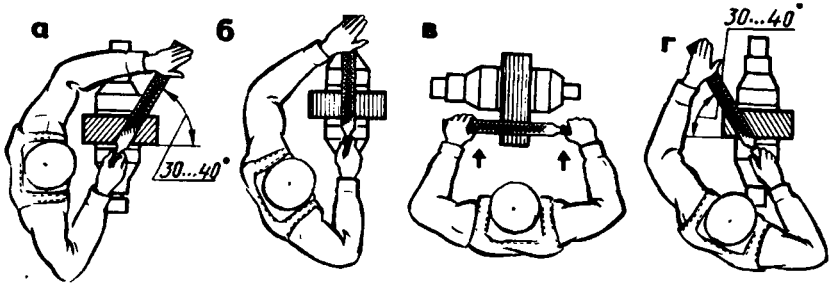


Рис. 153. Опиливание:
а – слева направо, *б, в* – прямым штрихом соответственно поперек и вдоль заготовки, *г* – косым штрихом справа налево

Поверочную линейку выбирают в зависимости от длины проверяемой поверхности, т.е. поверочная линейка по длине должна перекрывать проверяемую поверхность.

Проверку качества опиливания поверхности поверочной линейкой производят на просвет. Для этого деталь освобождают от тисков и поднимают на уровень глаз; поверочную линейку берут правой рукой за середину, а затем прикладывают ее ребро перпендикулярно проверяемой поверхности.

Для проверки поверхности во всех направлениях линейку сначала ставят по длинной стороне в двух-трех местах, затем – по короткой (также в двух-трех местах) и, наконец, по одной и другой диагоналям. Если просвет между линейкой и проверяемой поверхностью узкий и равномерный, значит, плоскость обработана удовлетворительно.

Во избежание износа линейку не следует передвигать по поверхности; каждый раз ее надо поднимать и переставлять в нужное положение.

В тех случаях, когда поверхность должна быть опилена особо тщательно, проверка точности опиливания производится с помощью поверочной плиты на краску. В этом случае на рабочую поверхность поверочной плиты с помощью тампона наносят тонкий равномерный слой красителя (синька, сажа или сурик, разведенный в масле). Затем поверочную плиту накладывают на проверяемую поверхность (если деталь громоздкая), делают ею несколько круговых движений, а потом снимают. На недостаточно точно обработанных (выступающих) местах остается краситель. Эти места опиливают дополнительно до тех пор, пока не будет получена поверхность с равномерными пятнами красителя по всей поверхности.

Параллельность двух поверхностей может быть проверена с помощью штангенциркуля (рис. 154).

§ 41. ВИДЫ ОПИЛИВАНИЯ

Опиливание наружных плоских поверхностей начинают с проверки припуска на обработку, который мог бы обеспечить изготовление детали в соответствии с чертежом.

При опиливании плоских поверхностей используют плоские напильники — драчевый и личной. Сначала опиливают одну широкую поверхность (она является базовой, т.е. исходной поверхностью для дальнейшей обработки), затем вторую параллельно первой и т. д. Стремятся к тому, чтобы опиливаемая поверхность всегда находилась в горизонтальном положении. Опиливание ведут перекрестными штрихами. Параллельность сторон проверяют штангенциркулем, а качество опиливания — поверочной линейкой в различных положениях (вдоль, поперек, по диагонали).

Ниже приведена последовательность опиливания поверхностей стальной плитки (рис. 155) с точностью 0,5 мм.

Сначала опиливают широкие поверхности плитки, для чего необходимо:

зажать плитку в тисках поверхностью *А* вверх и так, чтобы обраба-

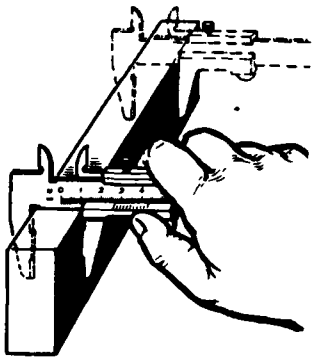


Рис. 154. Проверка параллельности опиленных поверхностей штангенциркулем

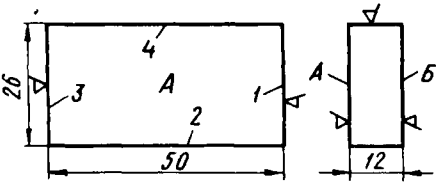


Рис. 155. Поверхности стальной плитки, подвергаемые опиливанию

тываемая поверхность выступала над губками тисков не более чем на 4...6 мм;

опилить поверхность *А* плоским драчевым напильником;

опилить поверхность *А* плоским личным напильником; проверить ее прямолинейность поверочной линейкой;

установить плитку в тисках и зажать поверхностью *Б* вверх;

опилить поверхность *Б* плоским драчевым напильником;

опилить поверхность *Б* плоским личным напильником; проверить ее прямолинейность линейкой, а параллельность поверхности *А* – штангенциркулем.

Закончив обработку широких поверхностей, переходят к опиливанию узких поверхностей плитки, для чего необходимо:

надеть на губки тисков нагубники и зажать в тисках плитку поверхностью *4* вверх;

опилить поверхность *4* плоским драчевым напильником;

опилить поверхность *4* плоским личным напильником; проверить ее прямолинейность линейкой, а перпендикулярность поверхности *А* – угольником;

зажать в тисках плитку поверхностью *2* вверх;

опилить поверхность *2* плоским драчевым, а затем – личным напильником; проверить ее прямолинейность поверочной линейкой, параллельность поверхности *4* – штангенциркулем, а перпендикулярность поверхности *А* – угольником:

зажать в тисках плитку поверхностью *1* вверх;

опилить поверхность *1* плоским драчевым напильником по угольнику;

опилить поверхность *1* плоским личным напильником; угольником проверить ее перпендикулярность поверхностям *А* и *4*;

зажать в тисках плитку поверхностью *3* вверх;

опилить поверхность *3* плоским драчевым напильником; угольником проверить ее перпендикулярность сначала поверхности *А*, а затем – поверхности *4*;

опилить поверхность *3* плоским личным напильником; угольником проверить ее перпендикулярность другим поверхностям;

снять заусенцы со всех ребер плитки;

окончательно проверить все размеры и качество обработки плитки линейкой, угольником, штангенциркулем.

Лекальные линейки служат для проверки прямолинейности опиленных поверхностей на просвет и на краску. При проверке прямолинейности на просвет лекальную линейку накладывают на контролируемую поверхность (рис. 156, *а*) и по размеру световой щели (рис. 156, *б*) устанавливают, в каких местах имеются неровности.

Для проверки прямолинейности на краску на контролируемую поверхность наносят тонкий слой лазури или сажи, разведенной в минеральном масле, затем накладывают линейку и слегка притирают ее к контролируемой поверхности, в результате чего в местах больших выступов краска снимается (рис. 156, *в*).

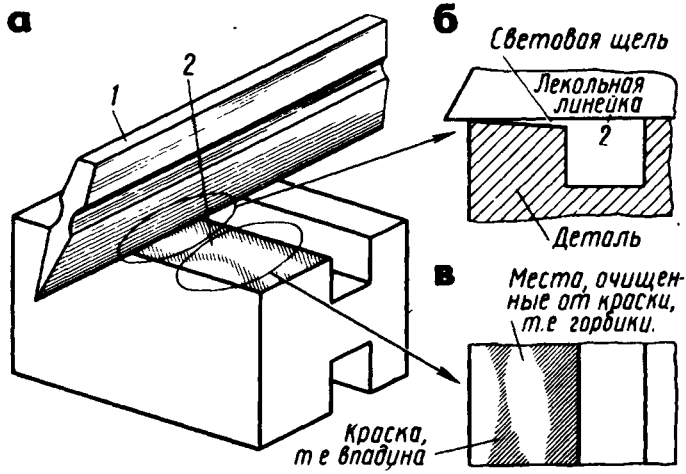


Рис. 156. Проверка прямолинейности опиленных поверхностей: *а* – наложение лекальной линейки на контролируемую поверхность, *б, в* способы проверки соответственно на просвет и на краску; *1* – лекальная линейка, *2* – контролируемая поверхность

Опиливание поверхностей угольника, расположенных под прямым углом, связано с пригонкой внутреннего угла и сопряжено с некоторыми трудностями. Выбрав одну из поверхностей в качестве базовой (обычно принимают большую), опиливают ее начисто, а затем обрабатывают вторую поверхность под прямым углом к базовой.

Правильность опиливания второй поверхности проверяют поверочным угольником, одну полку которого прикладывают к базовой поверхности (рис. 157, *а, б*).

Опиливание поверхностей по внутреннему прямому углу ведут так, чтобы ко второй поверхности было обращено ребро напильника, на котором нет насечки.

Ниже приведена последовательность обработки поверхностей, со-

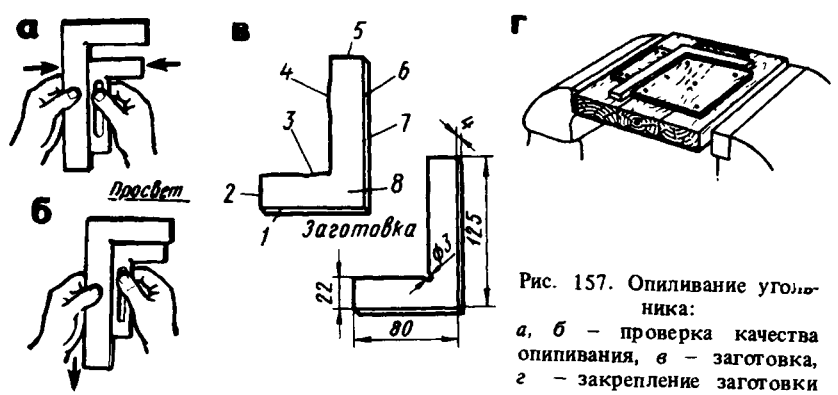


Рис. 157. Опиливание угольника:
а, б – проверка качества опиливания, *в* – заготовка, *г* – закрепление заготовки

пряженных под углом 90°, т.е. последовательность изготовления угольника 90° (рис. 157, *в*):

закрепить заготовку угольника в тисках в деревянном бруске (рис. 157, *г*);

опилить последовательно широкие поверхности *8* и *7* сначала плоским драчевым, а затем – плоским личным напильником;

проверить качество опиливания поверочной линейкой, параллельность поверхностей – кронциркулем, а толщину – штангенциркулем;

заменить деревянный брусок нагубниками, зажать угольник опиленными поверхностями и опилить последовательно узкие поверхности угольника под углом 90°; для обеспечения точности обработки сначала следует обработать наружную узкую поверхность *6* до получения прямого угла между ней и широкими поверхностями *8* и *7* угольника; затем в такой же последовательности обработать узкую поверхность *1*, проверяя ее угольником относительно поверхности *6*;

в вершине внутреннего угла просверлить отверстие ⌀ 3 мм, а затем ножовкой сделать прорезь к нему шириной 1 мм для выхода инструмента и предупреждения трещин при закалке;

опилить последовательно внутренние узкие поверхности *3* и *4* под углом 90°, выдерживая при этом параллельность поверхностей *4* и *6*, а также поверхностей *3* и *1*, добиваясь, чтобы внутренний угол между поверхностями *3* и *4* и наружный между поверхностями *6* и *1* были прямыми;

опилить последовательно торцовые поверхности *5* и *2*, выдерживая размеры по чертежу (125 и 80 мм);

снять заусенцы с узких поверхностей;

отшлифовать наждачной бумагой все поверхности угольника; на отшлифованных поверхностях не должно быть царапин и рисок.

Приведенный порядок обработки угольника обеспечивает плоскостность каждой поверхности и перпендикулярность ребер между собой и по отношению к поверхностям (см. рис. 157, *а*).

Опиливание конца стержня на квадрат начинают с опиливания грани *1* (рис. 158, *а*), размер проверяют штангенциркулем (рис. 158, *б*). Затем опиливают грань *3*. Грань *2* опиливают под углом 90° к граням *1* и *3*. Грань *4* опиливают в размер к грани *2*.

Опиливание цилиндрических заготовок. Цилиндрический стержень *I* (рис. 159) сначала опиливают на квадрат *II*, в размер сторон которого должен входить припуск на последующую обработку. Затем у квадрата опиливают углы и получают шестигранник *III*, из которого опиливанием изготовляют шестнадцатигранник *IV*; в процессе дальнейшей обработки

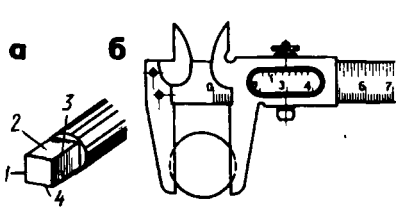


Рис. 158. Опиливание конца стержня на квадрат: *а* – подвергаемые опиливанию грани, *б* – проверка размера штангенциркулем

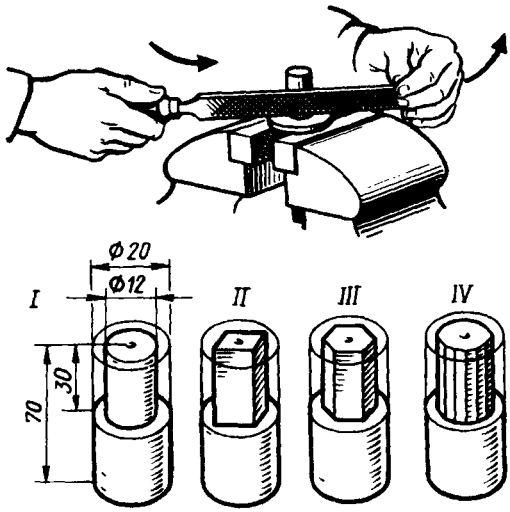


Рис 159 Опиливание цилиндрических заготовок (*I*) на квадрат (*II*), шестигранник (*III*) и шестнадцатигранник (*IV*)

получают цилиндрический стержень требуемого диаметра. Слой металла для получения четырех и восьми граней снимают драчевым напильником, а шестнадцатигранник опиливают личны́м напильником Контроль обработки производят штангенциркулем в нескольких местах.

Опиливание вогнутых и выпуклых (криволинейных) поверхностей. Многие детали машин имеют выпуклую или вогнутую форму. При опиливании и распиливании криволинейных поверхностей выбирают наиболее рациональный способ удаления лишнего металла.

В одном случае требуется предварительное выпиливание ножовкой, в другом – высверливание, в третьем – вырубка и т. д. Слишком большой припуск на опиливание ведет к большому расходу времени на обработку, а слишком малый часто приводит к браку детали.

Опиливание вогнутых поверхностей. Сначала на заготовке размечают необходимый контур детали. Бо́льшую часть металла в данном случае можно удалить вырезанием ножовкой, придав впадине в заготовке форму треугольника (рис. 160, *а*, вверху слева), или высверливанием (рис. 160, *а*, вверху справа). Затем напильником опиливают грани, а полукруглым или круглым драчевым напильником спиливают выступы до нанесенной ри́ски. Профиль сечения круглого или полукруглого напильника выбирают таким, чтобы его радиус был меньше, чем радиус опиливаемой поверхности.

Не доходя до риски примерно на 0,3...0,5 мм, драчевый напильник заменяют личны́м. Правильность формы распиливания проверяют по шаблону на просвет, а перпендикулярность опиленной поверхности торцу заготовки – угольником.

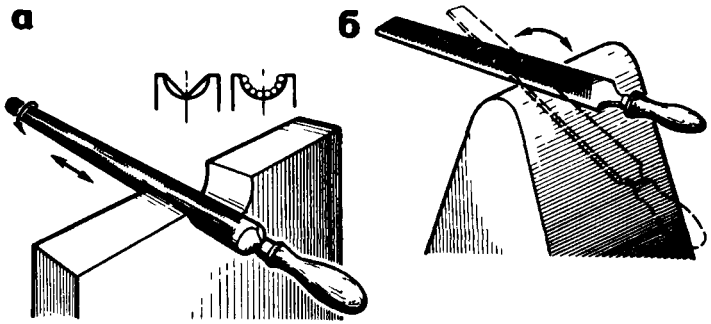


Рис 160 Опиливание вогнутых (*а*) и выпуклых (*б*) поверхностей

Опиливание выпуклых поверхностей (опиливание носка слесарного молотка) показано на рис. 160, *б*. После разметки ножовкой срезают углы заготовки и она принимает пирамидообразную форму. Затем с помощью драчевого напильника снимают слой металла, не доходя до риски на 0,8...1 мм, после чего личным напильником окончательно осторожно снимают оставшийся слой металла по риске.

Изготовление шпонок. Призматическую шпонку (рис. 161, *а–в*) изготовляют, выполняя следующие операции:

отмеряют на стальной полосе и отрезают ножовкой нужную длину заготовки для шпонки согласно чертежу;

опиливают начисто плоскость *А*, затем размечают и опиливают поверхности *1* и *2*; перпендикулярность проверяют угольником;

размечают поверхности *3* и *4* согласно чертежу (длину, ширину, радиусы закругления);

опиливают поверхности *3* и *4*, проверяя размер штангенциркулем, а перпендикулярность поверхностей – угольником;

опиливанием подгоняют шпонку к соответствующему пазу; шпонка должна входить в паз без нажима, легко и садиться плотно, без качки;

опиливают поверхность *Б* по высоте, выдерживая заданный размер 16 мм.

Опиливание тонких пластинок обычными приемами нецелесообразно, так как при рабочем ходе напильника пластинка изгибается и возникают "завалы". Не рекомендуется для опиливания тонких пластинок зажимать их между двумя деревянными брусками (планками), так как

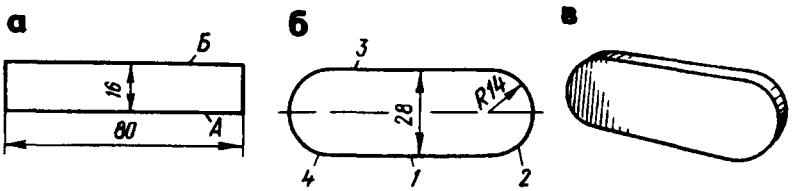


Рис 161 Изготовление призматической шпонки
а – заготовка, *б* – разметка, *в* – готовая шпонка

при этом насечка напильника быстро забивается древесной и металлической стружкой и его приходится часто чистить.

В целях повышения производительности труда при опиливании тонких пластинок целесообразно соединять (склеивать) 3...10 таких пластинок в пакеты. Приемы опиливания узких поверхностей в пакете те же, что и при опиливании плоских поверхностей. Для соединения тонких пластинок можно использовать специальные приспособления, к которым относятся раздвижные рамки, наметки, копиры (кондукторы) и др.

Опиливание в раздвижных рамках. Простейшее приспособление представляет металлическую рамку *1* (рис. 162), лицевая сторона которой тщательно обработана и закалена до высокой твердости. Обрабатываемая пластина *2* закладывается по риске в рамку и зажимается болтами *3*. Затем рамку зажимают в тисках и обработку ведут до тех пор, пока напильник не коснется верхней плоскости рамки. Поскольку эта плоскость имеет большую точность, опиливаемая плоскость не требует дополнительной проверки с помощью линейки.

Опиливание в универсальной наметке. Универсальная наметка (параллели) состоит из двух брусков *1* (рис. 163) прямоугольного сечения, скрепленных между собой двумя направляющими планками *3*. Один из брусков жестко соединен с направляющими планками, а другой может передвигаться вдоль них параллельно неподвижному бруску.

Сначала в слесарных тисках устанавливают раздвижную рамку, а затем заготовку *2*. После совмещения разметочной линии с верхней плоскостью рамки заготовку вместе с планками зажимают в тисках и производят опиливание.

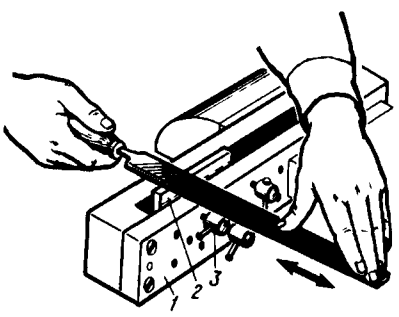


Рис. 162. Опиливание в раздвижных рамках

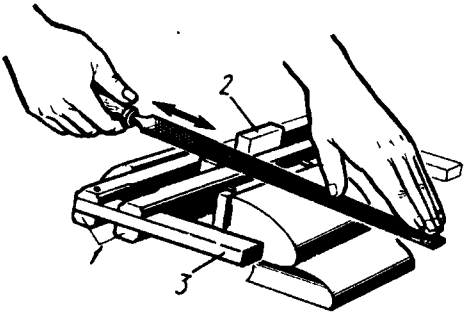


Рис. 163. Опиливание в универсальной наметке

Опиливание в плоскопараллельных наметках. Наиболее распространенными являются плоскопараллельные наметки (рис. 164), которые имеют точно обработанные плоскости и выступы *1*, дающие возможность обрабатывать поверхности, расположенные под прямым углом, без контроля угольником во время опиливания. На опорной плоскости *4* наметки имеется несколько резьбовых отверстий. С помощью винтов к этой плоскости можно прикрепить направля-

ющие линейки или угольник, которые дают возможность опиливать детали под заданным углом.

Обрабатываемую пластинку *2* закладывают между подвижной губкой тисков и плоскостью наметки, упирая ее базовую кромку в выступ *1*. Легкими ударами молотком по пластинке наметку устанавливают в тисках так, чтобы она легла бортиком *3* на неподвижную губку тисков, подводят ее к риске до совпадения с верхней поверхностью наметки, после чего окончательно зажимают наметку с пластинкой в тисках и производят опиливание. С помощью наметки можно опиливать профильные пластины с выпуклыми и вогнутыми участками.

Опиливание по копиру (кондуктору). Наиболее производительным является опиливание заготовок, имеющих криволинейный профиль, по копиру (рис. 165). Копир представляет собой приспособление, рабочие поверхности которого обработаны соответственно контуру обрабатываемой детали с точностью от 0,05 до 0,1 мм, закалены и отшлифованы.

Подлежащую опиливанию заготовку *2* вставляют в копир *1* и вместе с ним зажимают в тисках (см. рис. 165). После этого опиливают выступающую часть заготовки до уровня рабочих поверхностей копира. При изготовлении большого количества одинаковых деталей из тонкого листового материала в копире можно закреплять одновременно несколько заготовок.

Отделка поверхностей. Выбор способа отделки и последовательность переходов зависят от обрабатываемого материала, требований к качеству поверхности, ее состояния, а также конструкции, размеров детали и припуска (0,05...0,3 мм).

Ручная зачистка опиленной поверхности. В тех случаях, когда требуется высокая точность обработки, поверхности после опиливания подвергаются окончательной отделке бархатными напильниками, полотняной или бумажной шлифовальной шкуркой и абразивными брусками.

При отделке поверхностей пользуются деревянными брусками с наклеенной на них шлифовальной шкуркой (рис. 166, *а*). В некоторых случаях полоску шкурки накладывают на плоский напильник, придерживая при работе концы рукой (рис. 166, *б*). Для отделки криволинейных поверхностей шкурку навертывают на оправку в несколько слоев (рис. 166, *в*). Зачистку ведут сначала грубыми шкурками, затем

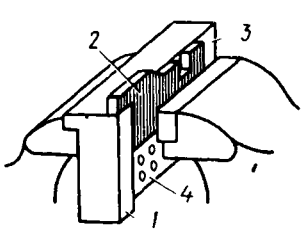


Рис. 164. Опиливание в плоскопараллельных наметках

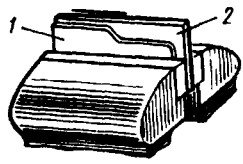


Рис. 165. Опиливание по копиру

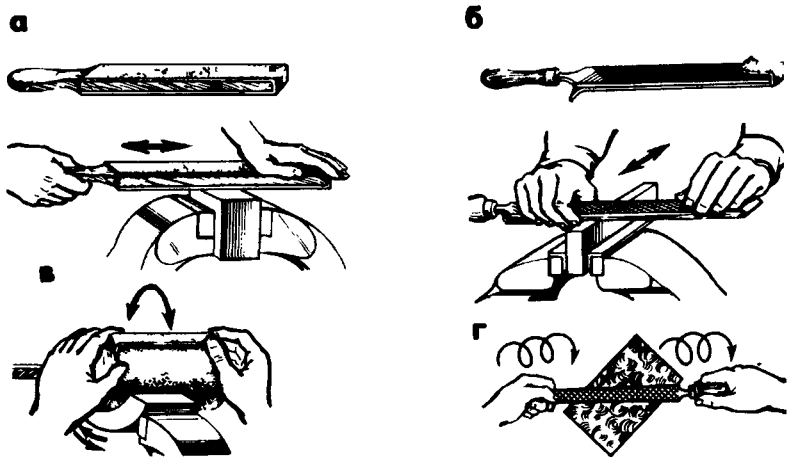


Рис. 166. Отделка опиленной поверхности:
а – деревянный брусок с наклеенной на него шлифовальной шкуркой и работа им, *б* – напильник со шлифовальной шкуркой и работа им, *в* – зачистка вогнутой поверхности, *г* – отделка круговыми штрихами

более тонкими. На рис. 166, *г* показана отделка круговыми штрихами. Ручная зачистка является малопроизводительной операцией.

§ 42. МЕХАНИЗАЦИЯ ОПИЛОВОЧНЫХ РАБОТ

Механизация опиловочных работ является одним из путей повышения производительности труда и культуры производства. Механизация осуществляется в основном применением ручного электрического и пневматического инструмента, а также опиловочных машинок и станков.

Отделочные операции производят шлифовальными шкурками с помощью специальных ручных механизированных инструментов (дисковых шлифовальных машинок), ручными, механизированными инструментами с абразивными лентами или на специальных ленточно-шлифовальных станках.

Универсальные переносные машинки служат для зачистки и полирования опиленных поверхностей шлифовальными шкурками.

Шлифовальную шкурку склеивают в виде колец и закрепляют на эластичном основании специальных разжимных головок, которые устанавливают на рабочих концах шпинделей универсальных электрических и пневматических машинок.

Для закрепления шкурки в торцовой части оправки из инструментальной стали прорезают шлиц, в который вводят конец полотна шкурки. Затем шкурку навертывают на оправку, после 1,5...2 оборотов конец шкурки завертывают и хвостовиком напильника прижимают к торцу оправки. Таким образом шкурка будет надежно закреплена на оправке.

Электрический напильник конструкции Д.И. Судаковича (рис. 167)

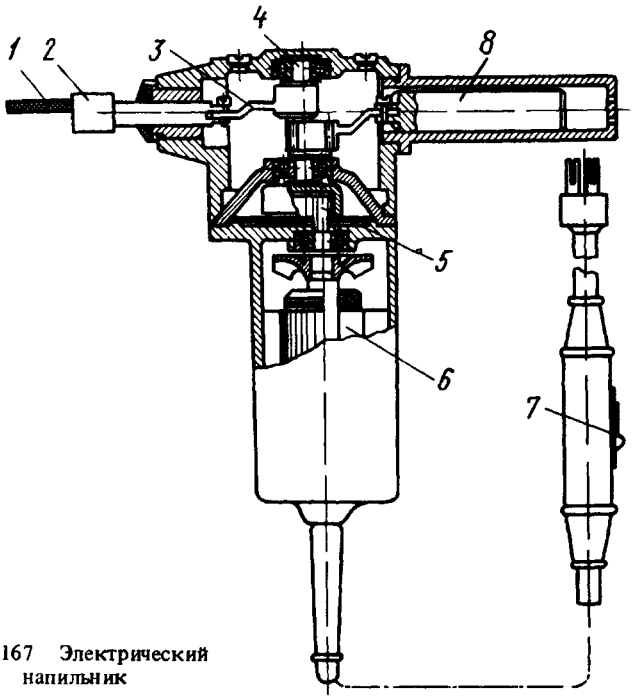


Рис 167 Электрический напильник

предназначен для выполнения различных слесарных и сборочных работ. Длина хода напильника равна 12 мм, число двойных ходов в минуту – 1500, мощность электродвигателя – 120 Вт, рабочее напряжение – 127 и 220 В.

Напильник работает следующим образом. Нажимом на кнопку *7* включают электродвигатель *6*. Вращение ротора электродвигателя через зубчатую пару *5* передается коленчатому валу *4*, на кривошипную шейку которого насажен шатун *3*. При вращении вала шатун получает возвратно-поступательное движение, которое передается через шток напильнику *1*, закрепленному в патроне *2*.

Особенностью данного электронапильника является то, что его приводной механизм выполнен с двумя шатунами, один из которых соединен шарнирно с напильником, а другой – с балансиром *8*, причем кривошип коленчатого вала привода расположен таким образом, что поступательному перемещению напильника в одном направлении соответствует перемещение балансира в обратном направлении. Благодаря такому устройству достигается взаимное гашение инерционных сил, вызываемых возвратно-поступательным движением напильника и балансира, и устранение вибрации инструмента при его работе.

Применение электронапильника повышает производительность труда примерно в пять раз по сравнению с пронзводительностью при использовании ручного напильника.

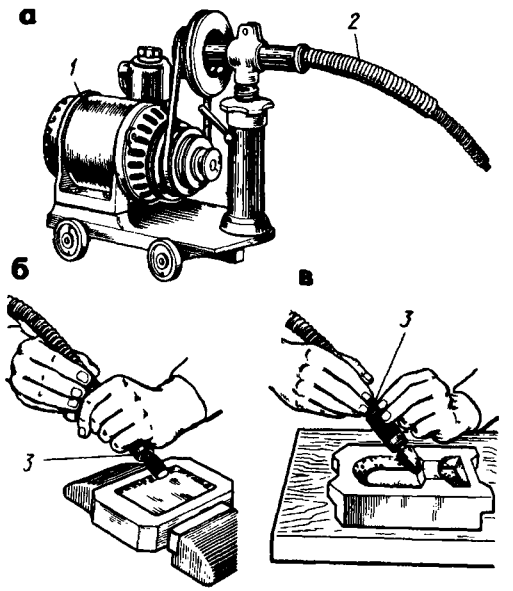


Рис 168 Универсальная шлифовальная машинка С-475 (*а*), обработка круглыми напильниками (*б*) и фрезами-шарошками (*в*)

Механизированные ручные опиловочные машинки с вращающимися инструментами типа мелких фрез ⌀ 1,5...25 мм используются широко.

Универсальная шлифовальная машинка с гибким валом и прямой шлифовальной головкой, работающая от асинхронного трехфазного электродвигателя *1* (рис. 168, *а*), имеет шпиндель, к которому крепят гибкий вал *2* с державкой *3* для закрепления рабочего инструмента.

Машинка имеет сменные прямые и угловые головки. Сменные державки позволяют производить опиливание и шлифование в труднодоступных местах и под разными углами.

Опиливание круглыми напильниками показано на рис. 168, *б*, а прием обработки фрезами-шарошками – на рис. 168, *в*.

Подобной конструкции машинки могут быть также и подвесными (рис. 169), которые удобны для использования на рабочем месте слесаря.

Опиловочные станки. Применяют два типа опиловочных станков – с возвратно-поступательным и вращательным движением, чаще всего с гибким валом (станки типа ОЗС). На станках первого типа используют напильники различного профиля с крупной и мелкой насечкой.

В опиловочных станках для обработки закаленных деталей (штампов и т. п.) применяют специальный алмазный инструмент.

Станки с гибким валом и вращающимися напильниками особенно удобны в изготовлении штампов, пресс-форм, металлических моделей

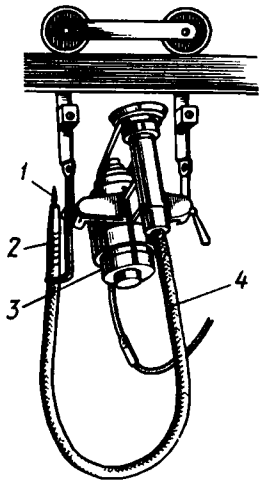
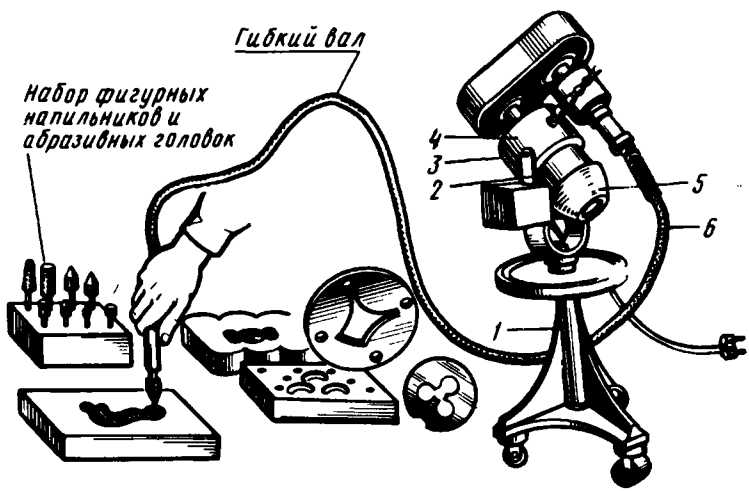


Рис 169 Опиловочно-зачистная подвесная машинка *1* – рабочий инструмент, *2* – державка для инструмента, *3* – электродвигатель, *4* – гибкий вал

Рис 170 Передвижной опиловочно-зачистной станок ОЗС



и т. п. Опиловочные станки бывают передвижными и стационарными.

Передвижной опиловочно-зачистной станок ОЗС (рис. 170) имеет стойку *1* с вилкой *2*, в которой закреплен электродвигатель *5* с кнопочным пультом. Шарниры *3* позволяют поворачивать электродвигатель с укрепленной на нем головкой *4* в удобное для работы положение. Инструмент закрепляют в патроне, смонтированном на конце гибкого вала *6*. Он получает вращательное движение.

Станок ОЗС имеет следующие приспособления: инструментодержатель № 1 со сменными цангами для крепления инструмента с хвостовиком ⌀ 6, 8 и 10 мм, инструментодержатель № 2 для крепления инструмента с конусным хвостовиком № 0 и 1; полировальную головку, предназначенную для шлифования, полирования (рис. 171) и снятия заусен-

цев; пистолет, преобразующий вращательное движение гибкого вала в поступательное движение инструмента; напильник и ножовочное полотно; абразивный брусок или шабер.

К станку ОЗС прилагают крупные напильники, пальцевые фрезы, абразивные шлифовальные головки ⌀ 8...42 мм, войлочные резиновые и другие полировальные головки ⌀ 6...35 мм, сверла, резвертки, зенковки и т. п.

Станок ОЗС в нормальном исполнении имеет четыре частоты вращения инструмента – от 760 до 3600 об/мин. Мощность электродвигателя 0,52 кВт, частота вращения 1405 об/мин.

Стационарный опиловочно-зачистной станок (рис. 172) имеет станину *1*, на которой закреплена стойка *4* с нижним *3*, верхним *5* кронштейнами и штоком *6*. Ступенчатый шкив *2* (закрыт кожухом) позволяет регулировать скорость движения напильника. Обрабатываемую деталь *8* закрепляют на поворотном столе *9*. Установка стола на нужный угол достигается с помощью винта *10*.

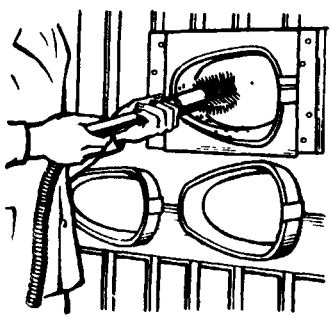
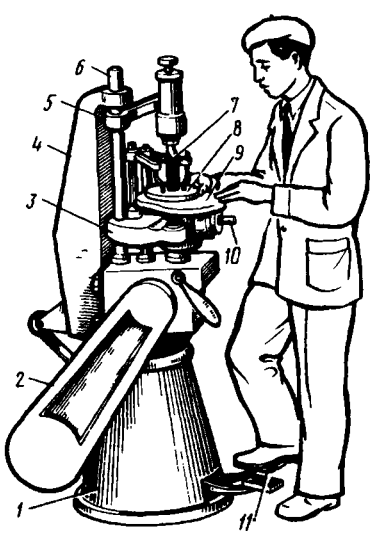


Рис 171 Работа полировальной головкой



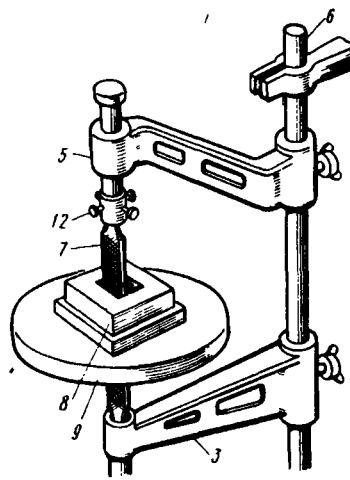


Рис 172 Стационарный опиловочно-зачистной станок

Хвостовик напильника *7* закрепляют винтом *12* в верхнем кронштейне *5*, после чего верхний кронштейн опускают; при этом нижний конец напильника должен войти в конусное углубление нижнего кронштейна *3*. Правильность установки напильника между верхним и нижним кронштейнами проверяют угольником. В вертикальное положение напильник устанавливают с помощью винтов, имеющихся в верхнем кронштейне. Пуск и останов станка осуществляют нажимом на педаль *11*.

При обработке деталей, не требующих высокой точности, эти станки обеспечивают повышение производительности труда в 4...5 раз по сравнению с ручной обработкой. На них можно обрабатывать детали различной формы – круглые, трехгранные, квадратные и т п , а также поверхности, расположенные под разными углами Напильники к станку бывают различных сечений с конической заточкой на конце.

Стационарные опиловочные станки не позволяют производить обработку в труднодоступных местах. В этом случае применяют переносные электрические и пневматические машинки.

Ленточно- и плоскошлифовальные станки. Шлифование абразивной лентой. Обработка осуществляется абразивными лентами, которые изготовляют на бумажной или тканевой основе, на животных или синтетических клеях.

Шлифование осуществляется или при свободном натяжении ленты, или поджимом ее контактным роликом, или подкладной плитой. Наибольшее распространение имеют контактные ролики, покрытые резиной или полимерами. При повышении твердости контактного ролика интенсивность съема металла увеличивается, а шероховатость обработанной поверхности ухудшается. Твердые контактные ролики применяют для предварительной обработки, мягкие – для окончательной.

Периферия контактного ролика может иметь гладкую или прерывистую (рифленую) поверхность. Наличие рифленой поверхности повышает режущую способность ленты, а следовательно, и съем металла лентами. Наличие на поверхности обода рифлений, образующих на рабочей поверхности ленты карманы для сбора металлической пыли и отходов шлифования, способствует увеличению срока службы ленты.

Достоинства шлифования абразивной лентой.

повышенный съем металла благодаря большой режущей поверхности ленты и свободному резанию;

простая и недорогая конструкция станка и инструмента;

малые затраты времени на смену ленты;

безопасность работы на таких станках;

возможность варьировать режущими свойствами ленты подбором твердости или формы контактного ролика.

Ленточно-шлифовальный станок. На рис. 173 приведена принципиальная схема станка с бесконечной абразивной лентой, в котором вращение от электродвигателя *1* ременной передачей *2* передается валику с ведущим роликом. Бесконечная абразивная лента *4*, к которой прижимается деталь *5*, проходит через ролик *3*, ведомый *6* и натяжной *7* ролики.

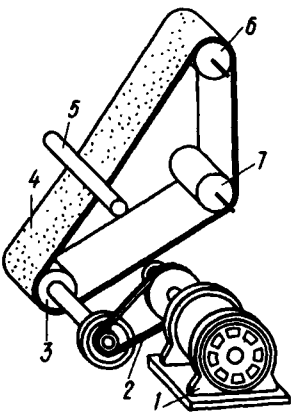


Рис. 173. Ленточно-шлифовальный станок

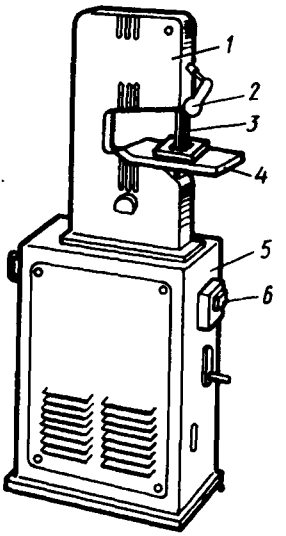


Рис. 174. Опиловочный станок с бесконечной лентой

Опиловочный станок с бесконечной лентой (рис. 174) внутри основания *5* имеет электродвигатель, редуктор и приводной шкив опиловочной ленты, а натяжной шкив помещается в верхнем кронштейне *1*. Опиловочная бесконечная лента имеет ширину от 6 до 12 мм и может перемещаться со скоростью от 25 до 54 м/с. Для опи-

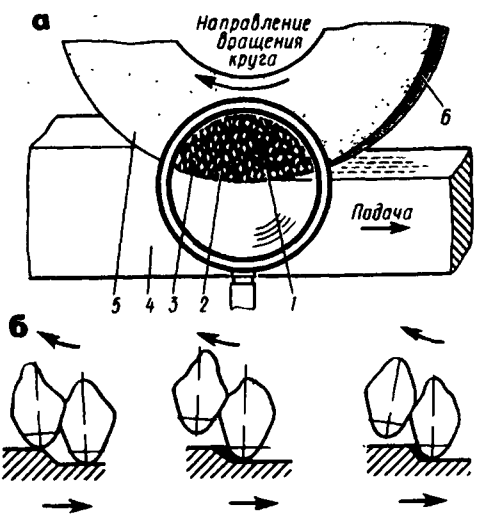


Рис. 175. Схемы обработки периферией шлифовального круга (*а*) и работы абразивного зерна (*б*):
1 – связка, *2* – поры, *3* – зерно, *4* – заготовка, *5* – торец круга, *6* – периферия круга

ливания поверхности деталь устанавливают на стол *4* и прижимают к ленте *3*. Станок пускают в работу кнопкой *6*.

Шлифование шлифовальным кругом (рис. 175, *а*). Шлифовальный круг представляет собой пористое тело, состоящее из большого количества мелких зерен, соединенных между собой клеящим веществом – связкой.

Процесс шлифования состоит в том, что вращающийся шлифовальный круг, соприкасаясь с металлом острыми гранями абразивных зерен, снимает с поверхности заготовки слой металла (рис. 175, *б*).

Выбор шлифовального круга. Марка, поставленная на торцовой части круга, является его технической характеристикой. По маркировке можно определить, каким заводом и из какого абразивного материала изготовлен круг, каковы его зернистость, твердость, связка, структура, форма и размеры, а также наибольшая окружная скорость. Данные обозначены буквами, цифрами, словами и располагаются в определенной последовательности (рис. 176).

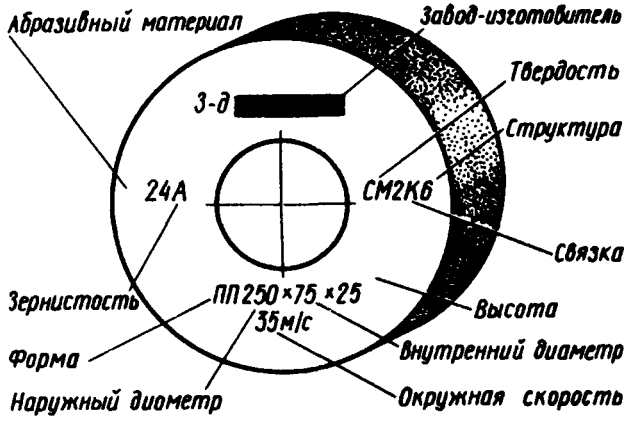


Рис. 176. Маркировка шлифовального круга

Выбор шлифовального круга зависит от свойств обрабатываемого материала, режима шлифования, требований, предъявляемых к шероховатости и точности обрабатываемых заготовок.

Поверхности, обрабатываемые шлифованием, могут быть цилиндрическими (круглыми), плоскими, винтовыми, фигурными (профильными). Наиболее широко применяется плоское и круглое шлифование.

Плоскошлифовальный станок 3Б71М (рис. 177) предназначен для шлифования плоскостей периферией круга. Станок состоит из следующих сборочных единиц: станины *2*; стола *7*; колонки *12*; шлифовальной бабки *13*. Кроме этого, станок имеет устройства *3*, *4* и *5*, с помощью которых осуществляются соответственно вертикальное перемещение шлифовальной бабки, переключение магнитной плиты *8* и ручное переключение поперечной подачи стола, а также маховичок *6* ручного продольного перемещения стола, микрометрическую вертикаль-

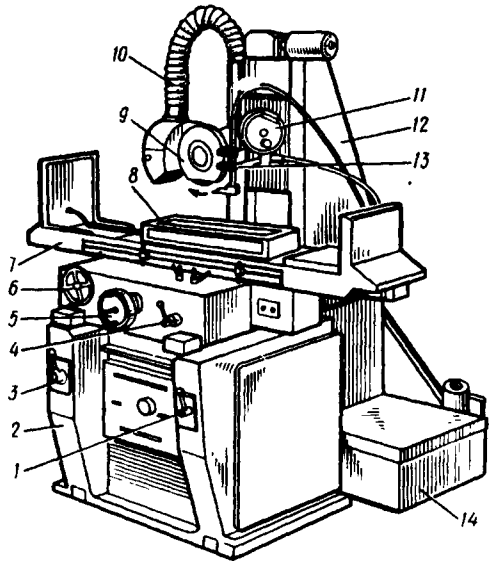


Рис. 177. Плоскошлифовальный станок 3Б71М

ную подачу *11*, рычаг *1* реверсирования поперечной подачи и устройство *10* для отсоса абразивной пыли при шлифовании. Лимб вертикальной ручной подачи круга имеет цену деления 0,01 мм.

Автоматическая вертикальная подача шлифовального круга производится от гидропривода при реверсировании поперечной подачи стола. В верхнюю часть колонки *12* вмонтирована гайка для осуществления вертикального перемещения шлифовальной бабки *13*. Шлифовальная бабка несет шпиндель, встроенный электродвигатель и механизм вертикального перемещения. Шлифовальный круг, установленный на шпинделе, закрыт кожухом *9*.

Основным абразивным инструментом является шлифовальный круг формы ПП с размерами 250Х75Х25 мм. При частоте вращения шпинделя 2800 об/мин обеспечивается окружная скорость круга около 30 м/с. Стол *7* станка, перемещаясь по направляющим станины *2*, совершает возвратно-поступательное движение, которое может осуществляться также вручную от маховичка *6* и автоматически – от гидропривода *14*. За один оборот маховичка стол перемещается на 15 мм. Возвратно-поступательное движение стола является главным движением подачи и регулируется от 0 до 20 м/с.

Поперечная подача стола осуществляется вручную рукояткой *5* ходового винта.

Заготовки при шлифовании закрепляют с помощью электромагнитной плиты *8*, которую устанавливают и надежно фиксируют на столе *7* станка. Размер зеркала плиты 450Х200 мм.

Контурное травление деталей является одним из высокопроизво-

дительных методов обработки, заменяющих слесарное опиливание. Метод заключается в глубоком травлении на деталях (из алюминия, его сплавов, из стали и титана) тех участков, которые подлежат опиливанию. Остальные участки поверхности защищаются стойкими химическими покрытиями. Травление осуществляют в растворе (400...420 г каустической соды растворяют в 1 л воды, нагретой до 75...80 °С). Детали предварительно обезжиривают.

Контурное травление применяют для обработки труднодоступных мест, узких щелей, фасонных вырезок, спиральных канавок и др. Точность обработки при контурном травлении достигает ±0,05 мм, а высота гребешков (неровностей) составляет 1,25...2,5 мкм, что исключает дополнительную зачистку.

Строгальные станки разделяют на универсальные и специализированные. К универсальным относят поперечно- и продольно-строгальные, а также долбежные станки. В слесарном деле применяют преимущественно поперечно-строгальные станки. Они предназначены для обработки малогабаритных деталей, имеющих горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности.

Основными частями поперечно-строгального станка 7Б-35 (рис. 178) являются следующие:

станина *6* — массивная чугунная отливка, имеющая внутри ребра и перегородки для прочности и жесткости; внутри станины помещены привод станка, коробка скоростей и кулисный механизм;

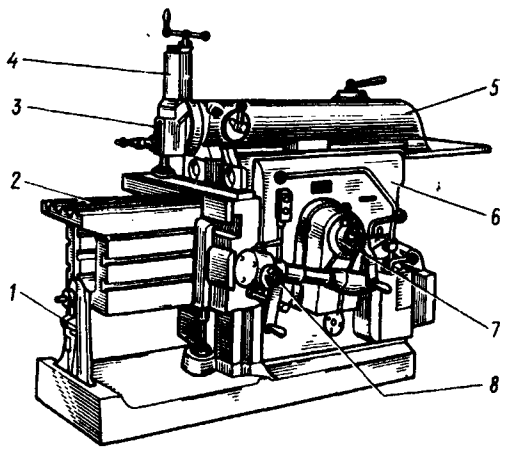


Рис. 178. Поперечно-строгальный станок 7Б-35: *1* — кронштейн, *2* — стол, *3* — резцедержатель, *4* — суппорт, *5* — ползун, *6* — станина, *7, 8* — механизмы соответственно горизонтальной и вертикальной подачи

ползун *5* — чугунная пустотелая отливка, передвигающаяся по верхним горизонтальным направляющим станины; для обеспечения прочности внутри ползуна расположены ребра жесткости; от плавности

и точности перемещения ползуна по направляющим зависит качество обработки;

суппорт *4* с резцедержателем *3*, в котором крепят резец, закреплен в передней части ползуна;

стол *2* закреплен на передней стенке станины и поддерживается кронштейном.

Движение резца в направлении заготовки, при котором снимается стружка, называется рабочим ходом, а движение в обратном направлении (работа не производится) — холостым ходом.

Заготовку крепят на столе станка с помощью зажимных устройств — машинных поворотных тисков и крепежных приспособлений (прихватов, упоров, опорных подкладок).

Резцы выбирают в зависимости от вида обработки деталей: для строгания плоскостей — проходные, для подрезания уступов и торцов — подрезные, для разрезания заготовок на части, прорезания канавок, пазов и выемок — прорезные-отрезные. Для чернового строгания применяют проходной изогнутый резец, а для чистового — резец со слегка закругленной вершиной.

При установке резца в резцедержатель поворотную часть суппорта по лимбу устанавливают в нулевое положение.

Величину срезаемого слоя металла выбирают в зависимости от припуска на обработку. Под чистовое строгание оставляют припуск на обработку не более 0,5...2 мм и работают с малыми подачами.

Подготовка к работе:

установить поворотную часть суппорта в нулевое положение;

поворотом рукоятки суппорт переместить вверх настолько, чтобы вылет резца был минимальным, что обеспечивает наибольшую жесткость резца;

установить резец в резцедержатель;

отрегулировать длину L (мм) хода ползуна относительно обрабатываемой заготовки по формуле $L = L + l$, где L_1 — длина строгаемой поверхности, мм; l — перебег резца, мм (20...30 мм); длину хода ползуна регулируют перемещением пальца кулисы относительно центра кулисного механизма;

выбрать режим обработки — скорость, глубину резания, подачу (по справочнику); при чистовом строгании применять наименьшую подачу, чтобы получить поверхность с шероховатостью *Ra* 40...20;

установить резец на нужную глубину резания по лимбу винта суппорта (цену деления лимба находят делением шага винта на число делений лимба).

Прямолинейность обработанной поверхности проверяют лекальной линейкой, а размеры — штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу 0,05 или 0,1 мм.

При работе на строгальном станке следует строго соблюдать требования безопасности: должна быть исключена возможность захвата одежды движущимися частями станка, заготовкой или резцом; зажимные устройства станка должны обеспечивать надежное закрепление заготовки; работать следует в очках (для защиты глаз от попадания

стружки), а удалять стружку – только щеткой, крючком или совком; нельзя измерять детали на работающем станке; запрещено оставлять работающий станок без наблюдения; рабочее место и проходы должны быть чистыми, не загромождены материалами, приспособлениями, готовыми изделиями и др.

Дефекты. Наиболее частыми дефектами при опиливании являются следующие:

неровности поверхностей (горбы) и завалы краев заготовки как результат неумения пользоваться напильником;

вмятины или повреждение поверхности заготовок в результате неправильного зажима ее в тисках;

неточность размеров опиленной заготовки вследствие неправильной разметки, снятия очень большого или малого слоя металла, а также неправильности измерения или неточности измерительного инструмента;

задиры, царапины на поверхности детали, возникающие в результате небрежной работы и применения неправильно выбранного напильника.

Безопасность труда. При опиловочных работах необходимо выполнять следующие требования безопасности:

при опиливании заготовок с острыми кромками нельзя поджимать пальцы левой руки под напильником при обратном ходе;

образовавшуюся в процессе опиливания стружку необходимо сметать с верстака волосяной щеткой; строго запрещается сбрасывать стружку обнаженными руками, сдувать ее или удалять сжатым воздухом;

при работе следует пользоваться только напильниками с прочно насаженными рукоятками; запрещается работать напильниками без рукояток или напильниками с треснувшими, расколотыми рукоятками.

Глава X. СВЕРЛЕНИЕ

§ 43. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. СВЕРЛА

Общие сведения. Сверлением называется образование снятием стружки отверстий в сплошном материале с помощью режущего инструмента – сверла, совершающего вращательное и поступательное движения относительно своей оси.

Сверление применяется:

для получения неответственных отверстий невысокой степени точности и значительной шероховатости, например под крепежные болты, заклепки, шпильки и т. д.;

для получения отверстий под нарезание резьбы, развертывание и зенкерование.

Рассверливанием называется увеличение размера отверстия в сплошном материале, полученного литьем, ковкой, штамповкой или другими способами.

Сверлением и рассверливанием можно получить отверстие с точностью по 10-му, в отдельных случаях – по 11-му квалитету и шероховатостью поверхности *Rz* 320...80. Когда требуется более высокое каче-

ство поверхности отверстия, его (после сверления) дополнительно зенкеруют и развертывают.

Точность сверления в отдельных случаях может быть повышена благодаря тщательному регулированию станка, правильно заточенному сверлу или сверлением через специальное приспособление, называемое кондуктором.

Сверла бывают различных видов (рис. 179, *а–и*) и изготовляются из быстрорежущих, легированных и углеродистых сталей, а также оснащаются пластинками из твердых сплавов.

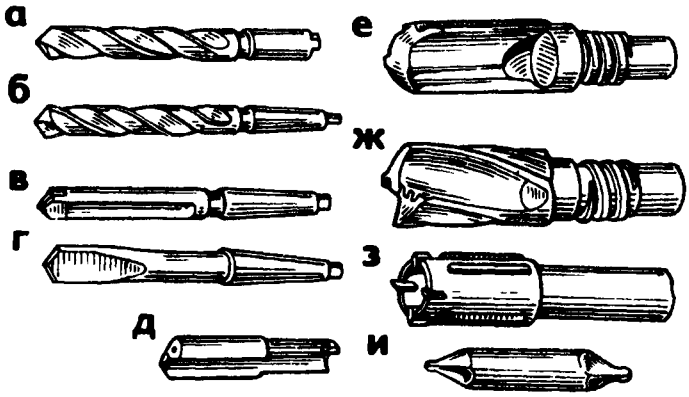


Рис. 179. Сверла
а, б – спиральные, *в* – с прямыми канавками, *г* – перовое, *д* – специальное, *е* – однокромочное с внутренним отводом стружки для глубокого сверлеиия, *ж* – двухкромочное для глубокого сверления, *з* – для кольцевого сверления, *и* – цеитровочиое

Для сверления отверстий чаще применяют спиральные сверла.

Спиральное сверло (рис. 179, *а, б*) – двузубый (двухлезвийный) режущий инструмент, состоящий из двух основных частей – рабочей и хвостовика. Рабочая часть сверла, в свою очередь, состоит из цилиндрической (калибрующей) и режущей частей. На цилиндрической части имеются две винтовые канавки, расположенные одна против другой. Их назначение – отводить стружку из просверливаемого отверстия во время работы сверла. Канавки на сверлах имеют специальный профиль, обеспечивающий правильное образование режущих кромок сверла и необходимое пространство для выхода стружки (рис. 180).

Форма канавки и угол наклона ω между направлением оси сверла и касательной к ленточке должны быть такими, чтобы, не ослабляя сечения зуба, обеспечивалось достаточное стружечное пространство и легкий отвод стружки. Однако сверла (особенно малого диаметра) с увеличением угла наклона винтовой канавки ослабляются. Поэтому у сверл малого диаметра этот угол делается меньшего, а для сверл бóльших диаметров – большего значения. Угол наклона винтовой канавки сверла составляет 18...45°. Для сверления стали пользуются сверлами с углом наклона

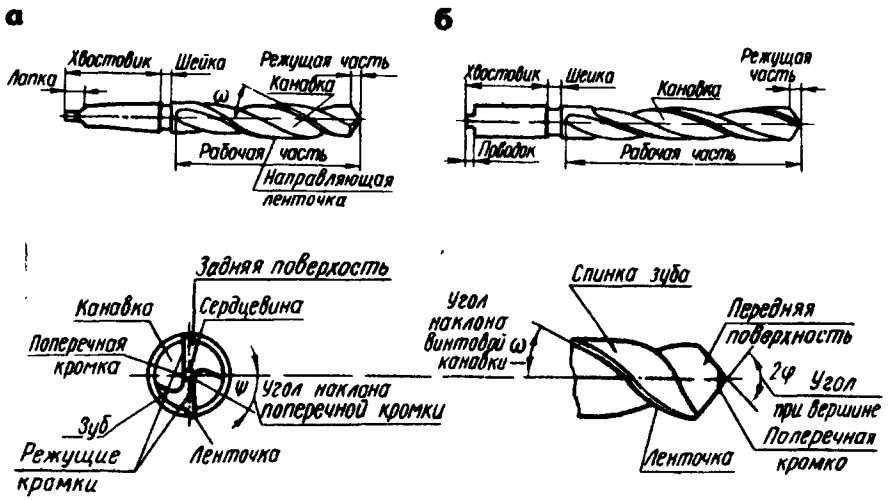


Рис. 180. Спиральные сверла (*а, б*) и элементы сверла (*в*)

канавки 18...30°, для сверления хрупких металлов (латунь, бронза) – 22...25°, для сверления легких и вязких металлов – 40...45°, при обработке алюминия, дюралюминия и электрона – 45°.

В зависимости от направления винтовых канавок спиральные сверла подразделяются на п р а в ы е (канавка направлена по винтовой линии с подъемом слева направо, сверло во время работы вращается против часовой стрелки) и л е в ы е (канавка направлена по винтовой линии с подъемом справа налево, вращение происходит по часовой стрелке). Левые сверла применяют редко.

Расположенные вдоль винтовых канавок две узкие полоски на цилиндрической поверхности сверла называют ленточками. Они служат для уменьшения трения сверла о стенки отверстия, направляют сверло в отверстие и способствуют тому, чтобы сверло не уводило в сторону. Сверла ⌀ 0,25...0,5 мм выполняют без ленточек.

Уменьшение трения сверла о стенки просверливаемого отверстия достигается также тем, что рабочая часть сверла имеет обратный конус, т.е. диаметр сверла у режущей части больше, чем на другом конце, у хвостовика. Разность этих диаметров составляет 0,03...0,12 мм на каждые 100 мм длины сверла. У сверл, оснащенных пластинками из твердых сплавов, обратная конусность составляет 0,03...0,15 мм на длине пластинки.

З у б – это выступающая с нижнего конца часть сверла, имеющая режущие кромки.

Зуб сверла имеет с п и н к у, представляющую собой углубленную часть его наружной поверхности, и з а д н ю ю п о в е р х н о с т ь, представляющую собой торцовую поверхность зуба на режущей части.

Поверхность канавки, воспринимающая давление стружки, называется п е р е д н е й п о в е р х н о с т ь ю. Линия пересечения передней

и задней поверхностей образует режущую кромку, а линия пересечения задних поверхностей – поперечную кромку (ее размер составляет в среднем 0,13 диаметра сверла).

Режущие кромки соединяются между собой на сердцевине (сердцевина – тело рабочей части между канавками) короткой поперечной кромкой. Для большей прочности сверла сердцевина постепенно утолщается от поперечной кромки к концу канавок (к хвостовику).

Угол между режущими кромками – угол 2φ при вершине сверла – оказывает существенное влияние на процесс резания. При его увеличении повышается прочность сверла, но одновременно резко возрастает усилие подачи. С уменьшением угла при вершине резание облегчается, но ослабляется режущая часть сверла.

Значение этого угла (град) выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала (см. ниже).

Чугун и сталь	116...118
Стальные поковки и закаленная сталь	125
Латунь и мягкая бронза	130...140
Мягкая медь	125
Алюминий, баббит, электрон	130...140
Силумин	90...100
Магниевые сплавы	110...120
Эбонит, целлулоид	80...90
Мрамор и другие хрупкие материалы	90...10
Органическое стекло	70
Пластмассы	50...60

На рис. 181 показаны канавки, режущие кромки и углы спирального сверла. Передняя поверхность зуба (клина) сверла образуется спиральной канавкой, задняя – боковой поверхностью конуса. Геометрические параметры режущей части сверла показаны на рис. 182 (см. сечение $N–N$).

Передним углом γ называют угол между поверхностью

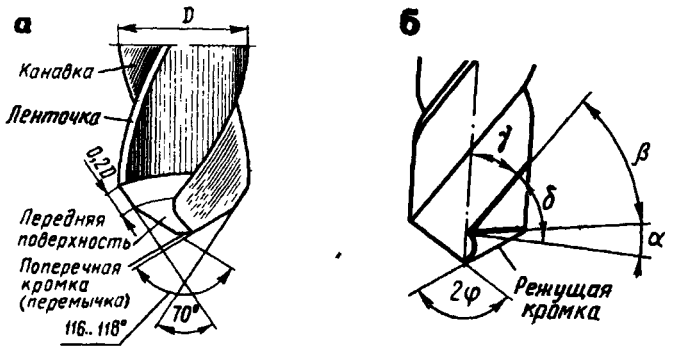


Рис. 181. Канавки, режущие кромки и углы спирального сверла

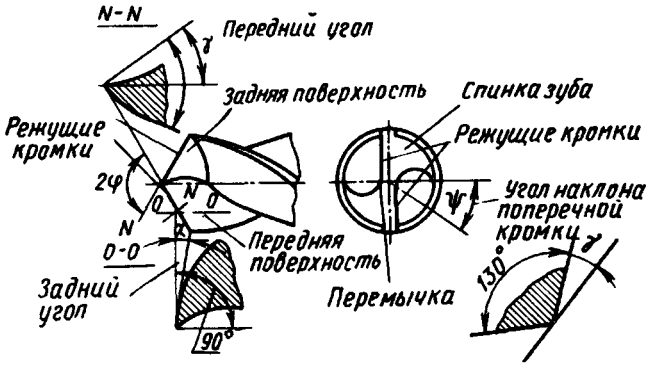


Рис. 182. Геометрические параметры режущей части спирального сверла

резания (обработанной поверхностью) и касательной к передней поверхности.

Наличие переднего угла облегчает врезание инструмента, стружка лучше отделяется и получает возможность естественного схода.

С увеличением переднего угла улучшаются условия работы инструмента, повышается его стойкость и уменьшается усилие резания. Вместе с тем ослабляется тело режущей части инструмента, которое может легко выкрашиваться, ломаться; ухудшается отвод теплоты, что приводит к быстрому нагреву и потере твердости. Поэтому для каждого инструмента приняты определенные значения переднего угла. Передний угол имеет меньшее значение при обработке твердых и прочных материалов, а также при меньшей прочности инструментальной стали. В данном случае для снятия стружки требуются большие усилия и режущая часть инструмента должна быть прочнее. При обработке мягких, вязких материалов передние углы берутся больше.

Задний угол α – это угол наклона задней поверхности, образуемой касательными к задней и обрабатываемой поверхностям. Задний угол служит для уменьшения трения задней поверхности об обрабатываемую поверхность.

При слишком малых углах α повышается трение, увеличивается сила резания, инструмент сильно нагревается, задняя поверхность быстро изнашивается. При очень больших задних углах ослабляется инструмент, ухудшается отвод теплоты.

Передние и задние углы сверла в разных точках режущей кромки имеют различное значение: для точек, расположенных ближе к наружной поверхности сверла, передний угол больше и, наоборот. Если у периферии сверла (наружный диаметр) он имеет наибольшее значение (25...30°), то по мере приближения к вершине уменьшается до значения, близкого к нулю.

Значение заднего угла сверла, как и переднего, изменяется для разных точек режущей кромки: для точек, расположенных ближе к наруж-

ной поверхности сверла, задний угол меньше, а для точек, расположенных ближе к центру, – больше.

Угол заострения β образуется пересечением передней и задней поверхностей. Значение угла заострения β зависит от выбранных значений переднего и заднего углов, поскольку $\alpha + \beta + \gamma = 90°$.

Хвостовики у спиральных сверл могут быть коническими и цилиндрическими. Конические хвостовики имеют сверла $\varnothing$ 6...80 мм. Эти хвостовики образуются конусом Морзе. Сверла с цилиндрическими хвостовиками изготовляют диаметром до 20 мм (хвостовик является продолжением рабочей части сверла).

Сверла с коническим хвостовиком устанавливаются непосредственно в отверстие шпинделя станка (или через переходные втулки) и удерживаются благодаря трению между хвостовиком и стенками конического отверстия шпинделя. Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в шпинделе станка с помощью специальных патронов. На конце конического хвостовика имеется лапка (см. рис. 179, *а*), не позволяющая сверлу проворачиваться в шпинделе и служащая упором при удалении сверла из гнезда. У сверл с цилиндрическим хвостовиком имеется поводок (см. рис. 179, *б*), предназначенный для дополнительной передачи крутящего момента сверлу от шпинделя.

Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, имеет меньший диаметр, чем диаметр рабочей части; она служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования, на ней обозначена марка сверла и материал.

Спиральные сверла изготовляют из углеродистой инструментальной (У10А), легированной, хромокремнистой (9ХС) и быстрорежущей (Р6М5) сталей. Для изготовления сверл все шире применяют металлокерамические твердые сплавы ВК6, ВК8 и Т15К6, но наиболее распространены спиральные сверла из быстрорежущей стали.

Сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов (рис. 183, *а, б*), находят широкое применение при сверлении

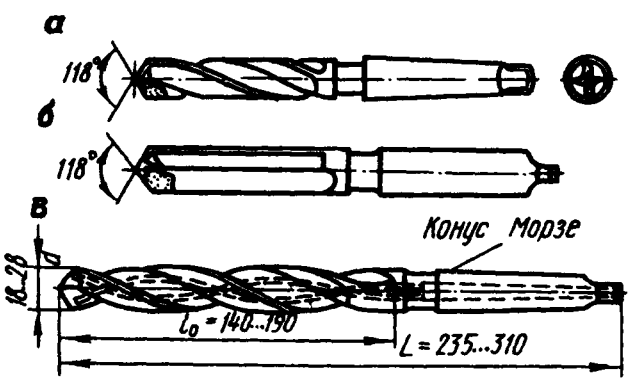


Рис. 183. Сверла, оснащенные пластинками из твердого сплава, с винтовыми (*а*), прямыми (*б*) канавками и каналами для охлаждающей жидкости (*в*)

и рассверливании чугуна, закаленной стали, пластмасс, стекла, мрамора и других твердых материалов.

По сравнению со сверлами, изготовленными из инструментальных углеродистых сталей, они имеют значительно меньшую длину рабочей части, больший диаметр сердцевины и меньший угол наклона винтовой канавки. Эти сверла обладают высокой стойкостью и обеспечивают высокую производительность труда.

Существует несколько типов сверл $\varnothing$ 5...30 мм, оснащенных пластинками из твердых сплавов типа ВК. Корпуса этих сверл изготовляют из сталей Р9, 9ХС, 40Х, Р6М5 и 45ХС.

Сверла с винтовыми канавками обеспечивают значительно лучший выход стружки из отверстий, особенно при сверлении вязких металлов. Это достигается благодаря тому, что на длине 1,5...2 диаметра сверла канавка прямая, а далее, к хвостовой части сверла, – винтовая.

Сверла с прямыми канавками применяют при сверлении отверстий в хрупких металлах. Они проще в изготовлении, но для сверления глубоких отверстий эти сверла применять нельзя, так как затрудняется выход стружки из отверстия.

Сверла с косыми канавками применяют для сверления неглубоких отверстий, так как длина канавок у них очень мала, т.е. не обеспечивает выхода стружки.

Сверла с отверстиями для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам (рис. 183, *в*) предназначаются для сверления глубоких отверстий в неблагоприятных условиях. Эти сверла имеют повышенную стойкость, так как охлаждающая жидкость, подаваемая под давлением 1...2 МПа (10...20 кгс/см^2) в пространство между наружной поверхностью сверла и стенками отверстия, обеспечивает охлаждение режущих кромок и облегчает удаление стружки.

Сверло крепят в специальном патроне, обеспечивающем подвод охлаждающей жидкости к отверстию в хвостовой части сверла. Эти сверла особенно эффективны при работе с жаропрочными материалами.

При сверлении отверстий сверлами со сквозными каналами режим резания повышается в 2...3 раза, а стойкость инструмента – в 5...6 раз. Сверление таким способом осуществляют на специальных станках в специальных патронах (рис. 184).

Твердосплавные монолитные сверла предназначены для обработки жаропрочных сталей.

Сверла из твердого сплава ВК15М применяют для работы на сверлильных, а из сплава ВК10М – на токарных металлорежущих станках.

Корпуса твердосплавных сверл изготовляют из сталей Р6М5, 9ХС, 40Х и 45Х. В сверлах прорезается паз под пластинку из твердого сплава, которую закрепляют медным или латунным припоем.

Комбинированные сверла (сверло-зенковка, сверло-развертка, сверло-метчик) применяют для одновременного сверления и зенкования, сверления и развертывания или сверления и нарезания резьбы.

Центровочные сверла служат для получения центровых

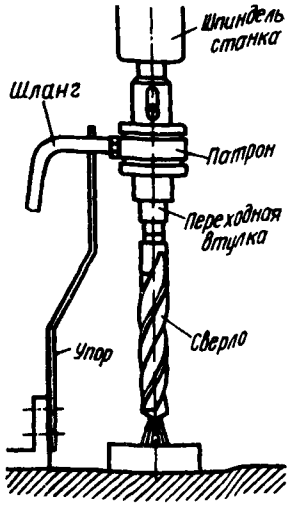
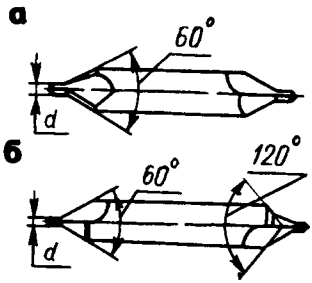


Рис. 184. Сверление с подводом охлаждающей жидкости к режущим кромкам сверла

Рис. 185. Центровочные сверла *а* – без предохранительного конуса, *б* – с предохранительным конусом



отверстий в различных заготовках. Их изготовляют без предохранительного конуса (рис. 185, *а*) или с ним (рис. 185, *б*).

Перовые сверла наиболее просты в изготовлении. Их применяют для сверления неответственных отверстий диаметром до 25 мм (главным образом ступенчатых и фасонных отверстий в твердых поковках и отливках). Сверление, как правило, осуществляют трещотками и ручными дрелями.

Эти сверла изготовляют из инструментальных углеродистых сталей У10, У12, У10А и У12А, а чаще – из быстрорежущей стали Р6М5.

Перовое сверло имеет форму лопатки с хвостовиком. Его режущая часть – треугольной формы, с углами при вершине $2\varphi = 118...120°$ и задним углом $\alpha = 10...20°$

Перовые сверла подразделяют на двусторонние (рис. 186, *а*) и односторонние (рис. 186, *б*); наиболее распространенными являются двусторонние. Угол заточки одностороннего перового сверла для стали принимается в пределах 75...90°, а для цветных металлов – 45...60°. Угол заточки двустороннего перового сверла принимается равным 120...135°.

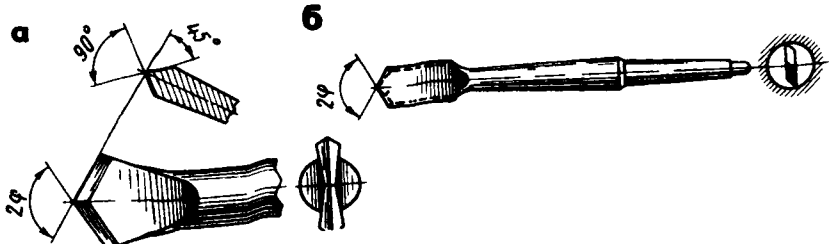


Рис. 186. Перовые сверла:
а – двустороннее, *б* – одностороннее

Перовые сверла не допускают высоких скоростей резания и непригодны для сверления больших отверстий, так как стружка не отводится, а вращается вместе со сверлом и царапает поверхность отверстия. В процессе работы сверло быстро тупится, изнашивается и теряет режущие свойства; кроме того, его уводит в сторону от оси отверстия.

§ 44. ЗАТОЧКА СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

При сверлении затупившееся сверло очень быстро нагревается. При небрежном обращении сверло из быстрорежущей стали Р6М5 может нагреться настолько, что произойдет отпуск стали и сверло станет негодным для работы (пережог сверла). При сверлении даже не очень твердых материалов требуется повышенное осевое давление на работающее тупое сверло, чтобы оно врезалось в металл. При сверлении текстолита и гетинакса происходит чрезмерное нагревание сверла, что может привести к его пережогу.

Чтобы повысить стойкость режущего инструмента и получить чистую поверхность отверстия, при сверлении металлов и сплавов пользуются охлаждающими жидкостями (см. ниже).

Просверливаемый материал	Рекомендуемая охлаждающая жидкость
Сталь	Мыльная эмульсия или смесь минерального и жирных масел
Чугун	Мыльная эмульсия или обработка всухую
Медь	Мыльная эмульсия или сурепное масло
Алюминий	Мыльная эмульсия или обработка всухую
Дюралюминий	Мыльная эмульсия, керосин с касторовым или сурепным маслом
Силумин	Мыльная эмульсия или смесь спирта со скипидаром
Резина, эбонит, фибра	Обработка всухую

Износ сверла в первой стадии может быть обнаружен по резко скрипящему звуку. Опытный рабочий безошибочно по звуку иногда устанавливает момент, когда сверло начинает затупляться. При работе изношенным сверлом температура резко возрастает и сверло еще больше изнашивается, разбивая отверстие. Виды износа сверл показаны на рис. 187.

Как правило, заточка сверл выполняется централизованно в специальных мастерских заточниками, однако и слесарь обязан хорошо знать правила заточки и при необходимости уметь заточить (довести) сверло вручную на простом заточном станке.

Заточку выполняют в защитных очках (если на станке нет прозрачного экрана) вручную следующим образом. Левой рукой удерживают сверло за рабочую часть как можно ближе к режущей части (конусу), а правой охватывают хвостовик, слегка прижимая режущую кромку сверла к боковой поверхности шлифовального круга (рис. 188, *а, б*). Затем плавным движением правой руки, не отнимая сверло от круга,

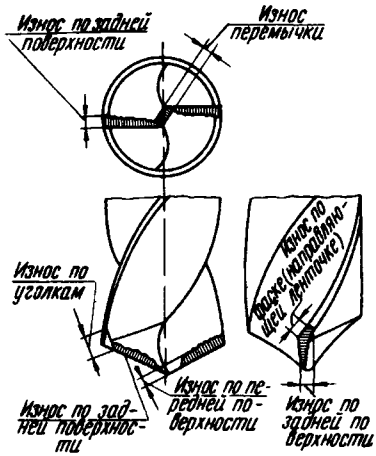
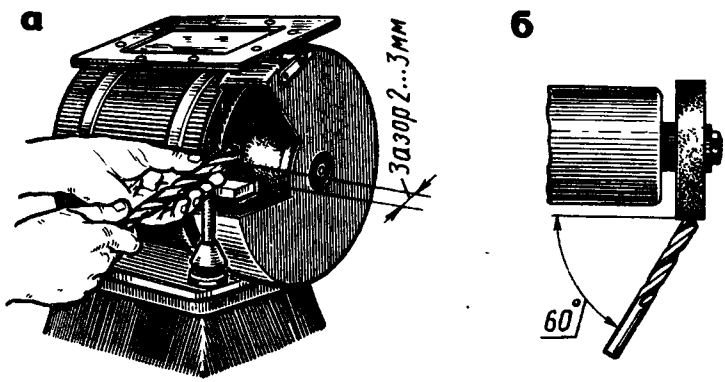


Рис. 187. Виды износа сверла

Рис. 188. Заточка режущих кромок сверла:
а, б – положения сверла в руках и относительно шлифовального круга



поворачивают его вокруг своей оси и, выдерживая правильный наклон и слегка нажимая на сверло, затачивают заднюю поверхность. Заточку ведут с охлаждением, периодически погружая конец инструмента в водно-содовый раствор. Заточенное сверло доводят на оселке или бруске. При этом следят за тем, чтобы режущие кромки были прямолинейными, имели одинаковую длину и были заточены под одинаковыми углами.

Угол заточки существенно влияет на режим резания, стойкость сверла и, следовательно, на производительность.

Сверла с режущими кромками разной длины или с разными углами их наклона будут сверлить отверстия больше своего диаметра, поэтому при заточке спирального сверла для сверления стали необходимо получить угол при вершине, равный 116...118°.

При переточке спиральных сверл, особенно если это осуществляется вручную, увеличение диаметра отверстия из-за неточной заточки может достигнуть недопустимого значения. По этой причине спиральные сверла

затачивают вручную только в тех случаях, когда их диаметр не превышает 10 мм. Сверла бо́льших диаметров затачивают только на специальных (заточных) станках.

Качество заточки сверл проверяют специальными шаблонами с вырезами. Шаблон с тремя вырезами (рис. 189) позволяет проверять длину режущей кромки, угол заточки, угол заострения, а также угол наклона поперечной кромки.

Наиболее совершенной конструкцией для измерения элементов режущих инструментов является прибор, состоящий из двух вращающихся на оси дисков (рис. 190, *а–в*). Достоинство прибора – это универсальность, допускающая измерение углов заточки и элементов различных режущих инструментов – сверл, зубил, крейцмейселей и др. Применение его исключает необходимость изготовления большого количества специальных шаблонов, ускоряет процесс контроля.

Форма заточки оказывает влияние на стойкость спирального сверла и скорость резания, допускаемую для него. Сверла с обычной заточкой обладают рядом недостатков: передний угол – переменный по длине режущей кромки (причем у перемычки он приобретает отрицательное значение); в очень тяжелых условиях работает переходная часть сверла (от конуса к цилиндру), так как в ней действуют наибольшие нагрузки, при этом ухудшается отвод теплоты.

Для улучшения условий работы сверл применяют специальные виды заточки (табл. 1).

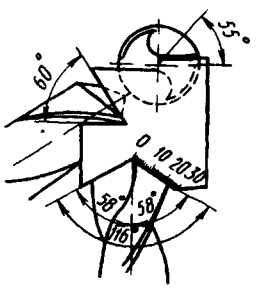
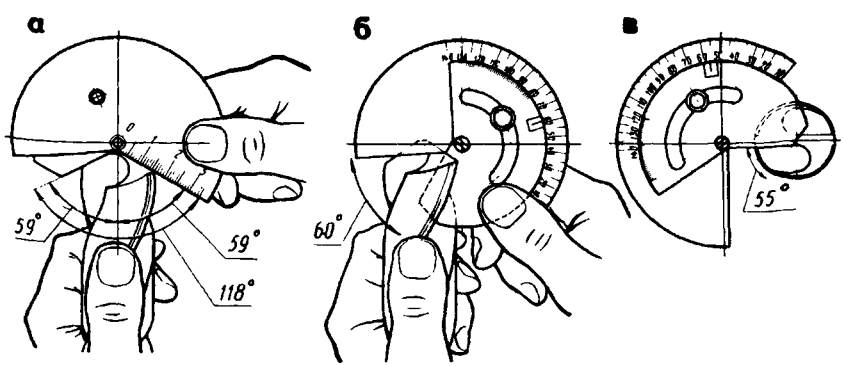


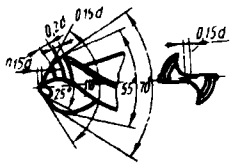
Рис 189 Шаблон с тремя вырезами для проверки качества заточки сверла

Рис 190. Проверка прибором элементов режущего инструмента:
а – угла при вершине, *б* – угла заострения, *в* – угла наклона поперечной кромки



1. Виды заточки сверл

Вид заточки	Назначение и характеристика
Одинарная (нормальная) – Н 	**Для сверл диаметром до 12 мм** Для сверл универсального применения при обработке стали, стального литья, чугуна. Угол заточки 2φ – в соответствии с обрабатываемым материалом
Одинарная с подточкой перемычек – НП 	Для обработки стального литья с $\sigma_B \leqslant \leqslant 50$ МПа с неснятой коркой. Подточка перемычки уменьшает ее длину, что улучшает условия резания
Одинарная с подточкой перемычки и ленточки – НПЛ 	**Для сверл диаметром свыше 12 до 80 мм** Для обработки стали, стального литья с $\sigma_B > 50$ МПа со снятой коркой, чугуна с неснятой коркой. Подточка ленточки до ширины 0,1...0,2 мм на длине 3...4 мм уменьшает трение в наиболее напряженном участке сверла и улучшает условия резания
Двойная с подточкой перемычек – ДП 	Для обработки стального литья с $\sigma_B \geqslant \geqslant 50$ МПа и чугуна с неснятой коркой. Заточка под двумя углами – $2\varphi = 116...118°$, дополнительный угол $2\varphi = 70...75°$ (на длине 0,2 диаметра). Увеличивается длина режущей кромки, уменьшается толщина стружки, улучшается отвод теплоты, значительно увеличивается стойкость
Двойная с подточкой перемычки и ленточки – ДПЛ 	Для сверл универсального применения при обработке стального литья с $\sigma_B > 50$ МПа и чугуна со снятой коркой

Вид заточки	Назначение и характеристика
По методу В. Жирова 	Кроме основной заточки с углом, равным 118°, два дополнительных угла: на длине $0{,}2d$ – 70° и на длине $0{,}15d$ – 55°. Подточкой прорезается перемычка. Рекомендуется для обработки хрупких материалов

§ 45. РУЧНОЕ И МЕХАНИЗИРОВАННОЕ СВЕРЛЕНИЕ

Сверление осуществляется в основном на сверлильных станках. В тех случаях, когда деталь невозможно установить на станок или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление ведут с помощью коловорота, трещоток, дрелей, ручных электрических и пневматических сверлильных машинок.

Трещотка применяется для ручного сверления отверстий больших диаметров (до 30 мм), а также для сверления отверстий в неудобных местах, когда нельзя применять сверлильный станок, электрическую или пневматическую сверлильную машинку.

Трещотка имеет шпиндель *2* (рис. 191), который входит в вилку *6* рукоятки *7*. На одном конце шпинделя имеется отверстие для закрепления сверла *1*, на другом нарезана прямоугольная резьба, на которую навертывается длинная гайка *4*, заканчивающаяся центром *5*. Для сверления с помощью трещотки применяют скобу *9*, позволяющую установить трещотку в определенном положении. Вращательное движение осуществляется храповым колесом *3*, наглухо закрепляемым на шпин-

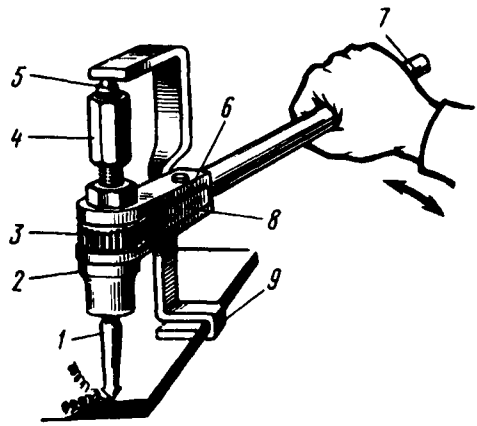


Рис. 191. Трещотка

деле. Собачка *8* при повороте рукоятки на небольшой угол упирается в зуб храпового колеса и поворачивает его, а вместе с ним и шпиндель на тот же угол. Пружина все время поджимает собачку к храповому колесу.

Чередуя поворот рукоятки на $^1/_3$...$^1/_4$ оборота то в одну, то в другую сторону, осуществляют вращение шпинделя, который поворачивается только в одну сторону. В связи с тем, что рукоятка имеет достаточную длину (300...400 мм), в значительной мере облегчается усилие рабочего движения. Подача на один оборот сверла составляет 0,1 мм.

Ручная дрель (рис. 192) применяется для сверления отверстий диаметром до 10 мм. На шпинделе *1* установлено коническое зубчатое колесо *8*, которое может соединяться с коническим колесом *3*. В этом случае при вращении вала *2* рукояткой шпиндель *1* получает одну частоту вращения, а при соединении зубчатого колеса *7* с зубчатым колесом *6* и вращении рукоятки *5* – другую, поэтому эта дрель называется двухскоростной. Сверление ручной дрелью выполняют на низких и высоких подставках, а также с зажимом деталей в тисках. Приемы держания дрели при этом различны.

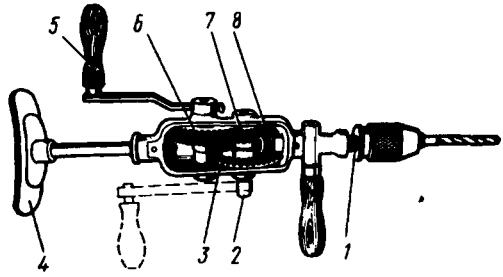


Рис 192 Ручная дрель:
1 – шпиндель, *2* – вал, *3*, *6*–*8* – зубчатые колеса, *4* – упор, *5* – рукоятка

Сверление на низкой подставке отверстия ⌀ 6... ...10 мм требует значительно меньшего давления на дрель, чем сверление на высокой подставке. При сверлении на низкой подставке (рис. 193, *а*) дрель держат правой рукой за рукоятку вращения, левой – за неподвижную рукоятку, а грудью упираются в нагрудник. Рукоятку вращают плавно, без рывков. Дрель держат строго вертикально, без качания, иначе сверло может сломаться.

Сверление на высокой подставке отверстия ⌀ 2...4 мм (рис. 193, *б*), как правило, выполняют на верстаке и в отличие от сверления на низкой подставке нажимают на дрель не грудью, а левой рукой, которой берут за нагрудник; правой рукой удерживают рукоятку вращения. Слегка нажимая на нагрудник, выполняют пробное засверливание. Если отверстие размещено правильно, усиливают нажим левой рукой на нагрудник и продолжают сверлить до конца. При этом не допускают покачивания инструмента, чтобы не сломать сверло.

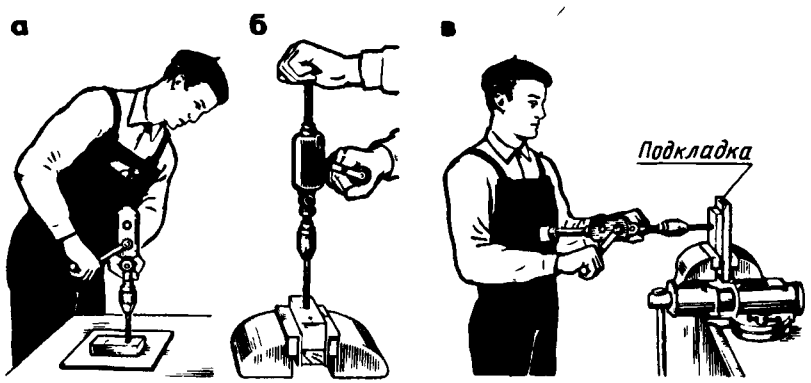


Рис. 193 Сверление ручной дрелью:
а – на низкой подставке, *б* – на высокой подставке в тисках, *в* – в тисках при горизонтальном положении дрели

Сверление деталей, зажатых в тисках в вертикальном положении, при горизонтальном положении дрели (рис. 193, *в*) является очень сложным, особенно в самом начале работы – сверло выходит из кернового углубления при малейшем ослаблении нажима или перекосе дрели. Деталь зажимают в тисках так, чтобы границы отверстия были расположены выше губок тисков более чем на половину диаметра патрона. Дрель держат в горизонтальном положении левой рукой за неподвижную рукоятку, а правой рукой – за рукоятку вращения и выполняют пробное засверливание, плавно вращая рукоятку. При выходе сверла ослабляют нажим и уменьшают частоту вращения.

Ручные сверлильные электрические машины применяют при монтажных, сборочных и ремонтных работах для сверления и развертывания отверстий. Они бывают трех типов.

Машины легкого типа (рис. 194, *а*) предназначены для сверления отверстий $\varnothing$ 8...9 мм. Корпус таких машин обычно имеет форму пистолета. Из машин легкого типа наиболее распространенной является сверлильная машина И-90 (рис. 194, *а*). Электродвигатель –

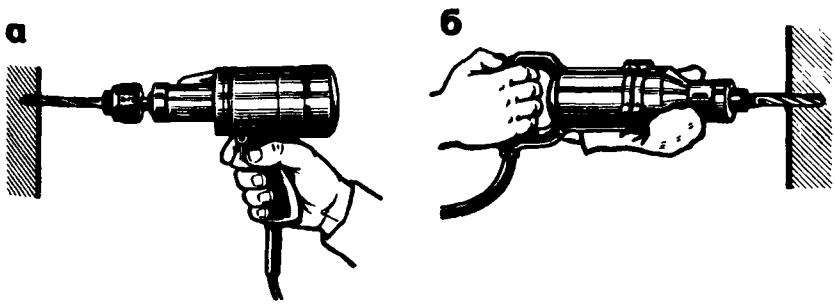


Рис 194. Ручные сверлильные электрические машины легкого (*а*) и среднего (*б*) типов

универсальный коллекторный, работает на переменном или постоянном токе нормальной частоты напряжением 220 В.

Машины среднего типа (рис. 194, *б*), обычно имеющие одну замкнутую рукоятку на задней части корпуса, используют для сверления отверстий диаметром до 15 мм.

Машины тяжелого типа (рис. 195), имеющие обычно две рукоятки на корпусе или две рукоятки и грудной упор, применяют для вертикального (рис. 195, *а*) и горизонтального (рис. 195, *б*) сверления в стальных деталях отверстий $\varnothing$ 20...80 мм.

В алюминиевом корпусе *5* электрической сверлильной машины тяжелого типа смонтирован электродвигатель; на конце вала *1* электродвигателя имеется коническое отверстие, в которое вставляют сверло *6* или патрон. Во время работы удерживают ручную сверлильную электрическую машину обеими руками за рукоятки *2*, жестко соединенные с корпусом, и устанавливают так, чтобы центр сверла точно совпадал с намеченным центром будущего отверстия; затем нажимают на специальный упор *4*, расположенный в верхней части корпуса, и кнопкой *3*, помещенной в рукоятке *2*, включают электродвигатель *5*.

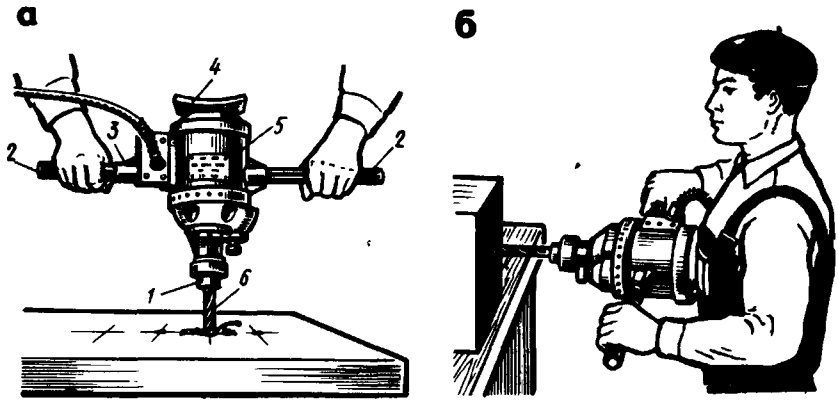


Рис. 195. Ручная электрическая сверлильная машина тяжелого типа:
а, б – соответственно вертикальное и горизонтальное сверление

Сверлильные машины бывают прямыми (с расположением оси шпинделя соосно или параллельно оси двигателя) и угловыми (с расположением оси шпинделя под углом к оси двигателя). Угловые машины (рис. 196) применяют для сверления отверстий в труднодоступных местах. По направлению вращения машины изготовляют с односторонним направлением вращения и реверсивные.

Ручные сверлильные электрические машины независимо от типа и мощности состоят из трех основных частей – электродвигателя с рабочим напряжением 220 или 36 В, зубчатой передачи и шпинделя.

Безопасность труда. При работе ручными электрическими машинами необходимо выполнять следующие требования безопасности:

работать только в резиновых перчатках и калошах; при отсутствии калош под ноги необходимо подкладывать резиновый коврик; корпус ручных сверлильных электрических машин должен быть заземлен (рис. 197);

перед включением ручной сверлильной электрической машины необходимо сначала убедиться в исправности проводки и изоляции, а также в том, соответствует ли напряжение в сети напряжению, на которое рассчитана данная машина,

включать ручную сверлильную электрическую машину только при вынутом из просверленного отверстия сверле, а вынимать сверло из патрона только после выключения сверлильной машины;

периодически наблюдать за работой щеток электродвигателя машины; щетки должны быть хорошо прошлифованы (при нормальной работе не искрят);

при остановке машины, появлении искрения или запаха не разбирать машину на месте, а заменить ее годной.

Ручные сверлильные пневматические машины по сравнению с электрическими имеют небольшие размеры и массу. Привод этой машины допускает плавное регулирование частоты вращения при нажиме на пусковой курок. При перегрузке машина автоматически останавливается, чем предотвращается поломка сверла, в то время как перегрузка сверлильной электрической машины приводит к перегоранию ее обмотки, т.е. к выходу машины из строя.

Для сверления отверстий в деталях, изготовленных из алюминиевых и магниевых сплавов и мягких сталей, применяют сверлильные пневматические ручные машины с частотой вращения шпинделя до 3500 об/мин, а для сверления отверстий в деталях из легированных сталей – с частотой вращения шпинделя до 1000 об/мин.

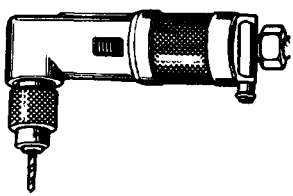


Рис. 196. Ручная электрическая угловая сверлильная машина

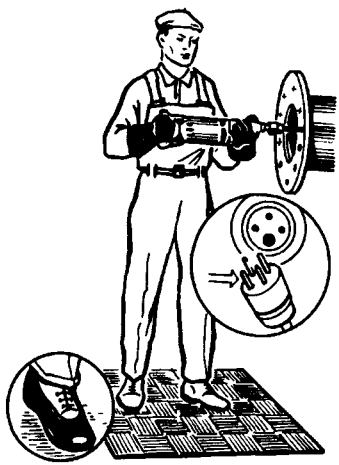


Рис. 197. Средства и меры электробезопасности, применяемые при работе электрической сверлильной машиной

На рис. 198 показана ручная сверлильная пневматическая машина Д-2 массой 1,8 кг, с частотой вращения шпинделя 2500 об/мин при давлении воздуха 5 кгс/см^2 и пневмодвигателем роторного типа. Ротор расположен в статоре эксцентрически и образует при этом серповидную камеру. Сжатый воздух поступает в камеру между ротором и статором и давит на рабочие лопатки, заставляя ротор вращаться.

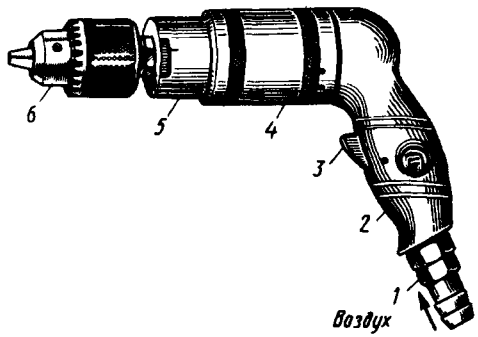


Рис 198 Ручная сверлильная пневматическая машина Д-2
1 – штуцер, *2* – рукоятка, *3* – курок, *4* – корпус пневмодвигателя, *5* – корпус шпинделя, *6* – трехкулачковый патрон

С помощью удлиненных угловых и кондукторных насадок, закрепляемых на корпусе машины, можно производить сверление в труднодоступных местах.

Ручная сверлильная пневматическая машина РС-8 (рис. 199) имеет насадку, расположенную под углом 20°. Корпус *3* этой насадки закрепляют на машине барашком *4*. В трубке *2* насадки размещен шарнирный вал, который вращает цанговую оправку со сверлом *1*.

Устройства для крепления и подвешивания механизированного инструмента. Возможности использования электрических и пневматических сверлильных машин значительно расширяются при условии применения несложных приспособлений.

Сверлильные машины могут быть использованы в качестве сверлильной установки (рис. 200). В этом случае сверлильную машину *2* закрепляют на стойке *4*, снабженной поворотным перемещающимся вверх и вниз столом *1*, на котором закрепляют деталь. Подача на сверло производится рычагом *3*.

При сборочных работах для удобства и облегчения пользования ручные сверлильные электрические машины укрепляют на подвесках, представляющих собой легкие двух- или четырехколесные тележки, установленные на монорельсе над рабочим местом.

Чтобы машина не мешала рабочему в то время, когда он не пользу-

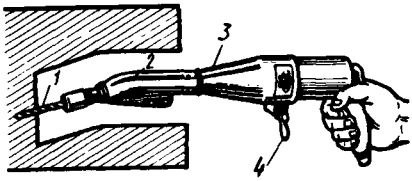


Рис. 199 Пневматическая сверлильная машина РС-8 с угловой насадкой

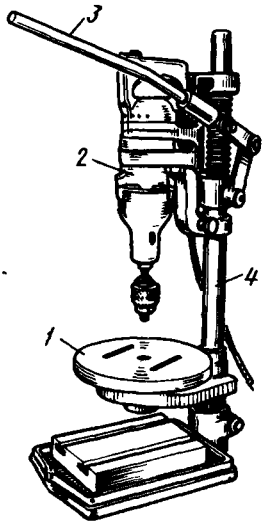


Рис. 200. Сверлильная установка

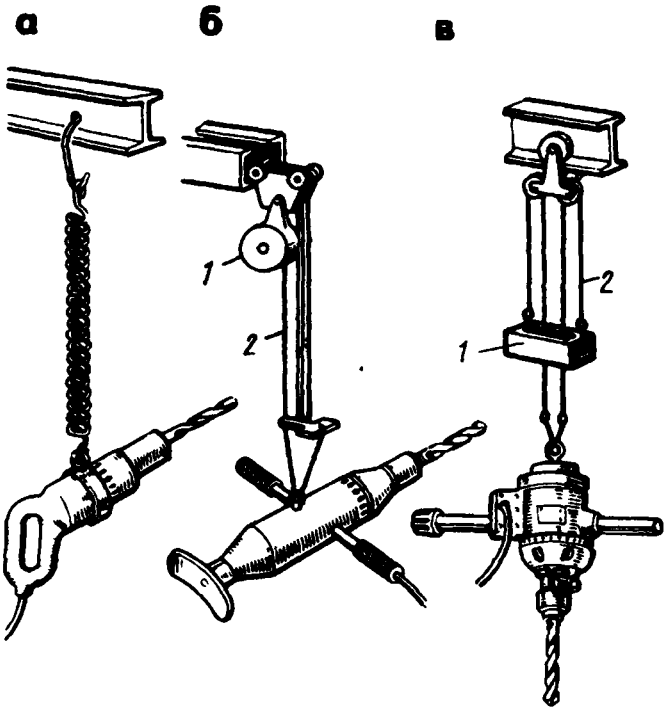


Рис 201. Механизированный инструмент, подвешенный на пружине (*а*) и на тросе с противовесом (*б, в*).
1 – противовес, *2* – трос

ется ею, машину подвешивают на рабочем месте на спиральной пружине (рис. 201, *а*) или на тросе с противовесом (рис. 201, *б, в*).

§ 46. СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Общие сведения. На сверлильных станках могут быть выполнены следующие работы:

сверление сквозных и глухих отверстий (рис. 202, *а*);

рассверливание отверстий (рис. 202, *б*);

зенкерование, позволяющее получить более высокий квалитет и меньшую шероховатость поверхности отверстий по сравнению со сверлением (рис. 202, *в*);

растачивание отверстий, осуществляемое резцом на сверлильном станке (рис. 202, *г*);

зенкование, выполняемое для получения у отверстий цилиндрических и конических углублений и фасок (рис. 202, *д*);

развертывание отверстий, применяемое для получения необходимых точности и шероховатости (рис. 202, *е*);

выглаживание, производимое специальными роликовыми оправками, или развальцовывание, имеющее назначение уплотнения – сглаживания гребешков на поверхности отверстия после развертывания деталей из дюралюминия, электрона и др. (рис. 202, *ж*);

нарезание внутренней резьбы метчиком (рис. 202, *з*);

цекование – подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек (рис. 202, *и*).

Этими видами работ не исчерпываются возможности сверлильных станков, на которых выполняют и другие операции.

Сверлильные станки делятся на три группы – универсальные (общего назначения), специализированные и специальные.

Универсальные сверлильные станки. К универсальным относятся вертикально- и радиально-сверлильные станки. У вертикально-сверлильных станков шпиндель расположен вертикально. Одной из разновидно-

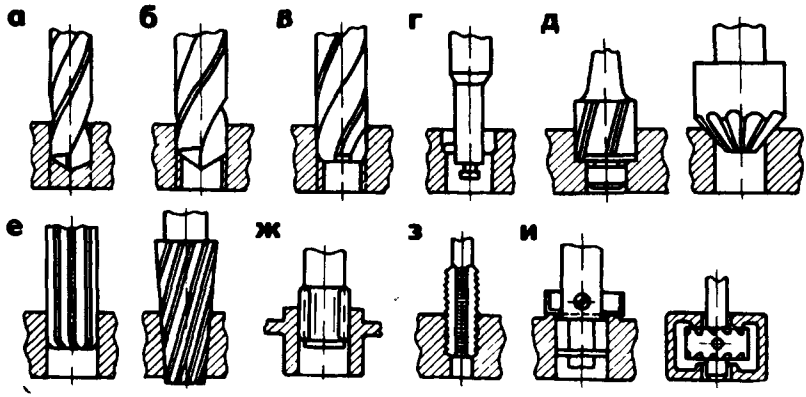


Рис. 202. Работы, выполняемые на сверлильных станках

стей вертикально-сверлильных станков являются настольные вертикально-сверлильные станки.

Настольный вертикально-сверлильный станок 2М112 (рис. 203) предназначен для сверления отверстий диаметром не более 12 мм в небольших деталях. Ручная подача шпинделя осуществляется вращением рукоятки *6*. На переключателе имеются надписи "Влево", "0", "Вправо". Для осуществления правого или левого вращения рычажок барабанного переключателя поворачивают в соответствующее положение.

Универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125Л (рис. 204) рассчитан для работы во вспомогательных и основных цехах машиностроительных заводов и предназначен для свер-

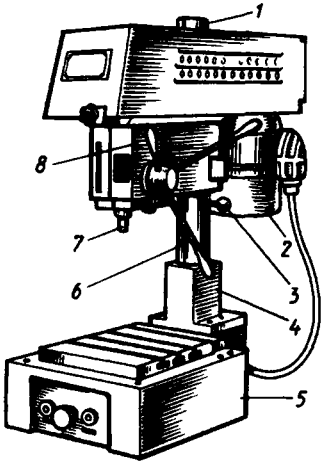


Рис. 203. Настольный вертикально-сверлильный станок 2М112: *1* – колонна, *2* – привод, *3* – механизм подъема шпиндельной бабки и шпинделя, *4* – кронштейн, *5* – стол, *6* – рукоятка ручной подачи, *7* – шпиндель, *8* – шпиндельная бабка

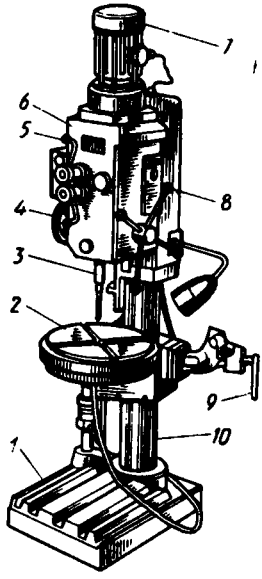


Рис. 204. Универсальный вертикально-сверлильный станок 2Н125Л

ления, рассверливания, а также для нарезания резьб (с ручным управлением реверсирования шпинделя). Основными частями этого станка являются фундаментная плита *1* и установленная на ней колонна *10*. На колонне смонтированы стол *2* и шпиндельная бабка *6*, внутри которой размещены коробка подач и коробка скоростей. Вращение шпинделя *3* осуществляется от электродвигателя *7*, расположенного в верхней части станка.

Ручное перемещение шпинделя производится рукояткой *8*, а переключение его скоростей и изменение подачи – рукоятками *4* и *5*. Стол *2*

поднимается и опускается с помощью рукоятки *9*. Наибольший диаметр сверления – 25 мм.

Радиально-сверлильный станок 2Н55 (рис. 205) предназначен для обработки отверстий главным образом в средних корпусных деталях. На станке можно выполнять сверление в сплошном материале, рассверливание, зенкерование, развертывание и растачивание отверстий, нарезание резьбы метчиками и другие операции. На фундаментной плите *1* станка установлена тумба *2* с неподвижной колонной *3*, на которой надета гильза *4*, способная поворачиваться вокруг колонны на 360°, что позволяет обработать отверстие в любом месте детали без ее перемещения. На гильзе смонтирована траверса *6*, имеющая горизонтальные направляющие, в которых может перемещаться шпиндельная головка *5*. Внутри шпиндельной головки размещены коробка скоростей, коробка передач и узел шпинделя *7*. На передней крышке расположены органы управления. Обрабатываемые заготовки устанавливаются на приставном столе или непосредственно на верхней плоскости фундаментной плиты *1*.

Шпиндель *7* со сверлильной головкой может перемещаться в горизонтальном направлении, а вместе с траверсой *6* и гильзой *3* поворачиваться вокруг оси неподвижной колонны. Эти два движения позволяют устанавливать инструмент по любым координатам. Реверсирование шпинделя осуществляется фрикционной муфтой. Вертикальное перемещение гильзы *4* по колонне – механическое с автоматическим отжимом в начале и зажимом в конце хода.

Сверлильная головка имеет механизм автоматического выключения подачи, срабатывающий по достижении необходимой глубины сверления. Станок снабжен системой предохранительных устройств, исключающих возможность его поломки вследствие перегрузок.

Уход за сверлильными станками. Сверлильные станки работают длительное время с требуемой точностью, производительно и безотказно лишь в том случае, если за ними установлен соответствующий уход.

Перед работой смазывают все трущиеся части станка и заливают масло в масленки.

Во время работы проверяют рукой степень нагрева подшипников. Во избежание несчастного случая перед проверкой электродвигатель выключают и проверку осуществляют при неработающей ременной или зубчатой передаче.

По окончании работы стол станка и его пазы тщательно очищают от грязи и стружки, протирают и смазывают тонким слоем масла.

§ 47. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

Для обеспечения точности при сверлении все детали, за исключением очень тяжелых, прочно закрепляют на столе сверлильного станка. Для установки и закрепления обрабатываемых деталей на столе сверлильного станка применяют различные приспособления, наиболее распространенными из которых являются прихваты с болтами, машинные тиски (вин-

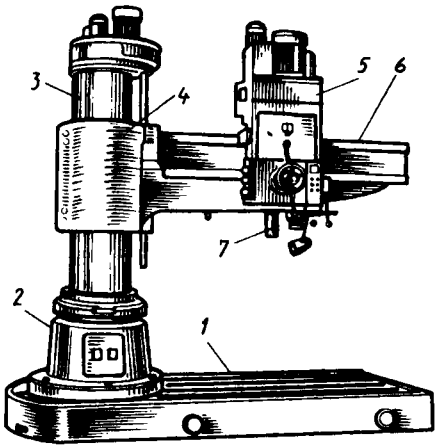


Рис. 205. Радиально-сверлильный станок 2Н55

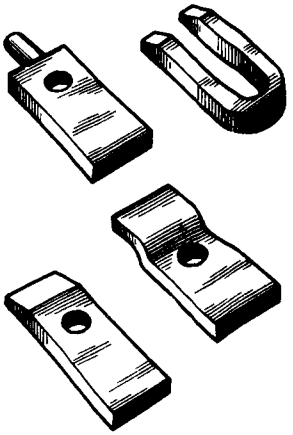


Рис. 206 Крепежные прихваты

товые, эксцентриковые и пневматические), призмы, опоры, угольники, кондукторы, специальные приспособления и др.

Крепежные прихваты применяют четырех видов – пальцевые, вилкообразные, плиточные и изогнутые (рис. 206). Для надежного крепления небольших деталей достаточно одного прихвата, а для крепления больших деталей требуется два или несколько прихватов.

Крепежные болты. В столах всех сверлильных станков имеются Т-образные пазы, в которые вставляют болты для крепления приспособлений (рис. 207).

При различных работах применяют болты разных видов. Для обычного крепления применяют болты *2* с квадратной головкой, которые вставляют с конца Т-образного паза. Болты с Т-образной головкой можно вставить в любое место паза, а затем повернуть на 90°. Этот вид болтов особенно удобен, когда необходимо закрепить внутреннюю часть детали *1*, которую в противном случае пришлось бы поднять над болтом. Иногда предпочитают применять Т-образную головку *4* с нарезанным отверстием, потому что, вывернув шпильку *3*, можно легко передвинуть головку *5* на нужное место.

Набор нескольких таких головок и шпилек различной длины избавляют от необходимости иметь набор различных видов болтов разных диаметров.

Угольники применяют для крепления таких заготовок, которые нельзя установить для обработки отверстий на столе станка, в тисках и других устройствах. Угольники бывают простыми и универсальными.

Простые угольники (рис. 208) имеют обычно две точно обработанные полки, одна из которых служит для установки на стол станка, а другая – для установки и крепления детали.

Универсальные угольники используют для установки

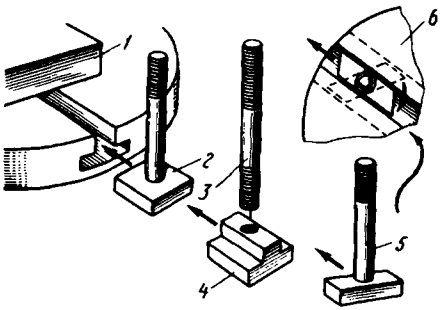


Рис. 207. Крепежные болты:
1 – деталь, *2* – болт с квадратной головкой, *3* – шпилька, *4* – Т-образная головка шпильки, *5* – болт с Т-образной головкой, *6* – вид сверху на болт с Т-образной головкой в Т-образном пазу стола

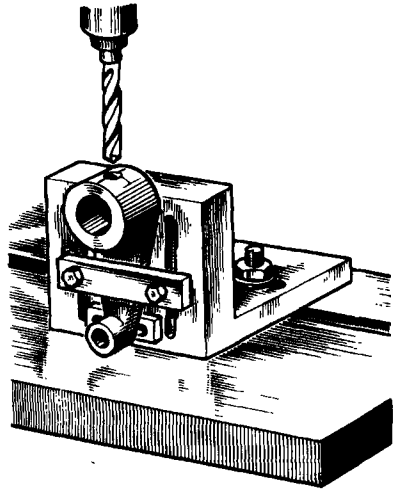


Рис. 208. Простой угольник

разнообразных заготовок под различными углами к столу станка. Обе полки универсального угольника соединены между собой шарнирной осью и могут устанавливаться под любым углом одна к другой. Заготовку крепят к установочной поверхности угольника с помощью прижимных планок, накладок и болтов, вставляемых в Т-образные пазы отверстия или прорези.

Ступенчатые опоры ("пирамиды") *2* (рис. 209) различных конструкций имеют разное число ступеней. Упоры *1* под наружные концы прихватов могут быть сделаны из обрезков металла или твердой древесины. Если применяется деревянный упор, он должен иметь достаточное поперечное сечение для обеспечения необходимой жесткости. Упор ставят так, чтобы давление прихвата передавалось на срез, перпендикулярный волокнам древесины.

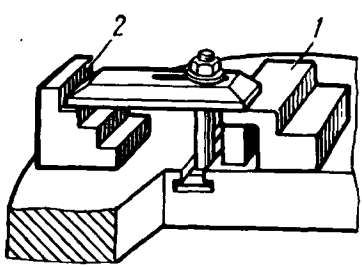


Рис. 209. Ступенчатые опоры

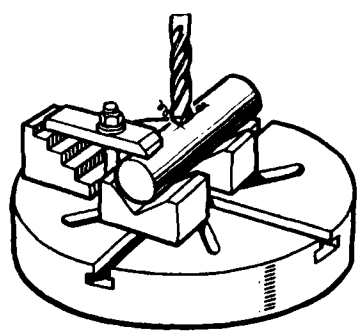


Рис. 210. Установка и закрепление валика на призмах с помощью одного упора

Призмы. На рис. 210 показаны установка и закрепление валика на призмах с помощью одного упора. В зависимости от условий работы установка может меняться, но обрабатываемая деталь всегда должна крепиться прочно.

На рис. 211, *а, б* показаны способы крепления деталей при сверлении с помощью **ручных тисков и прижимов.**

Прихваты с болтами. В Т-образные канавки стола *2* (рис. 212) сверлильного станка или плиты станка устанавливают зажимные болты *1* с четырехугольной головкой. На болт надевают прижимную планку *6*, которая одной стороной ложится на край закрепляемой заготовки *7*, а другой – на упор *3*. Гайка *5*, упирающаяся в шайбу *4*, прижимает заготовку с помощью прижимной планки к верхней плоскости стола. Прихваты бывают разных форм и размеров.

Машинные тиски наиболее часто используют для крепления небольших деталей. Они могут быть поворотными и неповоротными различных типов и размеров. Размеры тисков определяют шириной губок и предельным расстоянием между ними.

Машинные поворотные тиски (рис. 213, *а*) просты по устройству и удобны в работе. Они состоят из основания *1*, привертываемого к столу станка болтами, неподвижной губки *2* и подвижной губки *4*, каленых планок *3* между губками *2* и *4*, ходового винта *5*, направляющих *6*, прижимных планок *7*.

Машинные неповоротные тиски (рис. 213, *б*) состоят из основания *14*, привертываемого к столу станка болтами *13* и выполненного заодно с неподвижной губкой *12*, подвижной губки *10*, прижимных планок *11*, винта *9* и упора *15*. Винт с помощью рукоятки *8* ввертывается или вывертывается из гайки, укрепленной или нарезанной в теле подвижной губки.

Перед тем как установить деталь в тисках, стол станка тщательно протирают. Затем протирают и слегка смазывают маслом поверхность

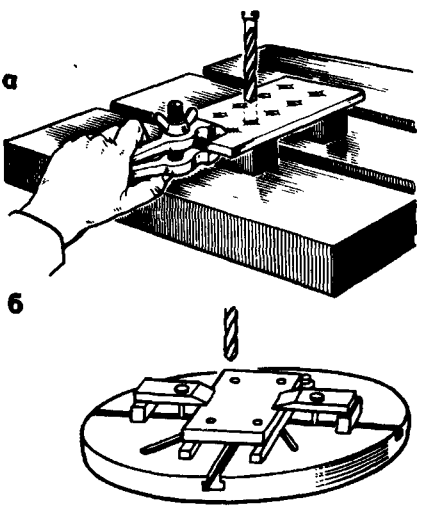
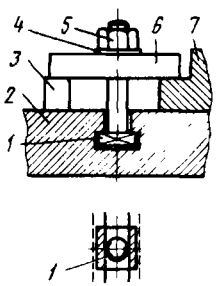


Рис. 211. Крепление деталей при сверлении:
а – с помощью тисков, *б* – прижимами

Рис. 212. Прихват с болтами



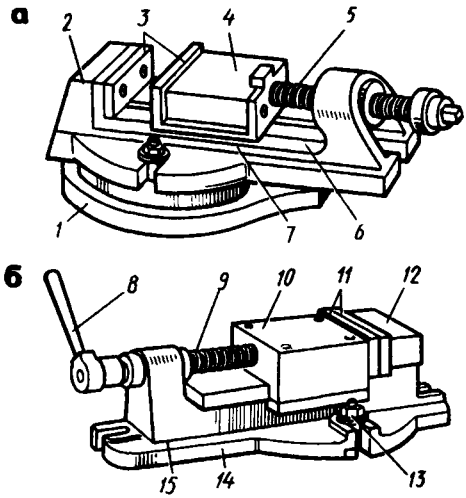


Рис. 213. Машинные поворотные (*а*) и неповоротные (*б*) тиски

основания тисков, которая соприкасается со станком. Тиски устанавливают посередине стола, разводят губки на ширину зажимаемой детали, протирают их, дно тисков и прижимные планки, а деталь устанавливают на подкладки и затем прижимают ее к неподвижной губке. Планки по высоте выбирают так, чтобы обрабатываемая деталь выступала над поверхностью губок на 6...10 мм.

Подкладки под деталь, в которой надо сверлить отверстие, должны иметь параллельные плоскости. В противном случае из-за наклона детали сверло будет уводить в сторону "низины". Если подкладка неровная и шатается, появляется опасность перекоса сверла, т.е. отверстие сместится в сторону, перекосится. Также возможна поломка сверла из-за захвата им детали или поломка детали, если она тонкая (захват ее сверлом от перекоса).

После установки детали в тиски ее легкими ударами молотком осаживают, проверяют, насколько плотно она прилегла к подкладке, и еще раз зажимают винтом.

Для механизированного зажима деталей применяют пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и электромеханические приводы. Широко используют **универсальные столы с приставными гидравлическими зажимами.** Одно из таких приспособлений показано на рис. 214, *а*.

Применение вместо машинных тисков **электромагнитных плит** (рис. 214, *б*) значительно ускоряет закрепление деталей, а следовательно, повышает производительность труда. Электромагнитные плиты обеспечивают притяжение 500 кПа (5кгс/см^2); выпрямленное напряжение питания – 36 В.

Кондукторы. При больших партиях одинаковых деталей и требу-

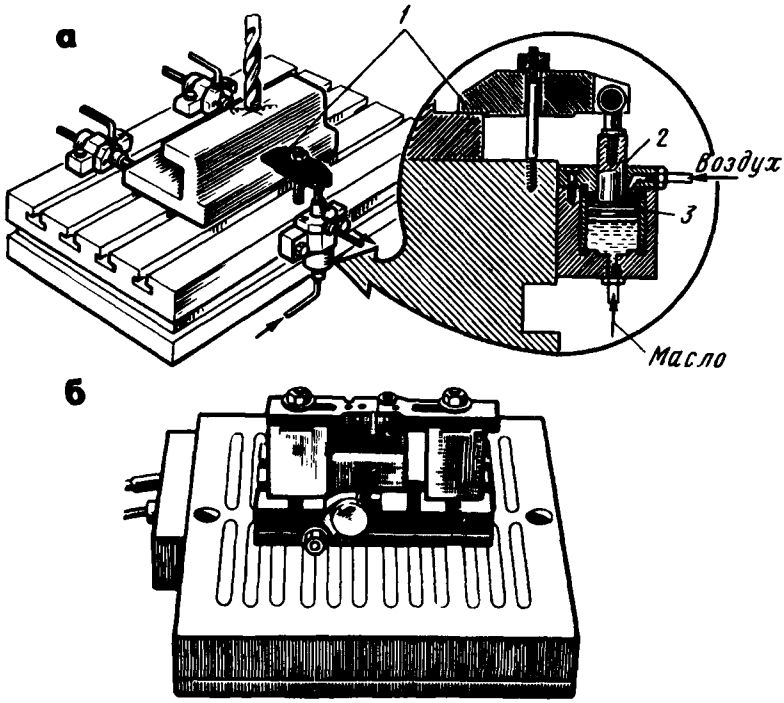


Рис. 214. Крепление деталей:
а – гидравлическими зажимами, *б* – на электромагнитной плите; *1* – прижим, *2* – шток, *3* – уплотнительное кольцо

емой высокой точности отверстия сверление производят без разметки – в кондукторах.

Способ сверления отверстий по кондуктору значительно точнее и производительнее, чем при разметке, так как исключаются процессы разметки и выверки при установке и креплении детали. Кондукторы в зависимости от формы деталей бывают закрытыми (коробчатыми), накладными и др.

Коробчатый кондуктор показан на рис. 215. Обрабатываемую деталь закладывают в тщательно очищенный внутри кондуктор, закрывают крышкой *4* и зажимают винтами *1*. Сверло *2* входит в направляющие втулки *3* и сверлит отверстие в детали *5*.

На рис. 216 показана конструкция накладного кондуктора. Обрабатываемую деталь *5* устанавливают на основание *6* кондуктора. Крышку *1* кондуктора накладывают на деталь и прижимают к ней винтами *3*. Затем в кондукторную втулку *2* вводят сверло *4* и сверлят отверстие.

Универсально-сборочные приспособления. Инженерами-конструкторами В.С. Кузнецовым и В.А. Пономаревым разработаны универсально-сборочные приспособления (УСП), которые используют для выполнения

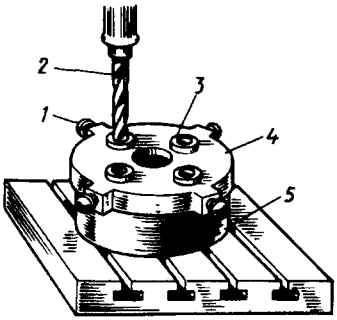


Рис. 215. Коробчатый кондуктор

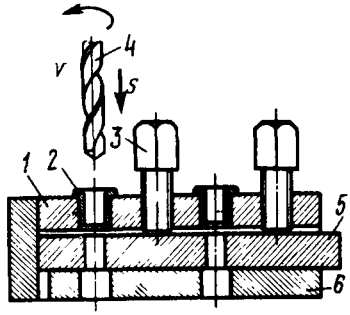


Рис. 216. Накладной кондуктор

различных слесарных работ. Сущность системы универсально-сборочных приспособлений заключается в том, что из отдельных нормализованных элементов собирают необходимое приспособление, например зажимное для закрепления деталей при сверлении, опиливании и т. д. После выполнения той или иной операции приспособление разбирают на составные элементы и в новой компоновке они могут быть использованы для сборки другого приспособления, совершенно отличного от предыдущего.

Описываемая система УСП основана на полной взаимозаменяемости элементов этих приспособлений. Простота конструкции сборных элементов обеспечивает высокую производительность труда.

В комплект УСП входят следующие восемь групп нормализованных элементов:

базовые плиты (рис. 217, *а*) размером 120×180 и 370×720 мм, на рабочей поверхности которых имеются прямоугольные канавки, Т-образные пазы, а также круглые плиты ⌀ 320 и 440 мм, имеющие на рабочей поверхности радиальные и Т-образные пазы;

установочные детали — шпонки, пальцы, диски и т. д., служащие для фиксации нормализованных элементов при соединении;

опорные детали — подкладки, угольники с различными пазами, предназначенные для установки и соединения технологических баз;

направляющие детали (рис. 217, *б*), предназначенные для точного направления инструмента, кондукторные втулки и т. п.;

прижимные детали, имеющие самые различные конструктивные формы (прихваты);

крепежные детали — болты, гайки, винты, шайбы, шпильки и т. д. — для соединения деталей (рис. 217, *в*);

нормализованные детали;

нормализованные сборочные единицы (узлы).

Наличие указанных деталей позволяет собрать до 150 различных приспособлений. УСП в сборе показано на рис. 217, *г*. Его основанием служит плита *1*; на ней крепят две опоры *2*, на которых устанавливают направляющие планки *3* для планок *4* и *5*, несущих кондукторные втулки *7*. Опоры *2*, планки *3* и кондукторные планки *4* и *5* прижимают к ос-

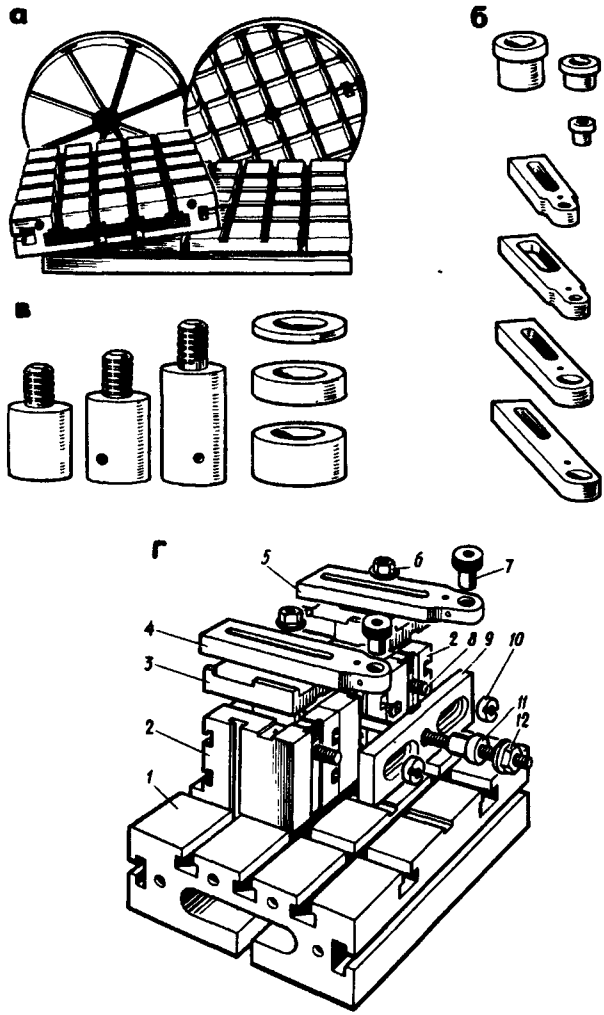


Рис. 217. Универсально-сборочное приспособление:
а – базовые плиты, *б* – направляющие детали, *в* – втулки и крепежные детали, *г* – приспособление в сборе

нованию *1* гайками *6*. В планки *4* и *5* вставляют кондукторные втулки нужного размера.

К боковой поверхности *2* болтами *8* и гайками *10* присоединяют планку *9*. В центральное отверстие последней входит втулка *11*, наружная цилиндрическая поверхность которой используется для центрирования обрабатываемой заготовки, надеваемой на поверхность своим посадочным отверстием. Втулку закрепляют в рабочем положении гайкой *12*.

Использование УСП дает большую экономию времени и материальных средств.

Сверление по кондуктору (рис. 218). После предварительной очистки стола станка и кондуктора от грязи и стружек сверло необходимого размера устанавливают в шпиндель станка. Кондуктор устанавливают на стол станка так, чтобы его опорное основание плотно прилегало к поверхности стола.

Левой рукой удерживают кондуктор *1*, а правой плавно подводят сверло через направляющую втулку к детали *2* так, чтобы оно точно входило во втулку. Не следует сильно нажимать на сверло рукояткой управления во избежание его поломки.

При сверлении глубокого отверстия периодически выводят сверло из отверстия и удаляют стружку из канавок сверла.

Сверление по шаблону (рис. 219) применяют при необходимости просверлить в небольшой партии деталей несколько отверстий. Шаблон представляет собой стальную пластину, в которой имеются отверстия, соответствующие форме детали.

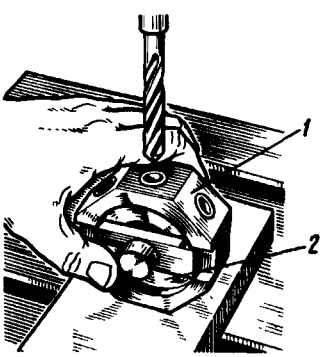


Рис. 218. Сверление по кондуктору

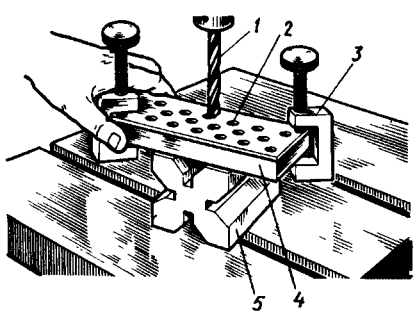


Рис. 219. Сверление по шаблону: *1* – сверло, *2* – шаблон, *3* – струбцина, *4* – заготовка, *5* – призма

При сверлении плоских, тонких деталей одинаковой формы их собирают в пачку, накладывают на шаблон и плотно стягивают струбцинами.

После подготовки (протирки стола станка, шаблона, детали) шаблон укладывают на деталь и прочно закрепляют струбцинами.

В целях предупреждения порчи стола деталь с шаблоном устанавливают на призму. Сверление осуществляют небольшой и плавной подачей; при выходе сверла из отверстия ослабляют нажим и уменьшают подачу. Это особенно важно при проходе сверлом каждого листа, когда возникают дополнительные усилия, которые могут привести к поломке сверла.

Крепление сверл, разверток, зенкеров и зенковок на сверлильных станках в зависимости от формы хвостовика осуществляют тремя способами — непосредственно в коническом отверстии шпинделя, в переходных конических втулках и в сверлильном патроне.

Крепление сверла непосредственно в коническом отверстии шпинделя (рис. 220, *а*). Конические хвостовики сверл, разверток, зенкеров и т. д., а также конические отверстия в шпинделях сверлильных и других станков изготовляют по системе Морзе. Конусы Морзе имеют номера 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6; каждому номеру соответствуют определенные размеры конуса. В коническом отверстии шпинделя конический хвостовик удерживается силой трения, возникающей между коническими поверхностями. Лапка хвостовика входит в паз шпинделя и предохраняет хвостовик от проворачивания.

Крепление сверла в переходной конической втулке производят в тех случаях, когда конус хвостовика инструмента меньше конуса отверстия шпинделя. Переходные конические втулки (рис. 220, *б*) бывают короткими и длинными. Номера переходных втулок выбирают по размерам конусов режущих инструментов. На рис. 220, *в* показано крепление инструмента с помощью переходной втулки. Втулку со сверлом вставляют в отверстие шпинделя станка.

Рационализаторы Ю.М. Орлов и Ю.В. Козловский предложили и изготовили переходные втулки из пружинной проволоки ∅ 2,5 мм (рис. 220, *г*). Проволоку навивают на специальную оправку, затем на-

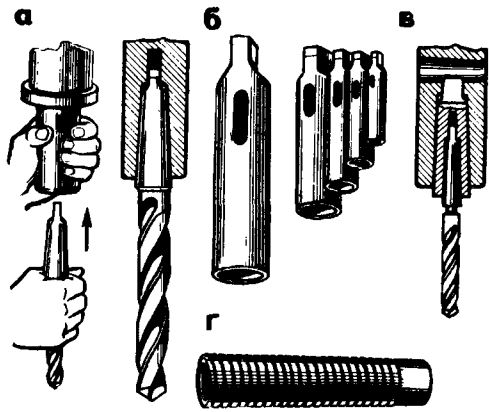


Рис. 220. Крепление инструмента непосредственно в шпинделе станка (*а*), переходные конические втулки (*б*) и крепление инструмента с их помощью (*в*), переходная втулка из пружинной проволоки (*г*)

ружную поверхность шлифуют на круглошлифовальном станке. С верхней стороны во втулку вставляют пробку, служащую для выколотки инструмента. Пружинная втулка легче и дешевле в изготовлении, чем стандартные втулки. Она не проворачивается, что предохраняет от задиров. Втулку применяют на сверлильных и токарных станках.

Удаление инструмента из конического отверстия шпинделя станка осуществляют с помощью клина (рис. 221, *а*) через прорезь.

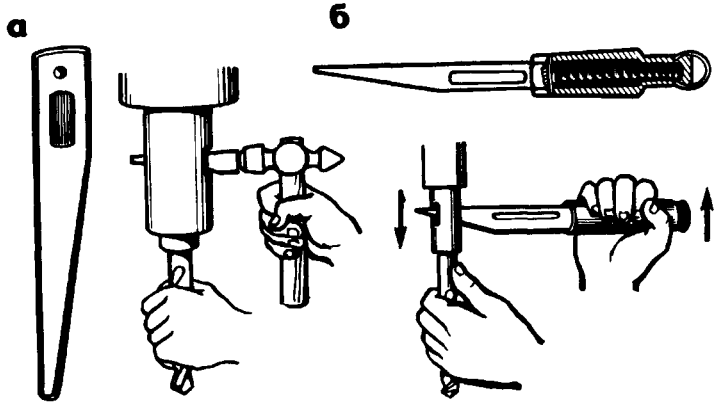


Рис. 221. Удаление инструмента из шпинделя клином (*а*) и безопасным клином (*б*)

На рис. 221, *б* показан безопасный клин с пружиной, применяемый без молотка.

Приспособление для удаления сверл или переходных втулок из шпинделя сверлильного станка состоит из массивной пустотелой рукоятки и находящегося в ней подвижного бойка с клином, подпружиненным пружиной. Для извлечения сверла или переходной втулки из шпинделя клин приспособления вставляют в паз шпинделя, а рукоятку резко перемещают. При этом пружина сжимается и донышко рукоятки ударяет по бойку клина. Усилие, необходимое для сжатия пружины, незначительно, так как предназначено только для перемещения рукоятки в исходное положение.

Крепление сверла в патроне. Сверла с цилиндрическим хвостовиком крепят также в сверлильных патронах, основные типы которых приведены ниже.

На рис. 222, *а* изображен трехкулачковый сверлильный патрон, в котором инструменты с цилиндрическим хвостови-

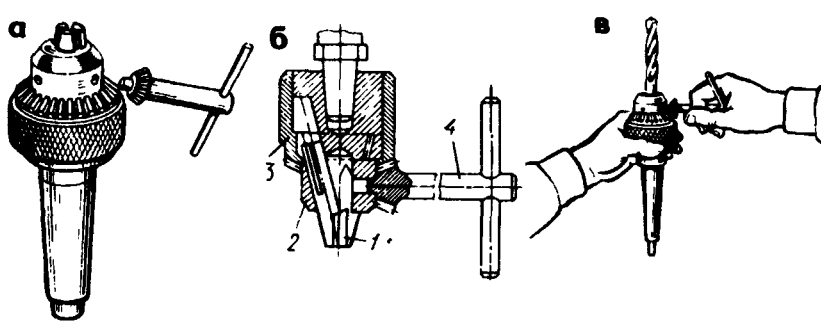


Рис. 222. Трехкулачковый сверлильный патрон для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком (*а, б*) и закрепление сверла (*в*)

ком закрепляются ключом. Внутри корпуса патрона (рис. 222, *б*) расположены наклонно три кулачка *1*, имеющие резьбу, связывающую их с гайкой *2*. Обойма *3* вращается специальным ключом *4*, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении обоймы по часовой стрелке вращается также гайка. Зажимные кулачки, опускаясь вниз, постепенно сходятся и зажимают цилиндрический хвостовик сверла или другого инструмента (рис. 222, *в*). При вращении обоймы в обратном направлении кулачки, поднимаясь вверх, расходятся и освобождают зажатый инструмент.

На рис. 223, *а, б* показан самоцентрирующий трехкулачковый патрон для закрепления сверл ⌀ 2...12 мм с цилиндрическим хвостовиком. На резьбовую часть хвостовика *1* навинчена втулка *2* с наружной резьбой, на которую навернут корпус *5* патрона, имеющий внутренний конус. При повороте корпуса по часовой стрелке три кулачка *4*, прижатые к нему пружинами *3*, сходятся и зажимают сверло.

Трехкулачковый патрон с наклонно расположенными кулачками (рис. 224) обеспечивает точное и надежное закрепление сверла. Обойма *3* прочно насажена на гайку *2*, на внутреннем конусе которой имеется резьба, а на торце — конические зубья. В пазах корпуса патрона находятся три расположенных наклонно кулачка *1*; на внешних их сторонах тоже нарезана резьба, которая соединена с резьбой гайки *2*. При повороте обоймы специальным ключом, имеющим на конце конические зубья и вставляемым в отверстие *4*, кулачки сходятся или расходятся, зажимая или освобождая сверло.

Патроны с наклонными кулачками выпускаются трех типоразмеров — ПС-3, ПС-6, ПС-9 (число в марке указывает наибольший диаметр зажимаемого патроном сверла).

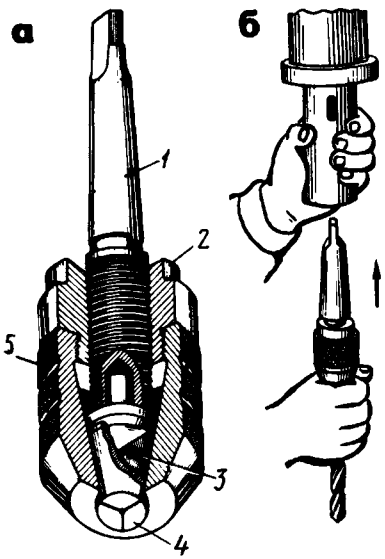
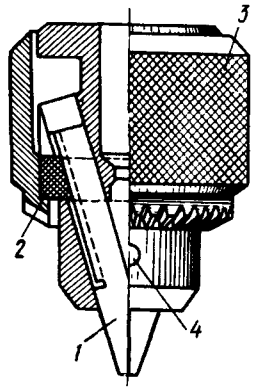


Рис. 223. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон: *а* — устройство, *б* — установка

Рис. 224. Трехкулачковый патрон с наклонно расположенными кулачками



Цанговый патрон (рис. 225) используют для зажима сверл небольшого диаметра с цилиндрическим хвостовиком в сверлильных станках. Цанговые патроны обеспечивают надежное и точное закрепление инструмента. Корпус *2* цангового патрона имеет хвостовик *1* для закрепления в конусе шпинделя станка и резьбовую часть *3*, на которую навинчена гайка *6*, имеющая на боковой стороне лыски для гаечного

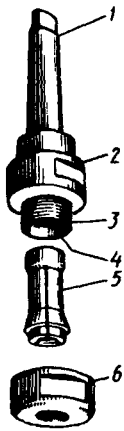


Рис. 225. Цанговый патрон

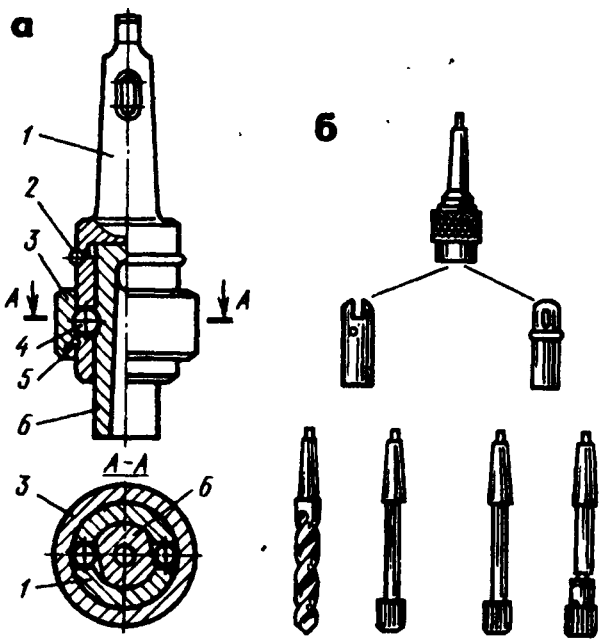


Рис. 226. Быстросменный патрон (*а*) и схема смены инструмента (*б*)

ключа. Зажимную цангу *5* устанавливают в коническое отверстие *4*. При навинчивании гайки *6* на резьбовую часть *3* цанга сжимается и закрепляет хвостовик сверла.

Быстросменные патроны. При обработке деталей, в которых необходимо последовательно выполнять сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и т. д., приходится часто менять режущий инструмент, на что затрачивается много времени. Для сокращения времени на смену инструмента применяют быстросменные патроны. Известны быстросменные патроны с ведущими шариками и поводковые. На рис. 226, *а* показан быстросменный патрон с ведущими шариками, применяемый для легких работ. Конструктивно он прост и допускает смену инструмента без остановки шпинделя станка. Корпус патрона закрепляют хвостовиком *1* в шпинделе станка. В цилиндрическом отверстии корпуса расположена сменная втулка *6* с гнездом для инструмента. Вращательное движение от корпуса патрона втулке передают два шарика *4*, находящиеся в поперечных гнездах корпуса. Для замены втулки *6* с режущим инструментом приостанавливают вращение обоймы *3*, взяв ее за рифленую поверхность, и поднимают обойму вверх до упора в пружинное кольцо *2*, заложенное в паз корпуса. Перемещение обоймы *3* вниз ограничено вторым пружинным кольцом *5*. Схема смены инструмента в патроне показана на рис. 226, *б*.

§ 49. РЕЖИМ СВЕРЛЕНИЯ (РЕЗАНИЯ)

Для сверления обрабатываемую заготовку (деталь) неподвижно закрепляют в приспособлении, а сверлу сообщают два одновременных движения (рис. 227, *а*) — вращательное по стрелке *1*, которое называется главным (рабочим) движением или движением резания (обозначается буквой *V*), и поступательное *2*, направленное вдоль оси сверла, которое называется движением подачи (обозначается буквой *s*).

При сверлении под влиянием силы резания происходит отделение частиц металла и образование элементов стружки.

Скорость резания, подача и глубина составляют режим резания.

Скорость резания — это путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси инструмента точкой режущей кромки в единицу времени.

Если известны частота вращения сверла и его диаметр, то скорость резания (м/мин) подсчитывают по формуле $V = \pi Dn/1000$*, где π — постоянное число, равное 3,14; D — диаметр сверла, мм; n — частота вращения сверла, об/мин.

Скорость резания зависит от обрабатываемого материала, диаметра, материала сверла и формы его заточки, подачи, глубины резания и охлаждения. Однако надо помнить общее правило: чем тверже материал,

*Так как диаметр отверстия выражается в миллиметрах, а скорость резания — в метрах в минуту, то произведение πD необходимо разделить на 1000.

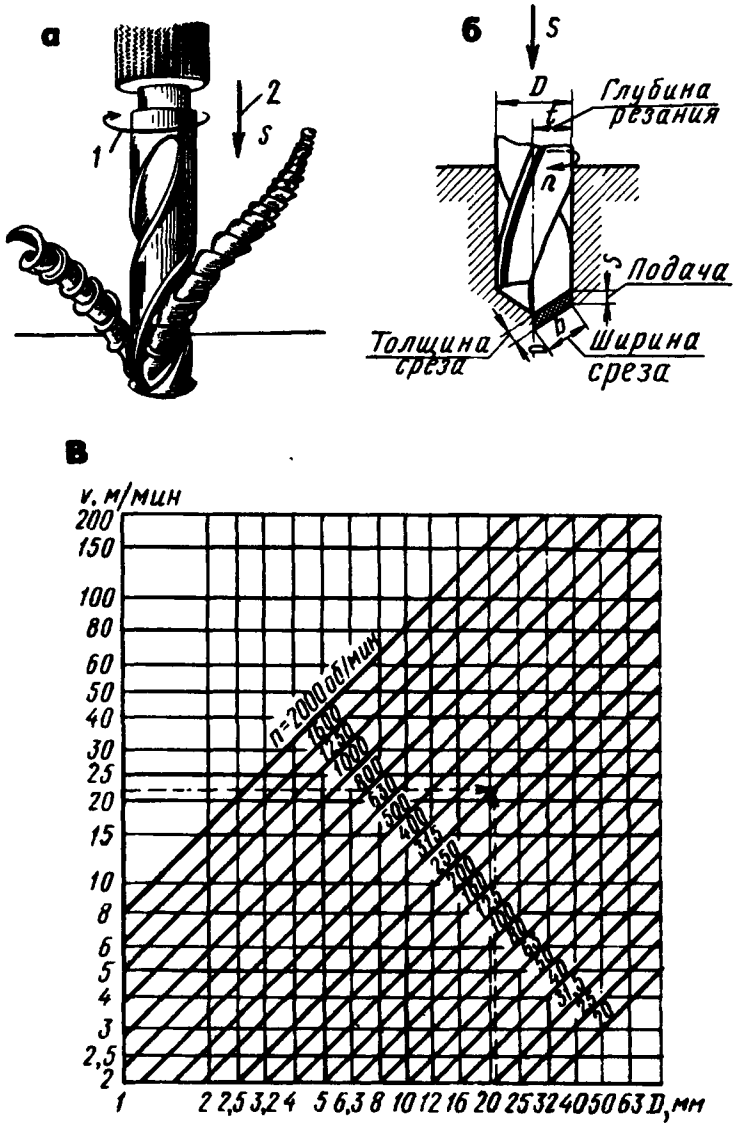


Рис. 227. Движение инструмента при сверлении (*а*), элементы резания (*б*) и график для определения частоты вращения инструмента по заданным скорости резания V и диаметру D сверла (*в*)

подлежащий сверлению, и больше диаметр сверла, тем меньше скорость резания.

Если известны диаметр сверла и скорость резания, то частоту вращения инструмента n (об/мин) можно определить по формуле $n = 1000V/(\pi D)$.

2. Рекомендуемые значения подач и скоростей резания при сверлении (работа с охлаждением)

Сверло		Подача S, мм/об	Скорость резания V, м/мин, при обработке		
Материал	Диаметр, мм		стали	чугуна	латуни
Углеродистая сталь	От 5 до 20	0,15...0,2	8...12	8...10	10...13
	Свыше 10 до 20	0,15...0,25	10...13	10...13	13...15
	Свыше 20	0,05...0,15	10...13	10...13	13...16
Быстрорежущая сталь	От 5 до 10	0,15...0,2	20...30	20...25	25...30
	Свыше 10 до 20	0,15...0,25	25...35	25...35	30...40
	Свыше 20	0,05...0,15	30...35	30...35	35...40

Примечание. В таблице приведены скорости резания обработки материалов средней твердости. Для твердых сталей необходимо табличные данные уменьшить на 15...20 %, для мягких – увеличить на 15...20 %. Для твердосплавных инструментов можно скорость резания брать в 3...4 раза бóльшую, чем для инструмента из быстрорежущей стали.

Подача S (рис. 227, *б*) – это перемещение сверла вдоль оси за один его оборот или за один оборот заготовки (если вращается заготовка, а сверло движется поступательно). Она выражается в миллиметрах на оборот (мм/об). Правильный выбор подачи имеет большое значение для увеличения стойкости инструмента. Всегда выгоднее работать с большой подачей и меньшей скоростью резания – в этом случае сверло изнашивается медленнее.

Глубина резания t – это расстояние от обработанной поверхности до оси сверла (т.е. радиус сверла). Глубину резания (мм) определяют по формуле $t = D/2$.

При рассверливании глубина резания t (мм) определяется как половина разности между диаметром D сверла и диаметром d ранее обработанного отверстия, т.е. $t = (D - d)/2$.

При выборе режимов резания в первую очередь подбирают наибольшую подачу в зависимости от качества обрабатываемой поверхности, прочности сверла и станка и других факторов (по таблицам, приводимым в справочниках) и корректируют по кинематическим данным станка (берется ближайшая меньшая), а затем устанавливают такую скорость резания, при которой стойкость инструмента между переточками будет наибольшей.

Режимы сверления в зависимости от диаметров отверстия обрабатываемого материала, материала сверла и других факторов приведены в справочниках или специальных таблицах (табл. 2).

Для определения частоты вращения шпинделя по заданной скорости V и диаметру D сверла можно использовать график (рис. 227, *в*). Из точки, соответствующей принятой скорости резания, провести горизонтальную линию, а из точки, соответствующей выбранному диаметру сверла, – вертикальную. По точке пересечения указанных линий определить ближайшую рекомендуемую частоту вращения из имеющихся на данном станке.

В нашем примере при диаметре сверла $D = 20$ мм и скорости резания $V = 20$ м/мин необходимо работать с частотой вращения сверла $n = 315$ об/мин.

§ 50. СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

При сверлении различают сквозные, глухие и неполные отверстия. Высококачественное отверстие обеспечивается правильным выбором приемов сверления, а также правильными расположением сверла относительно обрабатываемой поверхности и совмещением оси сверла с центром (осью) будущего отверстия.

Подготовка и наладка станка. Перед началом работы на сверлильном станке необходимо прежде всего проверить исправность его заземления, протереть стол, отверстие шпинделя, проверить наличие ограждения, вращение инструмента (вхолостую), осевое перемещение шпинделя, работу механизма подачи, закрепление стола.

Подготовка станка к работе заключается в установке и закреплении

режущего инструмента и заготовки, а также в определении режима резания — скорости и подачи. Сверло выбирают в соответствии с заданным диаметром отверстия и в зависимости от обрабатываемого материала. Выбирая диаметр сверла, следует помнить, что при работе сверлом в результате биения отверстие получается несколько большего размера, чем сверло. Средние значения разбивки отверстия приведены ниже.

Диаметр сверла, мм	5	10	25	50
Диаметр полученного отверстия, мм . . .	5,03	10,12	25,2	50,28

Точность сверления в отдельных случаях можно повысить тщательным регулированием станка, правильной заточкой сверла или применением кондукторной втулки.

В зависимости от того, какой хвостовик имеет сверло — цилиндрический или конический, подбирают сверлильный патрон или соответствующую переходную втулку, а в зависимости от формы и размеров обрабатываемой детали выбирают то или иное приспособление для закрепления ее при сверлении.

Прежде чем установить патрон или переходную втулку, необходимо протереть как хвостовик, так и отверстие шпинделя. (Запрещается протирание шпинделя при его вращении.)

Сверло вводят в отверстие шпинделя легким толчком руки. При установке сверла в патрон необходимо следить за тем, чтобы хвостовик сверла упирался в дно патрона, иначе при работе сверло может переместиться вдоль своей оси. Затем устанавливают приспособление или деталь на столе станка, предварительно очистив как поверхность стола, так и упорную плоскость приспособления или самой детали.

Если сверлят сквозное отверстие, то во избежание повреждения стола под деталь помещают подкладку (если стол не имеет отверстия) с точными параллельными плоскостями.

Порядок наладки станка на определенные частоту вращения и подачу зависит от конструкции станка. В одних станках это производят путем переброски ремня с одной ступени шкива на другую, в других — переключением с помощью рукояток зубчатых колес в коробках скоростей и подач.

Для повышения стойкости режущего инструмента и получения чистой поверхности отверстия при сверлении металлов и сплавов следует использовать охлаждающие жидкости, которые в зависимости от марки обрабатываемого металла и сплава выбирают по справочникам.

Сверление по разметке. По разметке сверлят одиночные отверстия. Предварительно на деталь (рис. 228, *а*) наносят осевые риски, круговую риску *1*, определяющую контуры будущего отверстия, и контрольную риску *2* диаметром, несколько большим диаметра будущего отверстия; затем кернят углубление в центре отверстия. Керновое отверстие окружности делают глубже, чтобы дать предварительное направление сверлу. Сверление осуществляют в два приема — сначала выполняют пробное сверление, а затем окончательное. Пробным сверлением при ручной подаче получают углубление *3* размером около $^1/_4$ будущего отверстия.

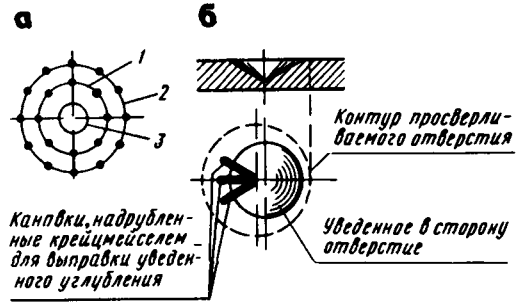


Рис. 228. Сверление по разметке:
а – разметка отверстия, *б* – исправление смещенного отверстия

После этого удаляют стружку и проверяют концентричность лунки и круговой риски *1*. Если контуры углубления *3* (лунки) смещены относительно риски *1* будущего отверстия, то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия, крейцмейселем прорубают две-три канавки. Затем вновь продолжают сверление и, убедившись в его правильности, просверливают окончательно (рис. 228, *б*).

Сверление глухих отверстий на заданную глубину осуществляют по втулочному упору на сверле (рис. 229, *а*) или измерительной линейке, закрепленной на станке (рис. 229, *б*). Для измерения сверло подводят

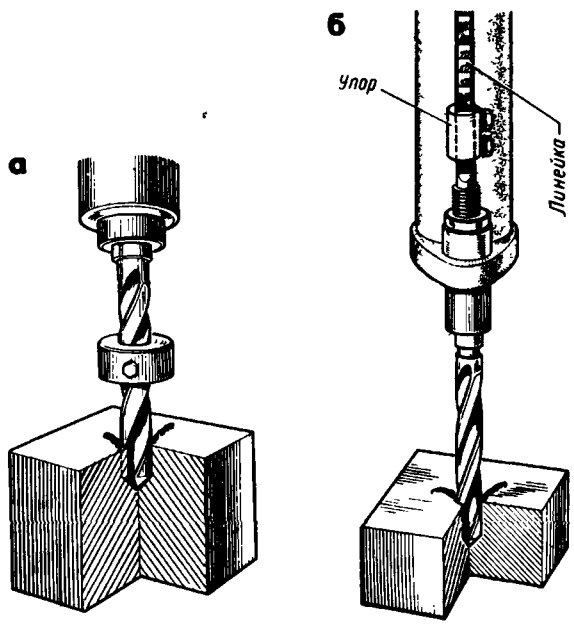


Рис. 229 Сверление глухих отверстий на заданную глубину по втулочному упору (*а*) и измерительной линейке (*б*)

до соприкосновения с поверхностью детали, сверлят на глубину конуса сверла и отмечают по стрелке (указателю) начальное положение на линейке. Затем к этому показателю прибавляют заданную глубину сверления и получают цифру, до которой надо проводить сверление.

Некоторые сверлильные станки на измерительной линейке имеют упор: его нижнюю грань устанавливают на цифре, до которой нужно сверлить, и упор закрепляют винтом.

Многие сверлильные станки имеют механизмы автоматической подачи с лимбами, которые определяют ход сверла на требуемую глубину.

При сверлении глухих отверстий необходимо периодически извлекать сверло из отверстия, очищать последнее от стружки и измерять глубину штангенглубиномером.

Сверление неполных отверстий (полуотверстий). В тех случаях, когда отверстие расположено у края, к обрабатываемой детали приставляют пластину из того же материала, зажимают в тисках и сверлят полное отверстие (рис. 230, *а*); затем пластину убирают.

Сверление сквозного отверстия в угольнике производят после закрепления последнего в тисках на деревянной подкладке (рис. 230, *б*). Вначале выполняют полное засверливание и проверяют отверстие по контрольным окружностям. Обнаружив увод сверла, устраняют его, а затем окончательно просверливают отверстие. После этого перестанавливают угольник для сверления следующего отверстия и т. д.

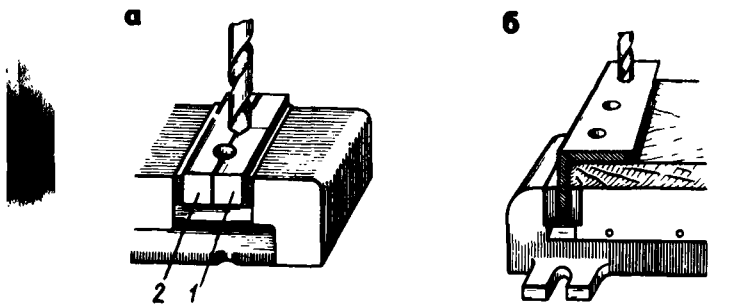


Рис. 230. Сверление неполного отверстия с помощью приставной пластины (*а*) и сквозного отверстия в угольнике (*б*):
1 – деталь, *2* – пластина

Сверление отверстий в плоскостях, расположенных под углом друг к другу (рис. 231, *а*). Чтобы сверло не отклонялось и не ломалось, сначала подготавливают площадку перпендикулярно оси просверливаемого отверстия (фрезеруют или зенкуют), между плоскостями вставляют деревянные вкладыши или подкладки, затем сверлят отверстие обычным путем.

Сверление отверстий на цилиндрической поверхности (рис. 231, *б*). Сначала перпендикулярно оси сверления на цилиндрической поверхности делают площадку, накернивают центр, после чего сверлят отверстие обычным путем.

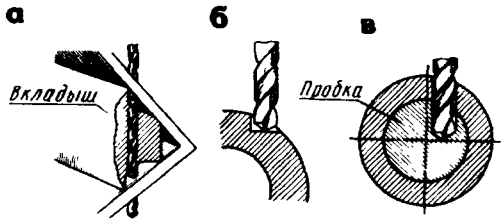


Рис. 231. Сверление отверстий в плоскостях, расположенных под углом друг к другу (*а*), на цилиндрической поверхности (*б*) и в полых деталях (*в*)

Сверление отверстий в полых деталях (рис. 231, *в*). При сверлении полость в детали забивают деревянной пробкой.

Сверление отверстий с уступами можно осуществить двумя способами:

1) сначала отверстие сверлят сверлом наименьшего диаметра, затем его рассверливают на один или два больших диаметра в пределах глубины каждой ступени; сверла меняют по количеству ступеней, последовательно увеличивая их диаметр (рис. 232, *а*);

2) сначала отверстие сверлят сверлом наибольшего диаметра, а затем – сверлами меньших диаметров по числу ступеней (рис. 232, *б*).

При обоих способах сверло не уводит в сторону – оно хорошо центрируется. Измерить глубину сверления легче при втором способе, так как глубиномер упирается в дно отверстия.

Сверление точных отверстий. Для получения точных отверстий сверление осуществляют за два рабочих хода. При первом рабочем ходе сверлят сверлом, диаметр которого на 1...3 мм меньше диаметра отверстия, что исключает вредное воздействие перемычки. После этого отверстие сверлят в размер. Сверло должно быть хорошо заточено.

Для получения более чистых отверстий сверление ведут с малой автоматической подачей при обильном охлаждении и непрерывном отводе стружки.

Сверление *отверстий небольших диаметров* *производят на станках*

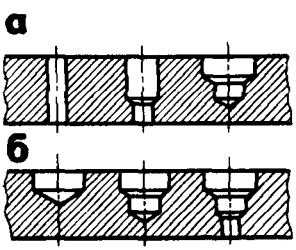


Рис. 232. Сверление отверстий с уступами: *а* – рассверливанием, *б* – с уменьшением диаметра отверстия

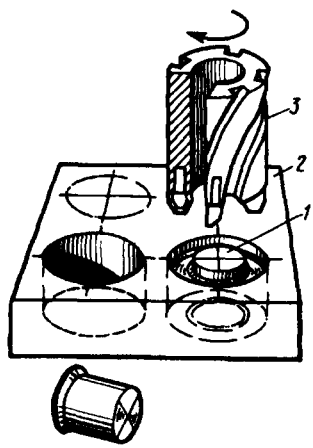


Рис. 233. Кольцевое сверление

повышенной точности с соответствующими подачами, а также ультразвуковым или электроискровым способом.

Сверление отверстий больших диаметров осуществляют рассверливанием просверленных отверстий. Однако отверстия, полученные отливкой, штамповкой и другими подобными методами, рассверливать не рекомендуется, так как сверло сильно уводит в сторону из-за несовпадения центра отверстия с осью сверла.

Кольцевое сверление позволяет на станках получить отверстия ∅ 50 мм и более, не прибегая к рассверливанию. Кольцевое сверление осуществляют с помощью резцовых головок, имеющих полый корпус с закрепленными на нем резцами, расположенными диаметрально и равномерно по окружности. Число резцов четное – от 6 до 12 для головок ∅ 30...150 мм.

При кольцевом сверлении в детали *2* (рис. 233) вырезают резцами *3* канавки, а внутреннюю часть (сердцевину), оставшуюся в отверстии в виде стержня *1*, выламывают. Стержень выламывают обычно не по всей длине отверстия сразу, а частями, по мере углубления головки. Глубина кольцевой выточки, необходимая для выламывания, зависит от диаметра отверстия.

Сверление отверстий в листовом металле. Сверлить отверстие в тонком листовом металле обычными сверлами очень трудно, так как глубина сверления меньше длины заборного конуса – режущие кромки сверла будут цепляться за обрабатываемый материал и рвать его. Отверстия в листовом металле сверлят перовыми сверлами, а чаще всего пробивают на дыропробивных прессах. Большое отверстие получают не сверлением, а вырезанием резцами, закрепленными в оправке (рис. 234). Для этого используют оправку *4* с направляющим стержнем *3* и коническим хвостовиком *5*, в котором закрепляют два (или четыре) резца *2*. Направляющий стержень входит в готовое отверстие и обеспечивает надежное направление. Оправка с резцами, вращаясь и имея подачу, вырезает отверстие в детали *1*.

Сверление глубоких отверстий. Глубоким сверлением называют сверление отверстий на глубину, превышающую диаметр сверла в 5 раз и более. В зависимости от технологии различают сплошное и кольцевое сверление.

Сверление спиральным сверлом осуществляют, надсверливая отверстие коротким сверлом, а затем сверля его нормальным сверлом на полную глубину.

Просверливая глубокое отверстие, периодически выводят из него сверло, не останавливая станок, и удаляют из канавок накопившуюся стружку. Длина сверла должна соответствовать глубине сверления.

Получение глубоких отверстий обработкой спиральными сверлами обеспечивается:

предварительным засверливанием (центро-

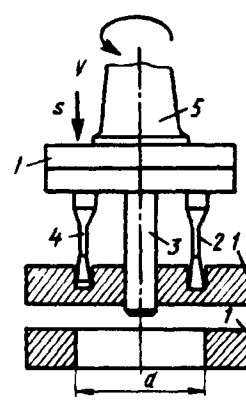


Рис. 234. Вырезание отверстий в листовом металле

ванием) отверстия жестким укороченным сверлом, которое позволит направить более правильно длинное сверло в период врезания в металл;

сверлением отверстия двумя сверлами – сначала коротким, а затем длинным (первое сверление – на глубину до пяти диаметров сверла);

применением направляющих кондукторных втулок;

применением спиральных сверл с внутренним подводом охлаждающей жидкости.

Сверлить отверстия большой глубины с двух сторон не рекомендуется.

§ 51. ОСОБЕННОСТИ СВЕРЛЕНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ И ПЛАСТМАСС

Сверление жаропрочных сталей сопровождается образованием сильно деформированной лентообразной стружки, которая, упираясь в стенки канавок сверла и забивая их, дополнительно деформируется и затрудняет подвод охлаждающей жидкости, что снижает стойкость сверла. Поэтому для сверления этих сталей на задних поверхностях сверла делают стружкоразделительные канавки, расположенные в шахматном порядке.

Сверление жаропрочных сталей осуществляют при обильном охлаждении 5 %-ной эмульсией или водным раствором хлористого бария с добавкой 1 % нитрата натрия.

Сверление легких сплавов требует особого внимания. Широко применяемыми и представляющими сложность при сверлении являются магниевые сплавы МЛ4, МЛ5 и др., а также алюминиевые сплавы.

При сверлении магниевых сплавов на передней поверхности сверла делают фаску с передним углом 5°, шириной 0,2...0,6 мм в зависимости от диаметра (чем больше диаметр сверла, тем шире фаска). При обработке магниевых сплавов не рекомендуются большие скорости, потому что сплавы могут воспламеняться.

Особенности сверл для обработки магниевых сплавов: большие передние углы; малые углы при вершине (24...90°); большие задние углы (15°).

Сверла для обработки алюминиевых сплавов изготовляют с бóльшими углами при вершине (65...70°) и углами наклона винтовых канавок (35...45°), чем у сверл для обработки черных металлов. Задний угол равен 8...10°.

Сверление пластмасс. Изделия из пластмасс (за небольшим исключением) можно обрабатывать всеми видами резания. Однако механическая обработка их имеет особенности, которые необходимо учитывать.

Термореактивные материалы (текстолит, аминопласты, гетинакс, волокнит, фенопласт К18-2 и др.) обрабатывают всухую, без применения охлаждающих жидкостей; охлаждение режущего инструмента осуществляют струей сжатого воздуха.

Термопластичные материалы (капрон, полизтилен, винипласт) допустимо обрабатывать с охлаждением 5 %-ным раствором эмульсола в воде.

Пластические массы режут острозаточенным инструментом. Даже небольшое затупление его резко снижает качество обработки поверхности. Уменьшение подачи также отрицательно влияет на качество обработки, так как нередко приводит к налипанию оплавленного материала (особенно при резании капрона, полизтилена и винипласта).

Для сверления слоистых пластмасс успешно применяются специальные сверла с углом заточки при вершине, равном 70° (рис. 235, *а*). При обработке капрона с небольшими допусками все измерения должны быть выполнены при 20 °С, поскольку тепловое расши-

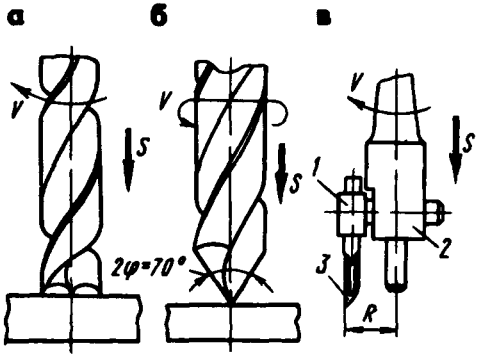


Рис. 235. Инструмент для сверления отверстий в пластмассе (*а*), органическом стекле (*б*) и циркульный резец (*в*)

рение капрона в нескопько раз больше, чем металла. Чтобы выходная сторона при сверлении не крошилась, под нее подкладывают жесткую металлическую опору.

Сверление органического стекла выполняют острыми спиральными сверлами с углом при вершине $2\varphi = 70°$ (рис. 235, *б*). Если необходимо изготовить отверстие большего диаметра (100...150 мм), используют циркульные резцы (рис. 235, *в*). Сверление обычно ведут со скоростью до 50 м/мин и подачей 0,1 мм/об для тонких заготовок и до 0,3 мм/об – для заготовок толщиной свыше 10 мм. Резец *3* (рис. 235, *б*), закрепленный в зажиме *1*, вставляют в оправку *2*, которая своим хвостовиком закрепляется в шпинделе станка. Резец можно установить на различный радиус *R*.

Сверление отверстий в резине. Сверление отверстий в резине обычными спиральными сверлами со специально заточенным углом затруднительно. В.И. Красавцев предложил сверло-лопатку (рис. 236), которое напоминает столярное перовое сверло, но только не имеет центрового направления. Под резину на стол станка кладут кусок фанеры и ведут сверление при большой частоте вращения шпинделя.

Безопасность труда. При работе на сверлильном станке необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

правильно устанавливать, надежно закреплять заготовки на столе станка и не удерживать их руками в процессе обработки;

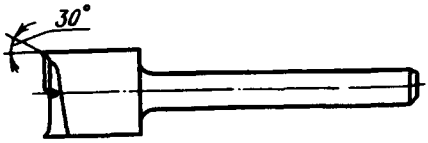


Рис. 236. Сверло-лопатка В.И. Красавцева для сверления отверстий в резине

не оставлять ключа в сверлильном патроне после смены режущего инструмента;

пуск станка производить только при твердой уверенности в безопасности работы:

следить за работой насоса и количеством охлаждающей жидкости, поступающей к месту обработки;

не браться за вращающийся режущий инструмент и шпиндель;

не вынимать рукой сломанных режущих инструментов из отверстия, пользоваться для этого специальными приспособлениями;

не нажимать сильно на рычаг подачи при сверлении заготовок за рабочий ход (особенно сверлами малого диаметра);

при смене патрона или сверла подкладывать деревянную подкладку на стол станка под шпиндель;

для удаления сверлильного патрона, сверла или переходной втулки из шпинделя пользоваться специальным ключом либо клином;

постоянно следить за исправностью режущего инструмента и устройств для крепления заготовок и инструмента;

не передавать и не принимать каких-либо предметов через работающий станок;

не работать на станке в рукавицах;

не опираться на станок во время его работы.

Обязательно останавливать станок в случае:

ухода от него даже на короткое время;

прекращения работы;

обнаружения неисправностей в станке, принадлежностях, приспособлениях и режущем инструменте;

смазывания станка;

установки или смены режущего инструмента, приспособлений, принадлежностей и т. д.;

уборки станка, рабочего места и стружки с инструмента, патрона и заготовки.

Глава XI. ЗЕНКЕРОВАНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

§ 52. ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Общие сведения. Зенкерованием называется процесс обработки зенкерами цилиндрических и конических необработанных отверстий в деталях, полученных литьем, ковкой или штамповкой, либо отверстий, предварительно просверленных с целью увеличения их диаметра, улучшения качества поверхности, повышения точности (уменьшения конусности, овальности).

Зенкерование является либо окончательной обработкой отверстия, либо промежуточной операцией перед развертыванием отверстия, поэтому при зенкеровании оставляют еще небольшие припуски для окончательной отделки отверстия разверткой (так же, как и после сверления оставляют припуск под зенкерование).

Зенкерование обеспечивает точность обработки отверстий в пределах 8...13-го квалитетов, шероховатость обработанной поверхности *Ra* 10...2,5.

Зенкерование – операция более производительная, чем сверление, так как при равных (примерно) скоростях резания подача при зенкеровании допускается в 2,5...3 раза большая, чем при сверлении.

Зенкеры. Инструментом, которым выполняют зенкерование, является зенкер, который, как и сверло, закрепляют в коническом отверстии шпинделя станка. Работает зенкер так же, как и сверло, совершая вращательное движение вокруг оси, а поступательное – вдоль оси отверстия.

По внешнему виду цельный зенкер также напоминает сверло и состоит из тех же основных элементов, но имеет больше режущих кромок (три-четыре) и спиральных канавок. Три-четыре режущие кромки (зенкеры называются соответственно трех- и четырехперыми) лучше центрируют инструмент в отверстии, придают ему бóльшую жесткость, чем обеспечивается получение высокой точности. Зенкер (рис. 237) состоит из рабочей части *2*, шейки *4*, хвостовика *5* и лапки *6*.

Рабочая часть *2*, в свою очередь, состоит из режущей (заборной) *1* и калибрующей *3* частей.

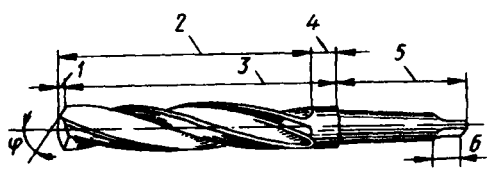


Рис. 237. Основные элементы зенкера

Во время зенкерования режущая часть выполняет основную работу по снятию металла, а направляющая служит для направления зенкера в отверстии, зачистки поверхности, придания отверстию правильной цилиндрической формы и получения требуемого размера отверстия.

Ленточки (фаски) на направляющей части зенкера уменьшают трение и облегчают резание.

Зенкеры имеют переднюю поверхность *1* (рис. 238, *а, б*), режущие кромки *2*, сердцевину *3*, заднюю поверхность *4*, ленточки *5*, а также углы: α – задний, γ – передний, φ – в плане, ω – наклона винтовой канавки, значения которых определяют в зависимости от твердости металлов.

Зенкеры изготовляют из быстрорежущей стали; они бывают двух типов – цельные с коническим хвостовиком и насадные. Первые предназначаются для предварительной, а вторые – для окончательной обработки отверстий.

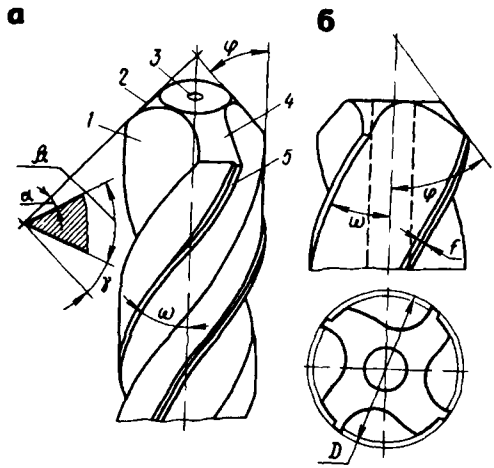


Рис 238 Геометрия зуба зенкера
а – трехперого, *б* – четырехперого

Цельные зенкеры с коническим хвостовиком (рис. 239, *а*) изготовляют ∅ 10...40 мм, длиной рабочей части 80...200 мм и числом зубьев, равным 3.

Насадные зенкеры изготовляют ∅ 32...80 мм, длиной рабочей части 10...18 мм и числом зубьев, равным 4.

Для предварительной и окончательной обработки отверстий в деталях из чугуна и стали изготовляют соответственно цельные зенкеры с коническим хвостовиком и насадные, оснащенные пластинками из твердого сплава (рис. 239, *б*).

Кроме того, изготовляют зенкеры насадные со вставными ножами (рис. 239, *в*), из быстрорежущей стали для предварительной и окончательной обработки отверстий в деталях из чугуна и стали, а также зенкеры со вставными ножами, оснащенными пластинками из твердого сплава (ВК6, ВК8, ВК6М, ВК8В, Т5К10, Т14К8, Т15К6), цельные с коническим хвостовиком, имеющие три-четыре ножа (клина), и насадные, имеющие четыре шесть ножей.

Зенкерование выполняют на сверлильных станках с подачей (в зависимости от диаметра зенкера) по чугуну 0,2...0,35 мм, а по стали – 0,15...0,3 мм и скоростью резания зенкерами с пластинками из сплава ТК, равной 80 м/мин. В качестве охлаждающей жидкости применяют эмульсию.

Для зенкеров со вставными ножами из быстрорежущей стали подачу выбирают в пределах 0,2...0,26 мм, а скорость резания – 11,6...22,5 м/мин в зависимости от диаметра зенкера. В качества охлаждающей жидкости применяют 5 %-ный (по массе) раствор эмульсии в воде.

Насадные зенкеры с напаянными пластинками из твердого сплава (рис. 239, *г*) применяют для обработки отверстий ∅ 34 80 мм. Их изготовляют длиной 40...65 мм с числом

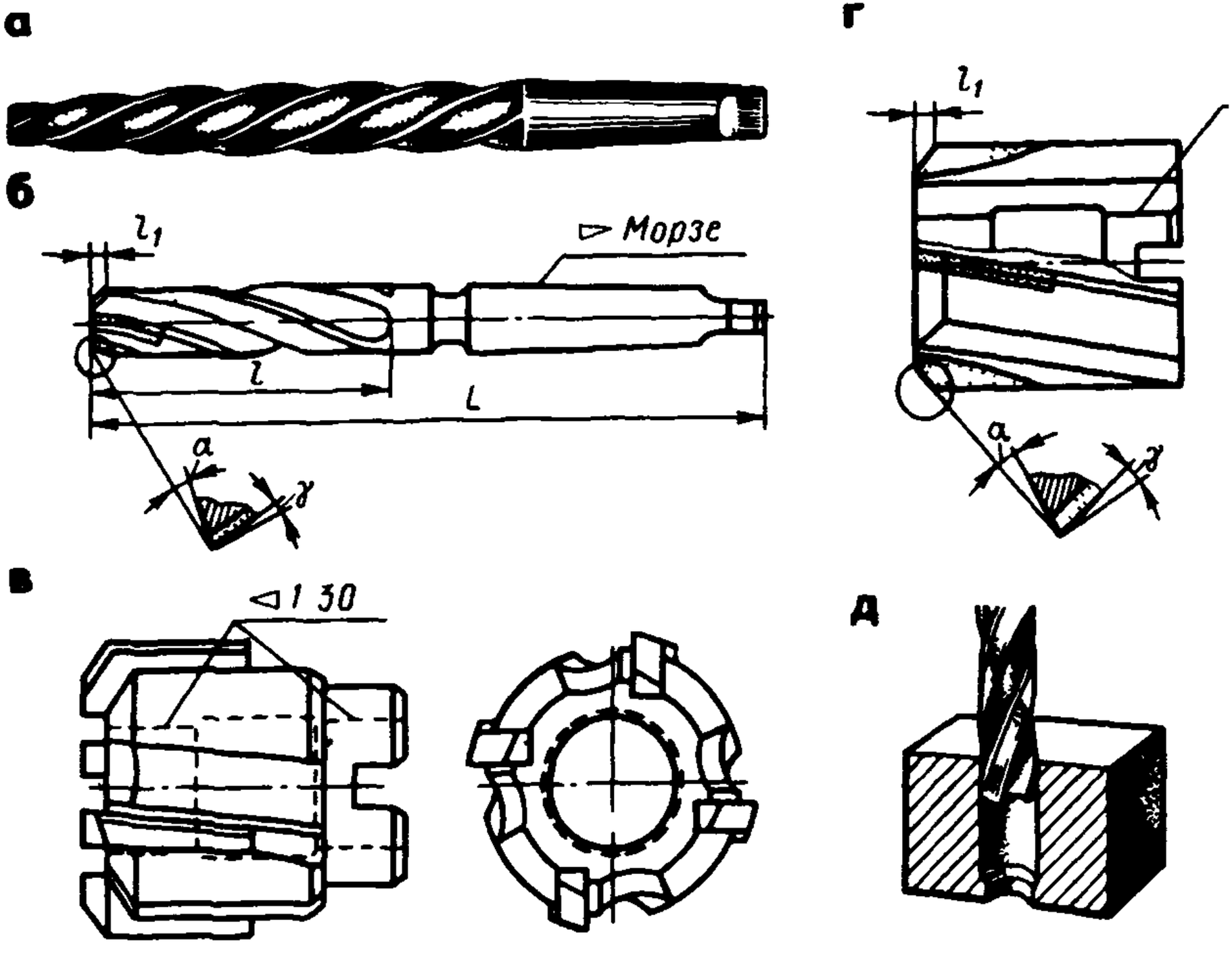


Рис 239 Зенкеры

а – цельный с коническим хвостовиком, *б* – цельный с коническим хвостовик ми из твердого сплава, *в* – насадной со вставными ножами, *г* – насадной, ос твердого сплава, *д* – работа зенкером

зубьев не менее 4. Насадные зенкеры соединяют с оправкой с помощью выступа на оправке и выреза на торце зенкера.

При зенкеровании отверстий широко применяют также комбинированные инструменты, позволяющие совмещать зенкерование со сверлением.

При зенкеровании стружку удаляют сильной струей сжатого воздуха или воды либо перевертывая деталь, если она не тяжелая. При зенкеровании деталей из стали, меди, латуни, дюралюминия применяют охлаждение мыльной эмульсией.

Для получения правильного и чистого отверстия (рис. 239, *д*) припуски на диаметр под зенкерование должны составлять 0,05 диаметра (до 0,1 мм).

Безопасность труда. При зенкеровании следует выполнять те же требования безопасности, что и при сверлении.

§ 53. ЗЕНКОВАНИЕ

Зенкование – это процесс обработки специальным инструментом цилиндрических или конических углублений и фасок просверленных отверстий под головки болтов, винтов и заклепок.

Инструмент для зенкования. Основной особенностью зенковок по сравнению с зенкерами является наличие зубьев на торце и направляющих цапф, которыми зенковки вводятся в просверленное отверстие.

По форме режущей части зенковки подразделяют на цилиндрические, конические и торцовые (цековки).

Цилиндрическая зенковка состоит из рабочей части, на которой имеется от 4 до 8 торцовых зубьев, и хвостовика. Цилиндрические зенковки имеют направляющую цапфу, которая входит в просверленное отверстие, что обеспечивает совпадение оси отверстия и образованного зенковкой цилиндрического углубления.

Цилиндрические зенковки бывают с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком $\varnothing$ 2,3...12 мм (рис. 240, *а*) со сменной направляющей и коническим хвостовиком $\varnothing$ 11...40 мм (рис. 240, *б*). Материал – сталь Р6М5.

Зенковки, как и другие режущие инструменты, имеют углы (рис. 240, *в*).

Коническая зенковка (рис. 240, *г*) также состоит из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть имеет конус при вершине с углом 2φ. Наибольшее распространение получили конические зенковки с углом конуса при вершине 30, 60, 90 и 120°.

Державка с зенковкой и вращающимся ограничителем (рис. 240, *д*) имеет хвостовик *7*, на одном конце которого закреплена по резьбе зенковка *3* с направляющей шпилькой *1*. Упор *2* соединен с зенковкой винтами *4*. Зенковка с втулкой *6* легко вращается благодаря шарикам *5*, размещенным между втулкой *6* и упором *2*. Зенковка выступает из упора на глубину зенкуемого отверстия. Ограничитель позволяет зенковать отверстия на одинаковую глубину, что трудно достичь при пользовании обычными зенковками.

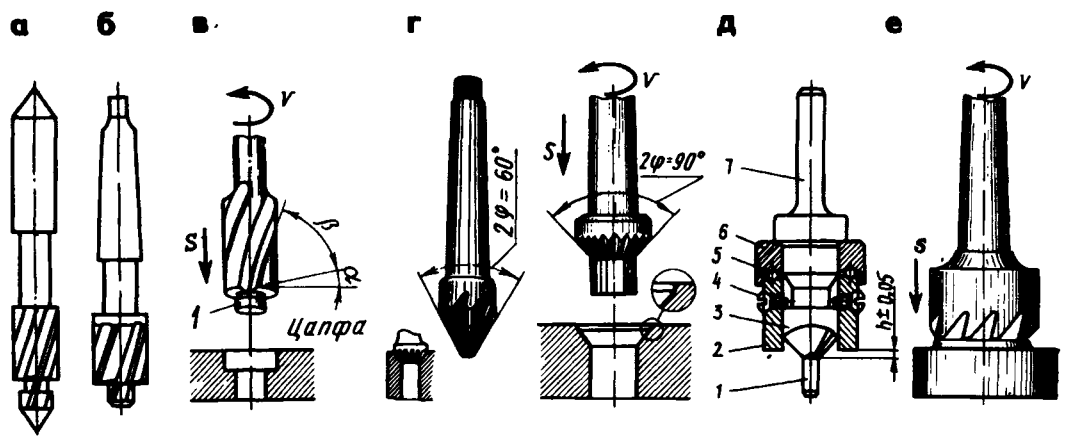


Рис. 240. Зенковки цилиндрические с постоянной направляющей и цилиндрическим хвостовиком (*а*) и со сменной направляющей и коническим хвостовиком (*б*), углы зенковки (*в*), конические зенковки (*г*), державка с зенковкой и вращающимся ограничителем (*д*), цековка (*е*)

Цековки для зачистки торцовых поверхностей обычно выполняют в виде насадных головок, имеющих торцовые зубья (рис. 240, *е*). Цековками производят обработку бобышек под шайбы, упорные кольца, гайки.

Зенкование и цекование, как и сверление отверстий на определенную глубину, выполняют на сверлильных станках. Крепление зенковок и цековок не отличается от крепления сверл.

Безопасность труда. При зенковании необходимо выполнять те же требования безопасности, что и при сверлении.

§ 54. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Развертывание — это процесс чистовой обработки отверстий, обеспечивающий точность по 7...9-му квалитетам и шероховатость поверхности *Ra* 1,25...0,63.

Развертки. Инструментом для развертывания являются развертки. Развертывание отверстий производят на сверлильных и токарных станках или вручную. Развертки, применяемые для ручного развертывания, называются ручными (рис. 241, *а, б*), а для станочного развертывания — машинными (рис. 241, *в*). Машинные развертки имеют более короткую рабочую часть.

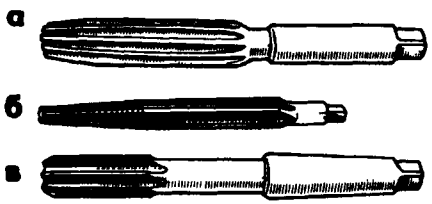
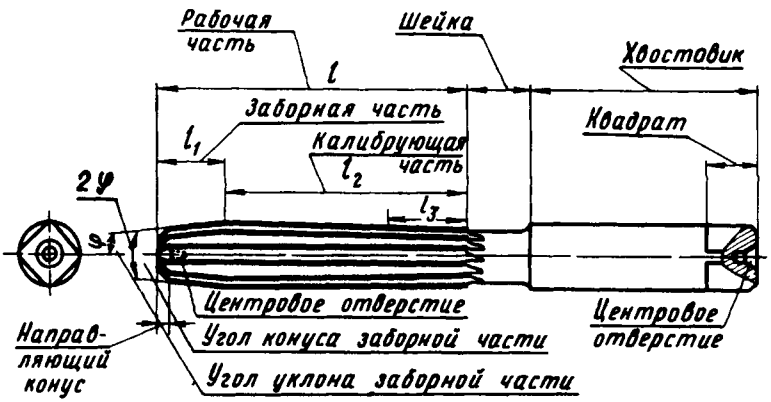


Рис. 241. Развертки: *а, б* — ручные цилиндрическая и коническая, *в* — машинная цилиндрическая

Рис. 242. Основные элементы развертки



По форме обрабатываемого отверстия развертки подразделяют на цилиндрические (рис. 241, *а, в*) и конические (рис. 241, *б*). Ручные и машинные развертки состоят из трех основных частей: рабочей, шейки и хвостовика (рис. 242).

Р а б о ч а я ч а с т ь l, на которой имеются расположенные по окружности зубья, в свою очередь делится на режущую, или заборную, часть, калибрующую (цилиндрическую) часть и обратный конус.

Р е ж у щ а я, и л и з а б о р н а я, ч а с т ь l_1 на конце имеет направляющий конус (скос под углом 45 °), назначение которого состоит в снятии припуска на развертывание и предохранении вершины режущих кромок от забоин при развертывании.

Режущие кромки заборной части образуют с осью развертки угол при вершине 2φ (для ручных разверток равный 0,5...1,5 °, а для машинных – 3...5 °).

К а л и б р у ю щ а я ч а с т ь l_2 предназначена для калибрования отверстия и направления развертки во время работы. Каждый зуб калибрующей части вдоль рабочей части развертки заканчивается канавкой, благодаря которой образуются режущие кромки; кроме того, канавки служат для отвода стружки.

О б р а т н ы й к о н у с l_3 находится на калибрующей части ближе к хвостовику. Он служит для уменьшения трения развертки о поверхность отверстия и сохранения качества обрабатываемой поверхности при выходе развертки из отверстия.

У ручных разверток обратный конус составляет 0,05...0,1 мм, а у машинных – 0,04...0,3 мм.

Ш е й к а развертки находится за обратным конусом и предназначена для выхода фрезы при фрезеровании (нарезании) на развертках зубьев, а также шлифовального круга при заточке.

Х в о с т о в и к р у ч н ы х р а з в е р т о к имеет квадрат для воротка (см. рис. 241, *а*). Х в о с т о в и к м а ш и н н ы х р а з в е р т о к $\varnothing$ 10...12 мм выполняют цилиндрическим, более крупных – коническим (см. рис. 241, *в*).

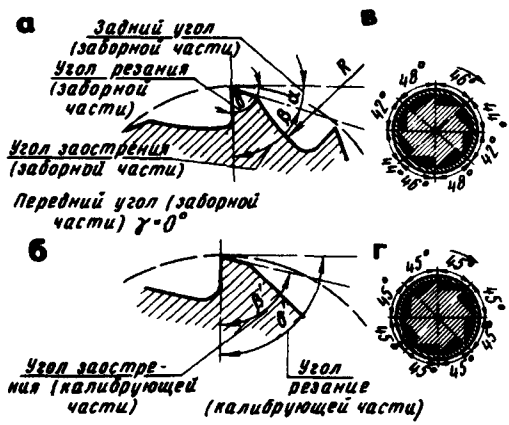


Рис. 243. Геометрия зубьев развертки (*а*, *б*), неравномерное (*в*) и равномерное (*г*) распределение зубьев по окружности

Центровые отверстия служат для установки развертки при ее изготовлении, а также при заточке и переточке зубьев.

Режущими элементами развертки являются зубья (рис. 243, *а, б*), которые характеризуются задним углом, равным 6...15° (бóльшие значения берутся для разверток больших диаметров), углом заострения β и передним углом γ (для черновых разверток равным 0...10°, для чистовых – 0°).

Развертки изготовляют с равномерным и неравномерным распределением зубьев по окружности. При ручном развертывании применяют развертки с неравномерным распределением зубьев по окружности, например, у развертки, имеющей восемь зубьев, углы между последними составляют 42, 44, 46 и 48° (рис. 243, *в*). Такое распределение обеспечивает получение в отверстии более чистой поверхности, а главное, ограничивает возможность образования так называемой огранки, т.е. получения отверстий не цилиндрической, а многогранной формы.

Если бы шаг развертки был равномерным, то при каждом повороте воротком развертки зубья останавливались в одном и том же месте, что неизбежно привело бы к получению волнистой (граненой) поверхности.

Машинные развертки изготовляют с равномерным распределением зубьев по окружности (рис. 243, *г*). Число зубьев разверток четное – 6, 8, 10 и т. д. Чем больше зубьев, чем выше качество обработки.

Ручные и машинные развертки выполняют с прямыми (прямозубые) и винтовыми (спиральные) канавками (зубьями). По направлению винтовых канавок они делятся на правые (рис. 244, *а*) и левые (рис. 244, *б*).

При обработке спиральной разверткой поверхность получается более чистой, чем при обработке прямозубой разверткой. Однако изготовление и особенно заточка спиральных разверток очень сложны, поэтому такие развертки применяют только при развертывании отверстий, в которых имеются пазы или канавки.

Как конические, так и цилиндрические развертки изготовляют комплектами из двух или трех штук (рис. 245). В комплекте из двух штук одна развертка является предварительной, а вторая – чистовой. В комплекте из трех штук первая развертка – черновая, или обдирочная, вторая – получистовая и третья – чистовая, придающая отверстию окончательные размеры и требуемую шероховатость.

Конические развертки работают в более тяжелых условиях, чем цилиндрические, поэтому у них на прямых зубьях делают поперечные прорези для снятия стружки не всей длиной зуба, что значительно уменьшает усилия при резании. Причем поскольку черновая развертка снимает большой припуск, ее делают ступенчатой, в виде отдельных зубьев, которые при работе дробят стружку на мелкие части. На промежуточной развертке, которая снимает значительно меньшую стружку, прорези делают меньше и другого профиля. Чистовая развертка никаких стружколомающих канавок не имеет.

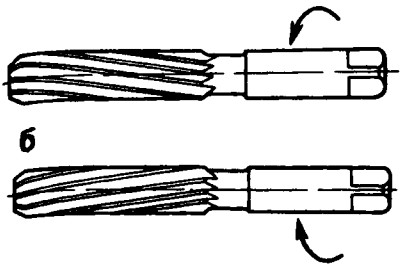
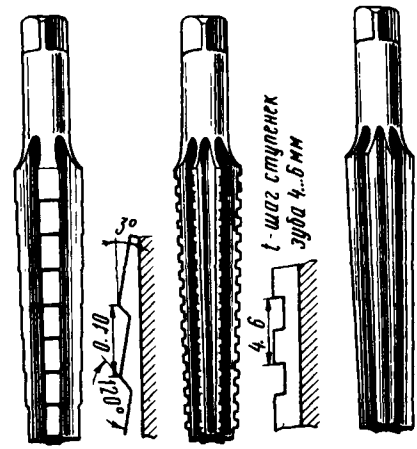


Рис. 244. Спиральные развертки: *а* – правая, *б* – левая



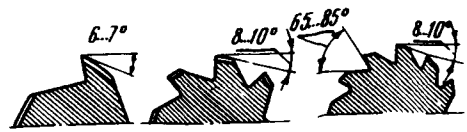


Рис. 245. Комплект ручных конических разверток

Ручные цилиндрические развертки применяют для развертывания отверстий ⌀ 3...60 мм. По степени точности они разделяются по номерам – 1, 2 и 3.

Машинные развертки с цилиндрическим хвостовиком изготовляют трех типов – I, II и III. Развертки применяют для обработки отверстий по 6...8-му квалитетам и изготовляют ⌀ 3...50 мм. Их закрепляют в самоцентрирующих патронах станков.

Машинные развертки с коническим хвостовиком типа II изготовляют ⌀ 10...18 мм с более короткой рабочей частью. Эти развертки закрепляют непосредственно в шпинделе станка.

Машинные насадные развертки типа III изготовляют ⌀ 25...50 мм. Этими развертками обрабатывают отверстия по 5...6-му квалитетам.

Машинные развертки с квадратной головкой изготовляют ⌀ 10...32 мм. Они предназначены для обработки отверстий по 6...7-му квалитетам и закрепляются в патронах, допускающих покачивание и самоцентрирование разверток в отверстиях.

Насадные развертки со вставными ножами типа I имеют то же назначение, что и предыдущие; изготовляют их ⌀ 25...100 мм.

Машинные развертки, оснащенные пластинками из твердого сплава Т15К6, служат для обработки отверстий больших диаметров с высокой скоростью и большой точностью.

Кроме рассмотренных широко применяют и другие развертки, повышающие точность и качество обработки отверстий.

Раздвижные (регулируемые) машинные раз-

вертки (рис. 246, *а*) применяют при развертывании отверстий ⌀ 24...80 мм. Они допускают увеличение диаметра на 0,25...0,5 мм.

Регулируемые развертки получили наибольшее распространение. Они состоят из корпуса, который служит довольно долго, и вставных ножей простой формы. Изготовляют их из сравнительно недорогих конструкционных сталей. Ножи делают из тонких пластинок, на них расходуется небольшое количество дорогостоящего металла. Их можно переставлять или раздвигать на больший диаметр, регулируя или затачивая до нужного размера. Когда ножи стачиваются и уже не обеспечивают надежного крепления, их заменяют новыми.

Для развертывания сквозных отверстий широко применяют разжимные машинные развертки (рис. 246, *б*), ножи в которых или крепятся винтами, или в точно пригнанных пазах прижимаются к дну последних конусными выточками концевых гаек. Ножи крепят также винтами, разжимающими корпус.

При работе разверткой на станке часто бывают случаи, когда при жестко закрепленной развертке ее ось не совпадает с осью обрабатываемого отверстия, и поэтому развернутое отверстие получается неправильной формы. Это происходит при неисправном станке, когда ось вращения шпинделя не совпадает с осью отверстия (биение шпинделя).

Для повышения качества обработки и во избежание брака при развертывании отверстий примеияют качающиеся оправки

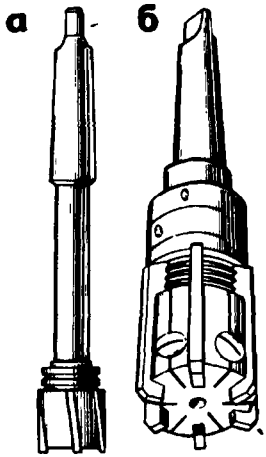


Рис. 246. Машинные развертки:
а – раздвижная, *б* – разжимная

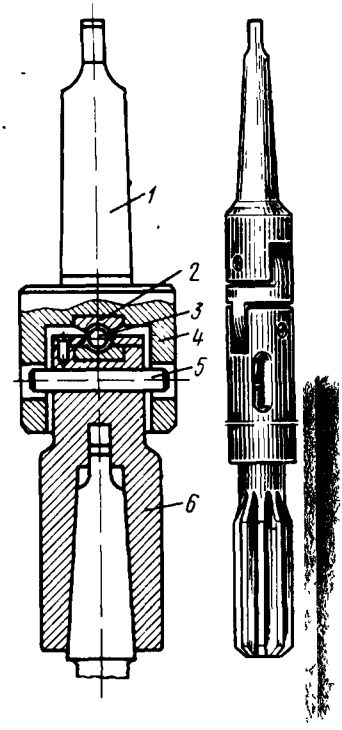


Рис. 247 Качающаяся оправка

(рис. 247). Качающаяся оправка закрепляется в шпинделе станка коническим хвостовиком *1*. В отверстии корпуса *4* крепится штифтом *5* с зазором качающаяся часть оправки *6*, которая упирается шариком *3* в подпятник *2*. Благодаря такому устройству качающаяся оправка с разверткой может легко принимать положение, совпадающее с осью развертываемого отверстия.

Для получения высокой точности отверстия применяют плавающие развертки, представляющие собой пластины, вставленные в точно обработанные пазы цилиндрической оправки. Наружные ребра пластины заточены так же, как и зубья развертки. Для обеспечения регулирования пластины делают составными. При работе плавающими развертками не нужна точная соосность обрабатываемого отверстия и шпинделя станка и, кроме того, точное отверстие получается даже при биении шпинделя, так как пластина своими ленточками центрируется по стенкам отверстия, перемещаясь в пазу оправки в поперечном направлении. Применение рациональной конструкции разверток не только обеспечивает высокое качество работы, но и значительно повышает производительность труда.

На некоторых машиностроительных заводах при развертывании конических отверстий на конусную часть развертки ставят ограничивающее стопорное кольцо, что исключает затрату времени на измерение.

Для уменьшения нагрузки на развертку в процессе работы увеличивают длину ее заборной части в 2 раза. Это позволяет отказаться от применения второй развертки и повысить производительность и точность обработки.

Широко применяют комбинированный инструмент (рис. 248, *а–в*), который позволяет совместить две операции и получить отверстие заданных формы, квалитета и шероховатости.

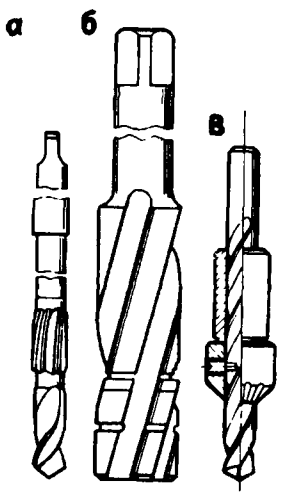
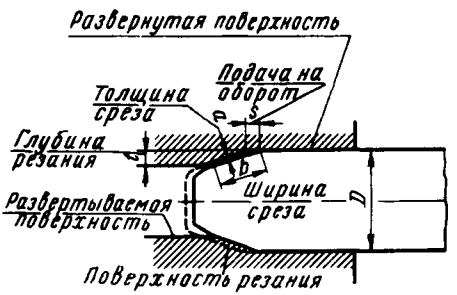


Рис. 248. Комбинированные инструменты:
а – сверло-развертка, *б* – зенкер-развертка, *в* – сверло-зенковка

Рис. 249. Элементы резания при развертывании



Развертыванию всегда предшествует сверление или зенкерование отверстий. Размер сверла или зенкера, которым отверстие обрабатывалось перед развертыванием, выбирают с таким расчетом, чтобы на черновое развертывание оставался припуск 0,25...0,5 мм, а на чистовое – 0,05...0,015 мм. Глубина резания определяется толщиной срезаемого слоя, составляющей половину припуска на диаметр. Элементы резания при развертывании показаны на рис. 249.

Подача и скорость резания при развертывании оказывают существенное влияние на шероховатость поверхности отверстия. Чем выше требования к качеству поверхности, тем меньше должны быть скорости резания и подачи. При этом нужно иметь в виду, что для отверстий диаметром не более 25 мм под черновое развертывание оставляют припуск 0,01...0,15 мм, под чистовое – 0,05...0,02 мм. Отверстия диаметром менее 25 мм следует обрабатывать сначала черновой разверткой, затем чистовой. Отверстия диаметром свыше 25 мм обрабатывают предварительно зенкером, а затем – черновой и чистовой развертками.

Для развертывания деталь надежно закрепляют в тисках (крупные детали не закрепляют). Значительное влияние на шероховатость и точность развертывания оказывают смазывание и охлаждение. При их отсутствии происходит разбивка отверстия (оно получается неровным, шероховатым) и, кроме того, возникает опасность защемления и поломки развертки. Поэтому при развертывании применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Ручное развертывание. Приступая к развертыванию, прежде всего следует:

выбрать соответствующую развертку, затем убедиться, что на режущих кромках нет выкрошившихся зубьев или забоин;

проверить размер оставленного на развертывание припуска, который не должен быть больше установленного, так как в противном случае развертка затупится и могут выкрошиться зубья;

осторожно установить в отверстие развертку и проверить ее положение по угольнику 90°; убедившись в перпендикулярности оси, в отверстие вставляют конец развертки так, чтобы ее ось совпала с осью отверстия; далее плавно вращают развертку, подавая ее в отверстие; вращение осуществляют только в одном направлении, так как при вращении в обратном направлении может искрошиться (выкрошиться) лезвие (рис. 250, *а*).

Для развертывания отверстий в труднодоступных местах детали *4* применяют специальные удлинители *2* (рис. 250, *б*), надевающиеся на квадрат хвостовика развертки *3*; на квадрат хвостовика удлинителя устанавливают вороток *1*.

На рис. 251 показана последовательность обработки отверстия ⌀ 30 мм в стальной детали по 6...7-му квалитетам:

I – сверление отверстия ⌀ 28 мм;

II – зенкерование зенкером ⌀29,6 мм;

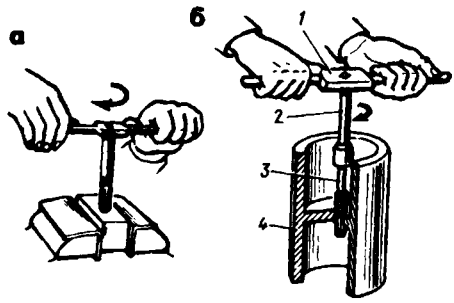


Рис. 250. Установка развертки и воротка (*а*) и применение развертки с удлинителем (*б*)

III развертывание черновой разверткой ⌀ 29,9 мм;

IV – развертывание чистовой разверткой ⌀ 30 мм.

Обработка конических отверстий. При обработке конических отверстий с большой конусностью (рис. 252, *а*) применяют комплект из трех инструментов. Вначале обрабатывают отверстие ступенчатым зенкером (рис. 252, *б*), затем применяют развертку со стружколомающими канавками (рис. 252, *в*) и далее – коническую развертку с гладкими режущими лезвиями (рис. 252, *г*).

Машинное развертывание производят так же, как и сверление, т.е. развертку закрепляют с помощью патрона или переходных втулок в конусе шпинделя станка. При этом наряду с прочным закреплением развертки следует обеспечить совпадение ее оси с осью шпинделя.

Дефекты. Основные дефекты при развертывании, причины их возникновения и способы устранения указаны в табл. 3.

Безопасность труда. При развертывании отверстий необходимо выполнять те же требования безопасности, что и при сверлении.

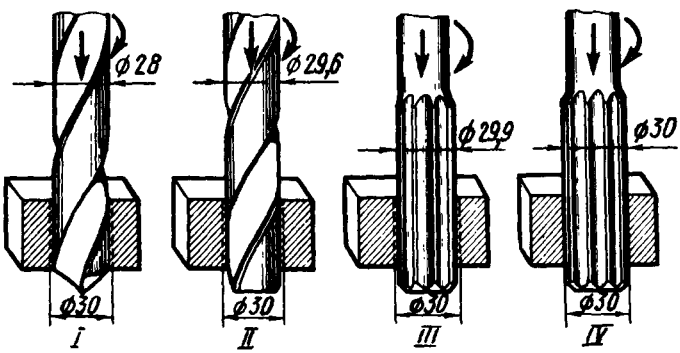


Рис. 251. Последовательность обработки отверстия

3. Виды дефектов при развертывании

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
Не выдержан размер	Неправильно выбран диаметр развертки	Заменить развертку
	Биение развертки	Применить качающуюся оправку
Нечистая поверхность отверстия	Недостаточен припуск под развертывание	Увеличить припуск
	Грубая обработка отверстия под развертывание	Улучшить поверхность отверстия под развертывание
Следы дробления на поверхности	Вращение развертки рывками	Плавно, равномерно вращать развертку
	Увеличенный припуск	Уменьшить припуск
	Неправильно заточена развертка	Заменить развертку
	Неправильно закреплена развертка	Правильно закрепить развертку
Надиры на поверхности	Вращение развертки в разные стороны	Вращать развертку только в правую сторону
	Затуплена развертка	Заточить развертку
	Большой припуск	Уменьшить припуск
	Неправильно выбрана охлаждающая жидкость или ее количество мало	Заменить жидкость или увеличить ее количество

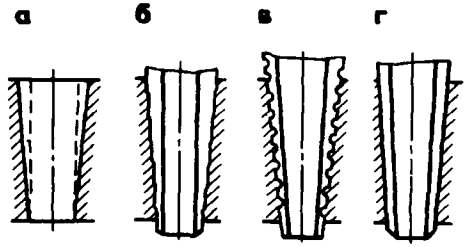


Рис 252 Обработка конического отверстия
а – деталь с коническим отверстием, *б* – обработка ступенчатым зенкером, *в* – обработка разверткой со стружколомающими канавками, *г* – обработка конической разверткой с гладкими режущими лезвиями

Глава XII. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

§ 56. ПОНЯТИЕ О РЕЗЬБЕ. ОБРАЗОВАНИЕ ВИНТОВОЙ ЛИНИИ

Наиболее распространенными соединениями деталей машин являются резьбовые. Широкое применение резьбовых соединений в машинах и механизмах объясняется их простотой и надежностью, удобством регулирования затяжки, а также возможностью их разборки и повторной сборки без замены детали.

Нарезанием резьбы называется ее образование снятием стружки (а также пластическим деформированием) на наружных или внутренних поверхностях заготовок деталей.

Резьба бывает наружной и внутренней. Деталь (стержень) с наружной резьбой называется винтом (рис. 253, *а*), а с внутренней – гайкой (рис. 253, *б*). Эти резьбы изготовляют на станках и вручную. Ниже рассматривается изготовление резьб вторым способом.

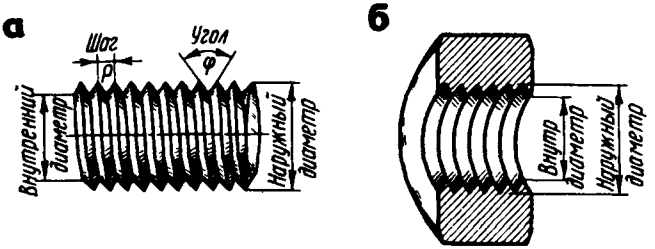


Рис 253. Детали с резьбой
а – наружной (винт), *б* – внутренней (гайка)

Винтовую линию можно представить себе следующим образом. Возьмем цилиндрический стержень диаметром D и вырезанный из бумаги или фольги прямоугольный треугольник ABC, сторона которого AB равна длине окружности цилиндра πD, т.е. 3,14 D (рис. 254). Обернем треугольник ABC вокруг цилиндра так, чтобы сторона AB совместилась с окружностью нижнего основания цилиндра. Тогда другая сторона треугольника BC расположится по образующей, а гипотенуза AC образует на поверхности цилиндра винтовую линию. При этом сторона треугольника BC составит шаг винтовой линии, сторона AC –

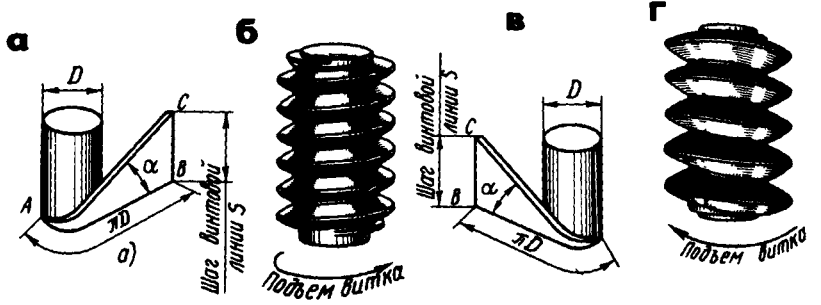


Рис. 254. Образование правой винтовой линии (*а*) и направление витка при правой резьбе (*б*), образование левой винтовой линии (*в*) и направление витка при левой резьбе (*г*)

длину одного витка, а угол *CAB* – угол подъема винтовой линии (*α*).

В зависимости от направления подъема витков на цилиндрической поверхности винтовая линия (резьба) может быть правой и левой. Если винтовая линия при навивании треугольника на цилиндр, удаляясь от основания, постепенно поднимается слева направо, т.е. против часовой стрелки (рис. 254, *а, б*), то она называется правой, соответственно и резьба называется правой. Если винтовая линия при навивании треугольника на цилиндр, удаляясь, постепенно поднимается справа налево, т.е. по часовой стрелке (рис. 254, *в, г*), то она называется левой, соответственно и резьба называется левой.

Правыми винтовая линия и соответствующая ей резьба называются потому, что для завинчивания винта с этой резьбой винт (или гайку) надо вращать вправо, т.е. по часовой стрелке (рис. 255, *а*). При левой резьбе винт (или гайку) для завинчивания надо вращать влево, т.е. против часовой стрелки (рис. 255, *б*). В машиностроении чаще применяют правые резьбы.

Оставшееся нетронутым после нарезания резьбы круглое поперечное сечение материала (рис. 256) является внутренним попереч-

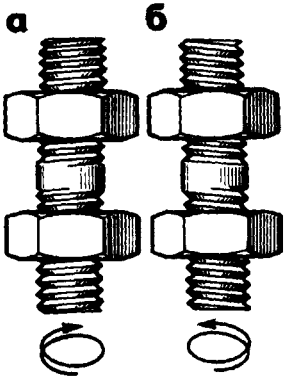
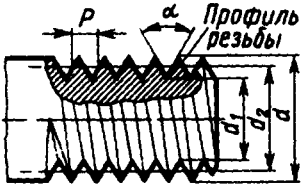


Рис. 255. Резьбы правая (*а*) и левая (*б*)

Рис. 256. Элементы резьбы на винте



ным сечением резьбы, а диаметр этого сечения — внутренним диаметром резьбы. Наружный диаметр стержня является номинальным диаметром резьбы (d), или диаметром резьбы.

§ 57. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

У всякой резьбы различают следующие основные элементы: профиль; угол и высоту профиля; шаг; наружный, средний и внутренний диаметры резьбы.

Профиль резьбы (рис. 257) рассматривается в сечении, проходящем через ось болта или гайки. Ниткой (витком) называется часть резьбы, образуемой при одном полном обороте профиля.

Угол φ профиля — угол между боковыми сторонами (гранями) профиля резьбы, измеряемый в плоскости, проходящей через ось болта. В метрической резьбе этот угол равен 60°, в дюймовой — 55°.

Высота (глубина резьбы) H_1 профиля — расстояние от вершины резьбы до основания профиля, измеряемое перпендикулярно оси болта.

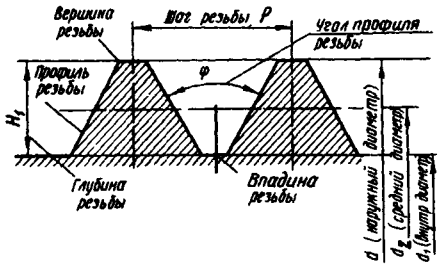


Рис. 257. Основные элементы резьбы

Шаг P резьбы — расстояние между параллельными сторонами или вершинами двух рядом лежащих витков, измеренное вдоль оси резьбы. В метрической резьбе шаг выражается в миллиметрах; дюймовая резьба характеризуется числом ниток (витков) на одном дюйме.

Наружный диаметр d резьбы — диаметр цилиндра, описанного около резьбовой поверхности. Наружный диаметр измеряется у болтов по вершинам профиля резьбы, у гаек — по впадинам.

Внутренний диаметр d_1 резьбы — диаметр цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность. Внутренний диаметр измеряется у болтов по впадинам, у гаек — по вершинам профиля резьбы.

Средний диаметр d_2 резьбы — диаметр соосного с резьбой цилиндра, образующие которого делятся боковыми сторонами профиля на равные отрезки.

§ 58. ПРОФИЛИ РЕЗЬБ

Профиль резьбы зависит от формы режущей части инструмента, с помощью которого нарезается резьба.

Чаще всего применяется цилиндрическая треугольная резьба (рис. 258, *а*); обычно ее называют крепежной, так как нарезают на крепежных деталях, например на шпильках, болтах и гайках.

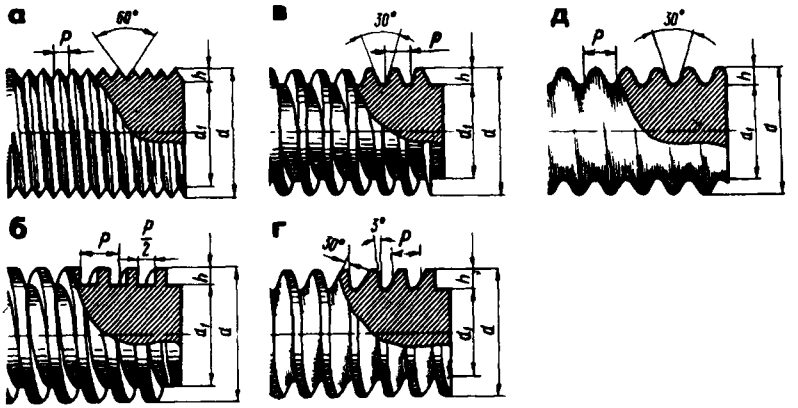


Рис. 258. Виды резьб в зависимости от профиля:
а – цилиндрическая треугольная, *б* – примоугольная, *в* – трапецеидальная, *г* – упорная, *д* – круглая

Конические треугольные резьбы дают возможность получить плотное соединение. Такие резьбы встречаются на конических пробках, иногда – в масленках.

Прямоугольная резьба (рис. 258, *б*) имеет прямоугольный (квадратный) профиль. Она не стандартизована, трудна в изготовлении, непрочная и применяется редко.

Трапецеидальная ленточная резьба (рис. 258, *в*) имеет сечение в виде трапеции с углом профиля, равным 30°. Коэффициент трения у нее мал, поэтому она применяется для передачи движений или больших усилий в металлорежущих станках (ходовые винты), домкратах, прессах и т. п. Витки этой резьбы имеют большое сечение у основания, что обеспечивает ее высокую прочность и удобство при нарезании. Основные элементы трапецеидальной резьбы стандартизованы.

Упорная резьба (рис. 258, *г*) имеет профиль в виде неравнобокой трапеции с рабочим углом при вершине, равным 30°. Основания витков закруглены, что обеспечивает в опасном сечении прочный профиль. Поэтому данная резьба применяется в тех случаях, когда винт должен передавать большое одностороннее усилие (в винтовых прессах, домкратах и т. п.).

Круглая резьба (рис. 258, *д*) имеет профиль, образованный двумя дугами, сопряженными с небольшими прямолинейными участками, и углом, равным 30°. В машиностроении эта резьба используется редко. Применяется она в основном в соединениях, подвергающихся сильному износу, в загрязненной среде (арматура пожарных трубопроводов, вагонные стяжки, крюки грузоподъемных машин и т. п.). Эта резьба не стандартизована.

По числу ниток резьбы разделяют на одноходовые (однозаходные) и многоходовые (многозаходные). Ходом резьбы называют осевое перемещение винта за один его оборот. Для однозаходных резьб ход равен шагу (расстояние между

смежными витками), а для многозаходных – произведению шага на число заходов. Последнее можно определить, если посмотреть на торец винта (гайки); обычно ясно видно, сколько ниток берет свое начало с торца (рис. 259, *а, б*). У однозаходной резьбы на торце винта или гайки виден только один конец витка, а у многозаходных – два, три и больше.

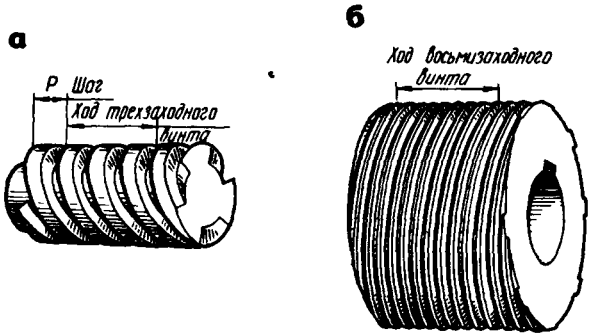


Рис. 259. Виды резьб в зависимости от числа заходов:
а – трехзаходная, *б* – восьмизаходная

Однозаходные резьбы имеют малые углы подъема винтовой линии и большее трение (малый КПД). Они применяются там, где требуется надежное соединение (в крепежных деталях).

У многозаходных резьб по сравнению с однозаходными угол подъема винтовой линии значительно больше. Такие резьбы приме-

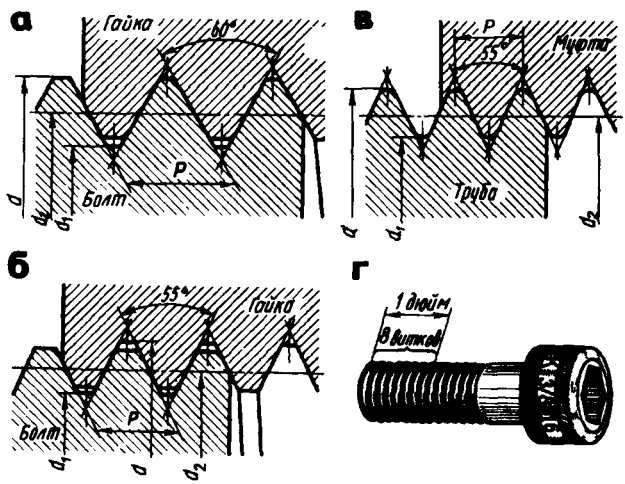


Рис. 260. Резьбы метрическая (*а*), дюймовая (*б*), трубная (*в*) и деталь с дюймовой резьбой (*г*)

няют в тех случаях, когда необходимо быстрое перемещение по резьбе при наименьшем трении, при этом за один оборот винта (или гайки) гайка (или винт) переместится на величину хода винтовой линии резьбы. Многозаходные резьбы используют в механизмах, служащих для передачи движения.

Основные типы резьб и их обозначение. В машиностроении, как правило, применяют три системы резьб – метрическую, дюймовую и трубную.

Метрическая резьба (рис. 260, *а*) имеет треугольный профиль с плоскосрезанными вершинами; угол профиля равен 60°, диаметры и шаг выражаются в миллиметрах.

Метрические резьбы делят на резьбы с нормальным шагом (для наружных диаметров 1...68 мм) и с мелкими шагами (для наружных диаметров 1...600 мм).

Метрические резьбы с нормальным шагом обозначают М20 (число – наружный диаметр резьбы), с мелкими шагами – М20Х1,5 (первое число – наружный диаметр, второе – шаг).

Метрические резьбы применяют в основном как крепежные: с нормальным шагом – при значительных нагрузках и для крепежных деталей (болтов, гаек, винтов), с мелкими шагами – при малых нагрузках и тонких регулировках.

Дюймовая резьба (рис. 260, *б, г*) имеет треугольный плоскосрезанный профиль с углом 55° (резьба Витворта) или 60° (резьба Селлерса). Все размеры этой резьбы выражаются в дюймах (1″ = 25,4 мм). Шаг выражается числом ниток (витков) на длине одного дюйма.

Стандартизованы дюймовые резьбы диаметрами от $^3/_{16}$ до 4″ и числом ниток на 1″, равным 24...3. Наружный диаметр резьбы выражается в дюймах. От метрической дюймовая резьба отличается бóльшим шагом.

В СССР при проектировании новых конструкций применение дюймовой резьбы не разрешается. Ее используют при изготовлении запасных частей для машин и оборудования, полученных из стран, где применяется дюймовая резьба.

Трубная цилиндрическая резьба (рис. 260, *в*) стандартизована, представляет собой мелкую дюймовую резьбу, но в отличие от последней сопрягается без зазоров (для увеличения герметичности соединения) и имеет закругленные вершины.

За номинальный диаметр трубной резьбы принимается внутренний диаметр трубы (диаметр отверстия, или, как говорят, "диаметр трубы в свету"), т.е. наружный диаметр трубной резьбы будет больше номинального диаметра на удвоенную толщину стенок трубы.

Трубная цилиндрическая резьба применяется для наружных диаметров $^1/_8$...6″ с числом ниток на одном дюйме от 28 до 11; угол профиля равен 55°. Ее используют на трубах для их соединения, а также на арматуре трубопроводов и других тонкостенных деталей.

Трубную цилиндрическую резьбу обозначают так: Труб $^3/_4$″ (цифры – номинальный диаметр резьбы в дюймах).

Стандартизованы трубные резьбы диаметрами от $^1/_8$ до 6″ с числом ниток на одном дюйме от 28 до 11.

§ 59. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Общие сведения. Резьбы на деталях получают нарезанием на сверлильных, резьбонарезных и токарных станках, а также накатыванием, т.е. методом пластических деформаций. Инструментом для накатывания резьбы служат накатные плашки, накатные ролики и накатные головки. Иногда резьбу нарезают вручную.

Внутреннюю резьбу нарезают метчиками, наружную — плашками, прогонками и другими инструментами.

Инструмент для нарезания внутренней резьбы. Метчики. Метчики делят: по назначению — на ручные, машинно-ручные и машинные; в зависимости от профиля нарезаемой резьбы — для метрической, дюймовой и трубной резьб; по конструкции — на цельные, сборные (регулируемые и самовыключающиеся) и специальные.

Метчик (рис. 261, *а*) состоит из двух основных частей — рабочей и хвостовой.

Рабочая часть представляет собой винт с несколькими продольными прямыми или винтовыми канавками и служит для нарезания резьбы. Метчики с винтовыми канавками применяют для нарезания точных резьб. Рабочая часть метчика состоит из заборной и калибрующей частей.

Заборная (или режущая) часть обычно делается в виде конуса; она производит основную работу при нарезании резьбы. В метчиках для вязких металлов на заборной части имеется скос 6...10° в направлении, обратном направлению резьбы: при правой резьбе скос левый, при левой — правый. Это улучшает отвод стружки.

Калибрующая (направляющая) часть — резьбовая часть метчика, смежная с заборной частью. Она направляет метчик в отверстие и калибрует нарезаемое отверстие.

Хвостовик-стержень служит для закрепления метчика в патроне или удержания его в воротке (при наличии квадрата) во время работы.

Резьбовые части метчика, ограниченные канавками, называются режущими перьями (рис. 261, *б*). Режущие перья (зубья) имеют форму клина.

Главными углами режущих перьев метчика (рис. 261, *в*) являются: передний γ, задний α и угол заострения β. Эти углы у заборной и калибрующей частей разные.

Для стали средней твердости передний угол $\gamma = 8...10°$, для твердой стали $\gamma = 5°$, для бронзы и чугуна $\gamma = 0...5°$. Задний угол $\alpha = 6...8°$ для ручных и 10° — для остальных метчиков.

Режущими кромками называются кромки на режущих перьях метчика, образованные пересечением передних поверхностей канавки с затылованными поверхностями рабочей части.

Сердцевина — это внутренняя часть тела метчика, измеряемая по диаметру окружности, касательной ко дну канавок метчика. Метчики для нарезания резьбы в нержавеющих сталях имеют более массивную (толстую) сердцевину.

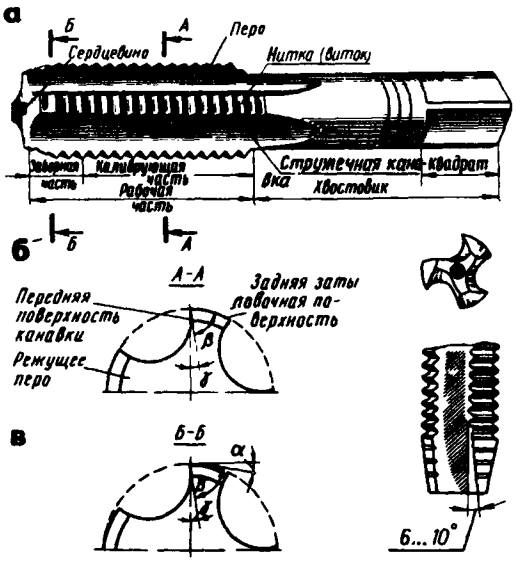


Рис. 261. Ручной метчик:
а – конструкция, *б* – элементы, *в* – главные углы

Канавки представляют собой углубления между режущими зубьями (перьями), получающиеся путем удаления части металла. Эти канавки служат для образования режущих кромок и размещения стружки при нарезании резьбы. Профиль канавки образуется передней поверхностью, по которой сходит стружка, и задней поверхностью, служащей для уменьшения трения перьев метчика о стенки нарезаемого отверстия.

Канавки у метчика обычно делают прямыми, так как они проще в изготовлении. Однако для улучшения условий резания и получения точных резьб применяются метчики не с прямыми, а с винтовыми спиральными канавками. Угол наклона ω винтовой канавки этих метчиков составляет 8...15°. Для нарезания глухих отверстий наклоны этих канавок делают правыми (рис. 262, *а*), чтобы стружка легко выходила вверх, для нарезания сквозных отверстий – левыми (рис. 262, *б*), чтобы стружка выходила вниз.

Метчики диаметром до 22 мм обычно изготовляют с тремя, а диаметром от 22 до 52 мм – с четырьмя канавками. Специальные метчики на калибрующей части канавок не имеют.

Ручные метчики для метрической и дюймовой резьб стандартизованы и изготовляются комплектом из двух метчиков для резьбы с шагом до 3 мм включительно (для основной метрической резьбы диаметром от 1 до 52 мм и для дюймовой резьбы диаметром от $^1/_4$ до 1″) и комплектом из трех метчиков для резьбы с шагом свыше 3 мм (для метрической резьбы диаметром от 30 до 52 мм и для дюймовой резьбы диаметром от $^{11}/_8$ до 2″).

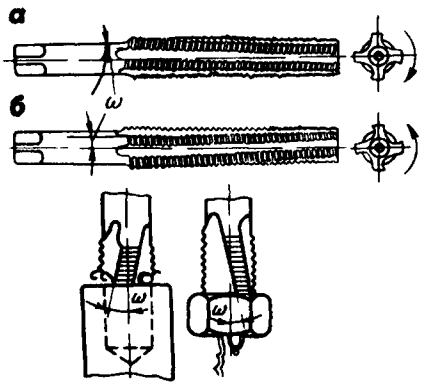


Рис. 262. Метчики с правой (*а*) и левой (*б*) винтовыми канавками

В комплект, состоящий из трех метчиков, входят черновой, средний и чистовой метчики (рис. 263, *I, II, III*). Все метчики комплекта имеют разные диаметры. Черновой метчик *I* нарезает черновую резьбу, снимая при этом до 60 % металла (стружки); средний метчик *II* нарезает уже более точную резьбу, снимая до 30 % металла; чистовой метчик *III* снимает еще до 10 % металла, имеет полный профиль резьбы и используется для окончательного, точного нарезания резьбы и ее калибровки. Чтобы определить, каким является метчик – черновым, средним или чистовым, на хвостовой части делают соответственно одну, две или три круговые риски (кольца) или же ставят соответствующий номер. Кроме того, на хвостовой части проставляют размер резьбы, для нарезания которой этот метчик предназначен.

Комплект ручных метчиков из двух штук изготовляют путем удлинения заборного конуса и некоторого увеличения диаметра первого метчика.

В зависимости от конструкции режущей части метчики бывают цилиндрическими и коническими.

При цилиндрической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют соответствующие диаметры. У чистового метчика полный профиль резьбы, диаметр среднего метчика меньше нормального на 0,6 глубины нарезки, а диаметр чернового метчика меньше диаметра резьбы на полную глубину нарезки. У чернового метчика длина заборной части равна 4...7, у среднего – 3...3,5 и чистового – 1,5...2 ниткам. Угол наклона заборной части у чернового метчика равен 3°, у среднего – 7°, у чистового – 12° (см. рис. 263). Цилиндрическими метчиками нарезают резьбу в глухих отверстиях.

При конической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют одинаковые диаметры и полый профиль резьбы с различной длиной заборных частей. Резьба в пределах заборной части делается конической и дополнительно срезается по вершинам зубьев на конус. У чернового метчика заборная часть равна длине рабочей

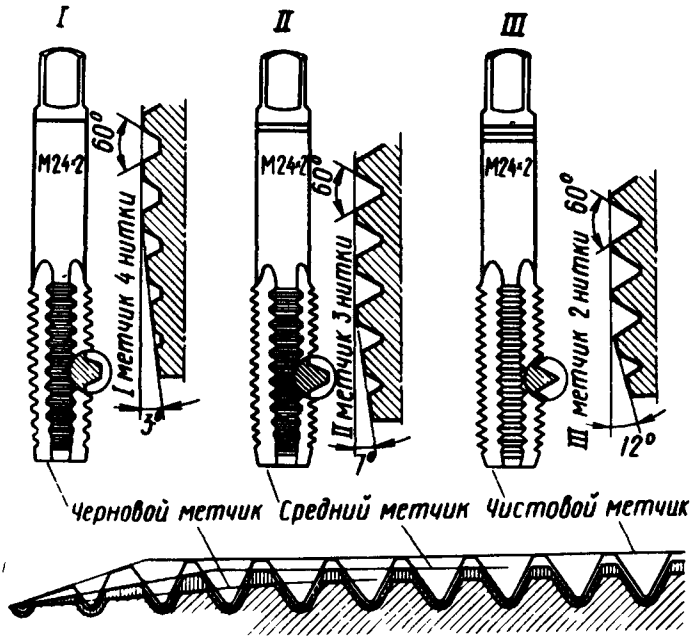


Рис. 263. Комплект метчиков:
I, II, III – соответственно черновой, средний и чистовой метчики

части, у среднего – половине этой длины, у чистового – двум ниткам.

Конические метчики применяют обычно для нарезания резьб в сквозных отверстиях.

Метчики выпускают со шлифованным и нешлифованным профилем зубьев. Шлифованные создают резьбу более точную и с более чистой поверхностью.

По точности нарезаемой резьбы метчики делят на четыре группы – C, D, E и H. Метчики группы C – самые точные, групп E и H – менее точные с нешлифованным профилем зубьев. Метчики групп C и D – со шлифованным профилем зубьев; ими нарезают высококлассные резьбы. Метчики групп E и H предназначены для резьб 9-го квалитета.

Машинно-ручные метчики применяют для нарезания метрической, дюймовой и трубной цилиндрической и конической резьб в сквозных и глухих отверстиях всех размеров машинным способом и вручную с шагом до 3 мм включительно. Метчики этого типа изготовляют двух видов – одинарные для сквозных и глухих отверстий и комплектные (черновой и чистовой).

Машинные метчики применяют для нарезания на станках резьб в сквозных и глухих отверстиях. Они бывают цилиндрическими (рис. 264, *а*) и коническими (рис. 264, *б*).

У машинных и машинно-ручных метчиков на хвостовике делают кольцевые канавки для зажима в быстросменных патронах.

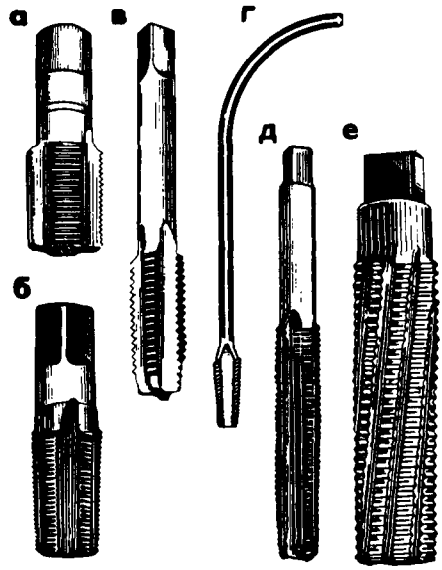


Рис. 264. Машинные метчики:
а – цилиндрический, *б* – конический, *в* – гаечный, *г* – с изогнутым хвостовиком, *д* – плашечный, *е* – маточный

Гаечные метчики (рис. 264, *в*) служат для нарезания метрической резьбы в гайках за один рабочий ход вручную или на сверлильных и резьбонарезных станках. Они выполняются однокомплектными, имеют длинные режущую часть (12 витков) и хвостовик. Большая длина последнего дает возможность нанизывать на него гайки при нарезании.

Изготовляют также гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (рис. 264, *г*), закрепляемые в специальных патронах на гайконарезных автоматах. Они дают возможность гайкам непрерывно автоматически сбрасываться по мере нарезания.

Плашечные метчики (рис. 264, *д*) отличаются от гаечных наличием большого заборного конуса и предназначаются для предварительного нарезания резьбы в плашках за один рабочий ход.

Маточные метчики (рис. 264, *е*) применяют для зачистки резьбы в плашках после нарезания плашечным метчиком, а также для зачистки резьбы в плашках, находящихся в работе. В маточных метчиках канавки делают с правой спиралью.

Специальные метчики составляют большую группу, в которую входят бесканавочные и комбинированные метчики, метчики с винтовыми канавками и др.

Бесканавочные метчики (рис. 265, *а*) применяют для нарезания сквозных резьб ⌀ 10...12 мм. Длина заборной части метчика такая же, как и у обычных машинных. Длина канавки (с выходом) на 3...5 ниток больше длины заборной части. Бесканавочные метчики

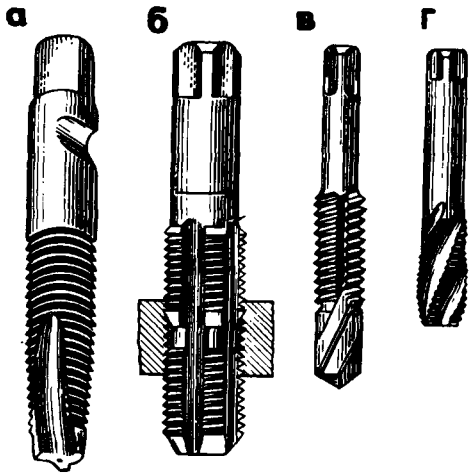


Рис. 265. Специальные метчики:
а – бесканавочный, *б* – комбинированный, *в* – метчик-сверло, *г* – с винтовыми канавками

гораздо прочнее обычных. Благодаря длинной резьбовой части метчик можно перетачивать несколько раз. Высокая производительность при нарезании резьбы является главным достоинством бесканавочных метчиков. Для нарезания резьбы в глухих отверстиях эти метчики непригодны.

Комбинированные метчики состоят из двух частей, разделенных шейкой (рис. 265, *б*). Первая часть служит для предварительного, а вторая – для окончательного (чистового) нарезания резьбы. Комбинированный инструмент – метчик-сверло (рис. 265, *в*) позволяет совместить сверление и нарезание резьбы в одну операцию, что значительно повышает производительность. Его применение возможно при нарезании сквозных отверстий без принудительной подачи при условии, что метчик вступает в работу после выхода вершины сверла из отверстия. В противном случае сверло вынуждено работать с подачей, равной шагу нарезаемой резьбы.

Применяют и другие комбинированные инструменты – метчик-развертку, зенкер-развертку-метчик и др. Замена нескольких инструментов одним комбинированным позволяет значительно сократить вспомогательное время, затрачиваемое на смену инструмента.

Метчики с винтовыми канавками (рис. 265, *г*) имеют угол наклона канавки 35 °, что обеспечивает свободный выход стружки по спирали и исключает возможность срыва резьбы. Метчиком можно нарезать резьбу на высоких скоростях. Один метчик с винтовой канавкой равноценен комплекту обычных метчиков.

Применение этих метчиков для обработки деталей из чугуна, латуни, нержавеющей стали и других материалов позволило повысить произво-

дительность труда в 3 раза. Метчики изготовляют из инструментальных сталей У8, У12 и быстрорежущей Р18.

Воротки. При нарезании резьбы вручную режущий инструмент вращают с помощью воротков, устанавливаемых на квадраты хвостовиков.

Нерегулируемые воротки могут иметь одно или три отверстия (рис. 266, *а*); в регулируемых воротках есть регулируемое отверстие (рис. 266, *б*). Кроме этих применяют торцовые воротки (рис. 266, *в*) для вращения метчиков при нарезании резьбы в труднодоступных местах.

Тарированный вороток (рис. 266, *г*) используют для нарезания резьбы в глубоких и глухих отверстиях. Он состоит из корпуса *6*, втулки *7* и пружины *8*. Корпус и втулка имеют сцепляющиеся косые кулачки, которые при превышении усилия, передаваемого рукой работающего, выходят из зацепления, в результате чего втулка с метчиком не будет вращаться и тем самым предохранит его от поломки.

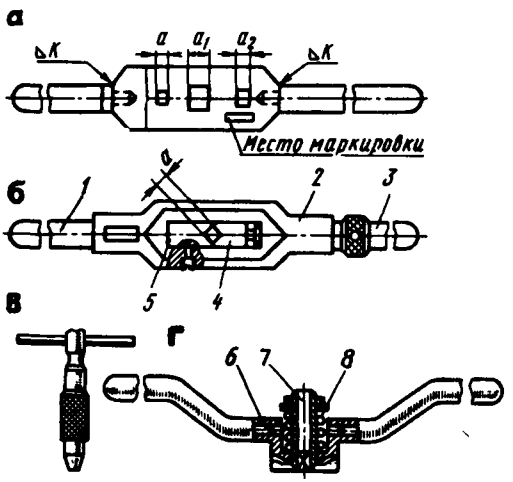


Рис. 266. Воротки:
а – нерегулируемый, *б* – с регулируемым отверстием, *в* – торцовый, *г* – тарированный; *1, 3* – неподвижная и подвижная рукоятки, *2* – рамка, *4, 5* – подвижные и неподвижный сухари, *6* – корпус, *7* – втулка, *8* – пружина

Универсальный вороток (рис. 267, *а*) предназначен для закрепления плашек с наружным диаметром 20 мм, всех видов метчиков и разверток, имеющих хвостовики квадратного сечения со сторонами до 8 мм. В корпусе, закрытом крышкой, размещен механизм, позволяющий изменять размер квадратного отверстия. Механизм приводится в движение винтом с рифленой головкой. Резьбовая часть винта связана с одним из четырех кулачков, свободно размещенных внутри корпуса.

При вращении винта смещается кулачок, образующий одну из сторон квадрата. Опускаясь, кулачок нажимает на скошенный угол второго

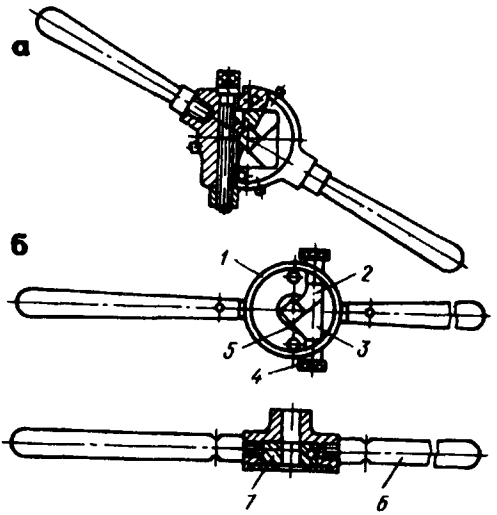


Рис. 267. Универсальный вороток первого (*а*) и второго (*б*) вариантов исполнения

кулачка, двигая последний вправо. Тот, в свою очередь, поднимает третий кулачок, смещающий влево четвертый. Таким образом, четыре стороны квадратного отверстия уменьшаются в равной степени. Такая регулировка квадратного отверстия позволяет закреплять различные виды метчиков и разверток.

Для закрепления плашек в корпусе универсального воротка имеется гнездо. Плашки закрепляются винтами.

Применение описанного приспособления исключает брак при нарезании резьбы плашками. Оно заменяет слесарю набор воротков, плашкодержатель и специальные направляющие приспособления к нему.

Универсальный вороток, показанный на рис. 267, *б*, позволяет нарезать резьбу в труднодоступных местах. Метчик здесь крепится с помощью четырех кулачков *2, 3, 5* и *7,* размещенных в корпусе *1.* Винт *4,* вращаясь, смещает кулачки и изменяет размеры квадратного отверстия. Удлиненная часть корпуса обеспечивает перпендикулярность метчика плоскости вращения воротка. При установленных рукоятках *6* вороток используется как обычно. Для нарезания резьбы в труднодоступных местах рукоятки отвинчиваются. В удлиненную часть корпуса воротка вставляется конец торцового ключа. Благодаря наличию подпружиненного шарика вороток надежно закрепляется на установленном в него метчике.

§ 60. НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ

Подбор сверл для сверления отверстий под резьбу. При нарезании резьбы материал частично "выдавливается", поэтому диаметр сверла должен быть несколько больше, чем внутренний диаметр резьбы. Изме-

нение величины отверстия при нарезании резьбы у твердых и хрупких металлов меньше, чем у мягких и вязких.

Если просверлить под резьбу отверстие диаметром, точно соответствующим внутреннему диаметру резьбы, то материал, выдавливаемый при нарезании, будет давить на зубья метчика, отчего они в результате большого трения сильно нагреваются и к ним прилипают частицы металла. Резьба может получиться с рваными нитками, а в некоторых случаях возможна поломка метчика. При сверлении отверстия слишком большого диаметра резьба получится неполной.

Диаметр сверла для сверления отверстий под метрическую и трубную резьбы определяют по справочным таблицам. Когда нельзя воспользоваться таблицами, диаметр под метрическую резьбу приближенно вычисляют по формуле $d_c = d - K_c P$, где d_c – диаметр сверла, мм; d – номинальный диаметр резьбы, мм; K_c – коэффициент, зависящий от разбивки отверстия, берется по таблицам (Справочник металлиста, т. 3); обычно $K_c = 1...1{,}08$; P – шаг резьбы, мм.

Размеры воротка для закрепления метчика выбирают в зависимости от диаметра последнего. Общую длину и диаметр рукоятки воротка определяют по установленным практикой формулам: $L = 20D + 100$; $d = 0{,}5D + 5$, где L – длина воротка, мм; D – диаметр метчика, мм; d – диаметр рукоятки воротка, мм.

Приемы нарезания резьбы. После подготовки отверстия под резьбу и выбора воротка заготовку закрепляют в тисках и в ее отверстие вставляют вертикально метчик по угольнику (рис. 268, *а*).

Прижимая левой рукой вороток к метчику, правой поворачивают его вправо до тех пор, пока метчик не врежется на несколько ниток в металл и не займет устойчивое положение, после чего вороток берут за рукоятку двумя руками и вращают с перехватом рук через каждые полоборота (рис. 268, *б*).

В целях облегчения работы вороток с метчиком вращают не все время по часовой стрелке, а выполняют один-два оборота вправо и полоборота влево и т. д. Благодаря такому возвратно-вращательному дви-

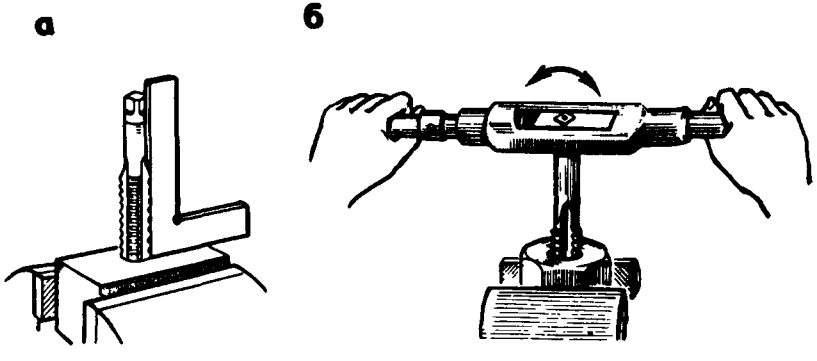


Рис. 268. Нарезание внутренней резьбы:
а – установка метчика, *б* – прием нарезания

жению метчика стружка ломается, получается короткой (дробленой), а процесс резания значительно облегчается.

Закончив нарезание, вращением воротка в обратную сторону вывертывают метчик из отверстия, затем прогоняют его насквозь.

Метчиком вручную изготовляют резьбу по 6...10-му квалитетам.

Правила нарезания резьбы метчиком:

при нарезании резьбы в глубоких отверстиях, в мягких и вязких металлах (медь, алюминий, бронза и др.) метчик необходимо периодически вывертывать из отверстия и очищать канавки от стружки;

нарезать резьбу следует полным набором метчиков; нарезание резьбы сразу средним метчиком без прохода черновым, а затем чистовым не ускоряет, а, наоборот, затрудняет работу; резьба в этом случае получается недоброкачественной, а метчик может сломаться;

Средний и чистовой метчики вводят в отверстие без воротка и только после того, как метчик пройдет правильно по резьбе, на головку надевают вороток и продолжают нарезание резьбы;

глухое отверстие под резьбу нужно делать на глубину, несколько бóльшую, чем длина нарезаемой части, с таким расчетом, чтобы рабочая часть метчика немного вышла за пределы нарезаемой части; если такого запаса не будет, резьба получится неполной;

в процессе нарезания необходимо тщательно следить за тем, чтобы не было перекоса метчика; для этого надо через каждые две-три нарезанные нитки проверять с помощью угольника положение метчика по отношению к верхней плоскости изделия; особенно осторожно нужно нарезать резьбу в мелких и глухих отверстиях. Нарезанную внутреннюю резьбу проверяют калибрами-пробками.

Смазывание резьбонарезного инструмента. На качество резьбы и стойкость инструмента влияет правильный выбор смазочно-охлаждающей жидкости (табл. 4).

4. Смазочно-охлаждающие жидкости, используемые при нарезании резьбы

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Сталь:	
углеродистая конструкционная	Эмульсия; осерненное масло
инструментальная легированная	Осерненное масло с керосином; смешанные масла
Ковкий чугун	3...5 %-ная эмульсия
Чугунное литье	Без охлаждения; 3...5 %-ная эмульсия; керосин
Бронза	Без охлаждения; смешанные масла
Цинк	Эмульсия
Латунь	Без охлаждения; 3...5 %-ная эмульсия
Медь	Эмульсия; смешанные масла

Продолжение табл. 4.

Обрабатываемый материал	Смазочно-охлаждающая жидкость
Никель	Эмульсия
Алюминий и его сплавы	Без охлаждения; эмульсия; смешанные масла, керосин
Нержавеющие, жаропрочные сплавы	Смесь из 50 % осерненного масла, 30 % керосина, 20 % олеиновой кислоты (или 80 % сульфофрезола и 20 % олеиновой кислоты)
Волокнит, винипласт, оргстекло и т. д.	3...5 %-ная эмульсия

Примечание. В деталях из текстолита и гетинакса нарезание резьбы осуществляют с обдувкой сжатым воздухом.

При нарезании резьб в деталях из силумина, алюминия стружка налипает на метчик и вследствие этого возникают задиры; при нарезании резьбы в нержавеющих, жаропрочных и других высоколегированных сталях метчик быстро затупляется.

Смазка, предложенная Г.Д. Петровым, дает возможность получения высококачественной резьбы с наименьшими затратами труда. Она имеет следующий состав (%): олеиновая кислота – 78, стеариновая кислота – 17, сера тонкого помола – 5. Стеариновую и олеиновую кислоты смешивают при 60...65 °С, затем смесь охлаждают до 20 °С и смешивают с серой тонкого помола. Инструментом, смазанным этой пастой, легко нарезается резьба в отверстиях деталей, подвергнутых закалке до $HRC_э$ 38...42.

§ 61. НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ РЕЗЬБЫ

Инструмент. Наружную резьбу нарезают плашками вручную и на станках.

В зависимости от конструкции плашки подразделяют на круглые, накатные, раздвижные (призматические).

Круглые плашки (лерки) изготовляют цельными и разрезными.

Цельная плашка (рис. 269, *а*) представляет собой стальную закаленную гайку, в которой через резьбу *1* прорезаны сквозные продольные отверстия, образующие режущие кромки и служащие для выхода стружки. С обеих сторон плашки имеются заборные части *2* длиной $1^1/_2$...2 нитки. Эти плашки применяют при нарезании резьбы диаметром до 52 мм за один рабочий ход.

Диаметры цельных круглых плашек предусмотрены стандартом: для

основной метрической резьбы – от 1 до 76 мм, для дюймовой – от $^1/_4$ до 2″, для трубной – от $^1/_8$ до $1^1/_2$″.

Круглые плашки при нарезании резьбы вручную закрепляют в специальном воротке.

Разрезные плашки (рис. 269, *б*) в отличие от цельных имеют прорезь (0,5...1,5 мм), позволяющую регулировать диаметр резьбы в пределах 0,1...0,25 мм. Вследствие пониженной жесткости нарезаемая этими плашками резьба имеет недостаточно точный профиль.

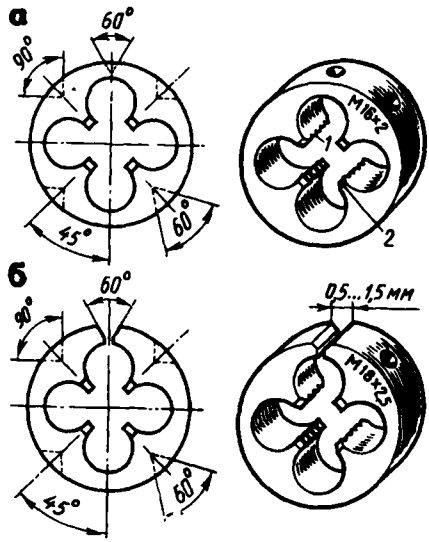


Рис. 269. Плашки:
а – цельная, *б* – разрезная; *1* – резьба, *2* – заборная часть

Резьбонакатные плашки (рис. 270, *а–в*), применяющиеся для накатывания точных профилей резьбы, имеют корпус, на котором устанавливают накатные ролики с резьбой. Ролики можно регулировать на размер нарезаемой резьбы. Плашки вращают двумя рукоятками, ввертываемыми в корпус.

С помощью резьбонакатных плашек нарезают резьбы ∅ 4...33 мм и шагом 0,7...2 мм по 6...8-му квалитетам. Накатывание выполняют на станках, а также вручную. Резьба получается более прочной, поскольку волокна металла в винтах не перерезаются. Кроме того, благодаря давлению плашек волокна упрочняются. Так как резьба только выдавливается, поверхность получается более чистой. Накатывание резьбы производится так же, как и нарезание клуппами (см. далее).

На рис. 270, *б* показана резьбонакатная плашка типа НПН, применяемая для накатывания резьб М6 и М12 на сверлильных и токарных станках. Плашка, изображенная на рис. 270, *в*, предназначена для накатыва-

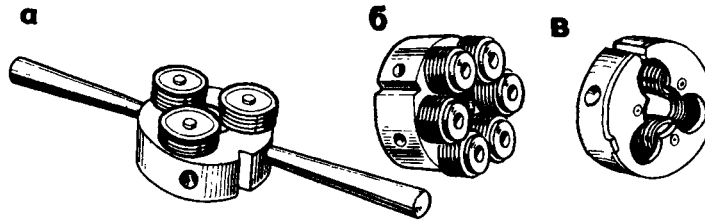


Рис. 270. Резьбонакатные плашки:
а – типа МПН, *б* – типа НПН, *в* – для накатывания резьбы на тонкостенных трубах

ния резьб на тонкостенных трубах на сверлильных и токарных станках, а также вручную.

Раздвижные (призматические) плашки в отличие от круглых состоят из двух половинок, называемых полуплашками (рис. 271, *а*). На каждой из них указаны размер наружной резьбы и цифра 1 или 2 для правильного закрепления в приспособлении (клуппе). На наружной стороне полуплашек имеются угловые канавки (пазы), которыми они устанавливаются в выступы клуппа.

Для равномерного распределения давления винта на полуплашки во избежание перекоса между полуплашками и винтом помещают сухарь.

Раздвижные (призматические) плашки изготовляют комплектами по 4...5 пар в каждом; каждую пару по мере необходимости вставляют в клупп. Раздвижные плашки изготовляют для метрической резьбы диаметром от М6 до М52, для дюймовой – от $^1/_4$ до 2″ и для трубной – от $^1/_8$ до $1^3/_4$″. Раздвижную плашку закрепляют в клуппе (рис.

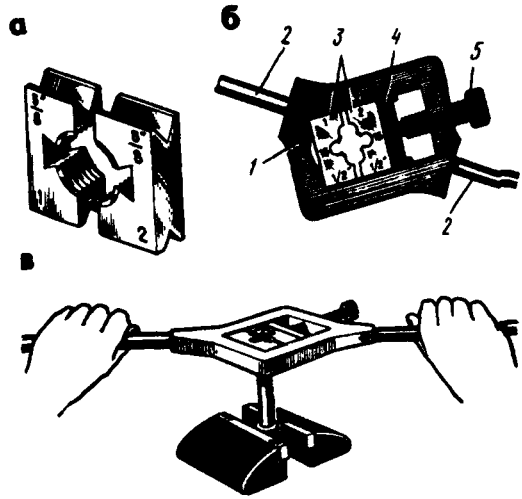


Рис. 271. Раздвижные (призматические) плашки:
а – общий вид, *б* – закрепление в клуппе, *в* – нарезание резьбы

271, *б*), который состоит из косой рамки *1* с двумя рукоятками *2* и зажимного винта *5*. Полуплашки *3* вставляют в выступы рамки, вводят сухарь *4* и закрепляют винтом *5*. Клуппы, в которых устанавливают призматические плашки, изготовляют шести размеров — от № 1 до № 6 Работа клуппом показана на рис. 271, *в*.

Процесс нарезания резьбы. При нарезании резьбы плашкой надо иметь в виду, что в процессе образования профиля резьбы металл изделия, особенно сталь, медь и др., "тянется", диаметр стержня увеличивается. Вследствие этого усиливается давление на поверхность плашки, что приводит к ее нагреву и прилипанию частиц металла, поэтому резьба получается рваной.

При выборе диаметра стержня под наружную резьбу следует руководствоваться теми же соображениями, что при выборе отверстий под внутреннюю резьбу. Хорошее качество резьбы можно получить в том случае, если диаметр стержня меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы. Если диаметр стержня будет значительно меньше требуемого, то резьба получится неполной; если же диаметр стержня будет больше, то плашка или не сможет быть навинчена на стержень и конец стержня будет испорчен, или во время нарезания зубья плашки вследствие перегрузки могут сломаться.

При нарезании резьбы плашкой вручную стержень закрепляют в тисках так, чтобы его конец, выступающий над уровнем губок, был на 20...25 мм больше длины нарезаемой части (рис. 272). Для обеспечения врезания на верхнем конце стержня снимают фаску.

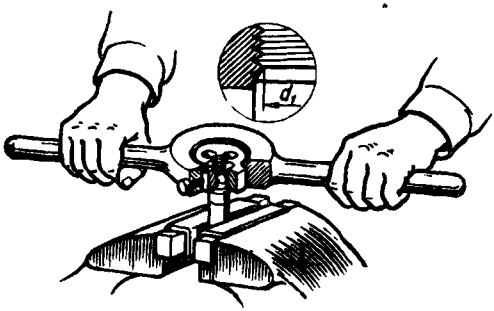


Рис. 272. Прием нарезания резьбы плашкой

Затем на стержень накладывают закрепленную в клупп плашку и с небольшим нажимом вращают клупп так, чтобы плашка врезалась примерно на одну-две нитки. После этого нарезаемую часть стержня смазывают маслом и вращают клупп с равномерным давлением на обе рукоятки так, как при нарезании метчиком, т.е. один-два оборота вправо и пол-оборота влево.

Для предупреждения брака и поломки зубьев плашки необходимо следить за перпендикулярным положением плашки по отношению к стержню: плашка должна врезаться в стержень без перекоса.

Нарезанную наружную резьбу проверяют резьбовыми микрометрами или резьбовыми калибрами-кольцами и резьбовыми шаблонами. Плашками вручную нарезают резьбу по 8...9-му квалитетам.

Нарезание резьбы клуппами проводят в следующем порядке. Устанавливают в клупп плашки и раздвигают их на размер несколько больший, чем диаметр нарезаемой заготовки. Зажимают заготовку в тисках в вертикальном положении и запиливают на торце фаску; надевают клупп на стержень заготовки и плотно сдвигают плашки винтом.

Клупп с плашками, смазанными смешанным или осернённым маслом, поворачивают на 1...1 1/2 оборота по часовой стрелке, затем на 1/4...1/2 оборота обратно. Нарезав резьбу, клупп перемещают, вращая его в обратную сторону для схода на конец стержня; затем поджимают плашку винтом и проходят резьбу вторично.

Проверяя резьбу калибром или гайкой (в крайнем случае), повторяют нарезание до получения резьбы нужного размера. По окончании работы плашки вынимают из клуппа, очищают от стружки, тщательно протирают и смазывают маслом.

Прогрессивные способы нарезания и законтривания резьбы. Многие детали машин (тракторов, автомобилей, металлорежущих и других станков) соединяют с помощью резьбовых соединений. Трудоемкость процесса нарезания резьбы уменьшают различными способами.

Находят применение закаленные самовыдавливающие винты, которыми через пробитые отверстия соединяют листовые детали.

На Волжском автомобильном заводе широко применяют закаленные самонарезающиеся винты для чугунных и стальных деталей. Винты при вращении с подачей выдавливают резьбовые канавки.

На этом же заводе применяют самоконтрящие резьбовые соединения — шестигранную головку, имеющую выточки на нижнем торце, а на верхнем — лунки и радиальные канавки, и болты с зубчатым буртиком. Их использование значительно сокращает трудоемкость сборочных работ.

Для предотвращения отвинчивания болтов применяют клеи (анаэробные смолы) типа ТЕН-3, которые рекомендуются для стопорения соединений, работающих в условиях вибрационной нагрузки.

§ 62. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ НА ТРУБАХ

Нарезание наружной резьбы осуществляют плашкой, внутренней — метчиком.

Клупп (рис. 273, *а*) состоит из корпуса *2*, длинных рукояток *1*, четырех плоских резьбовых плашек (гребенок) *3*, которые могут одновременно сближаться к центру или расходиться от него при повороте планшайбы *4*. Благодаря этому одним и тем же клуппом можно пользоваться для нарезания труб разных диаметров.

Плашки *3* в зависимости от диаметра трубы устанавливают враще-

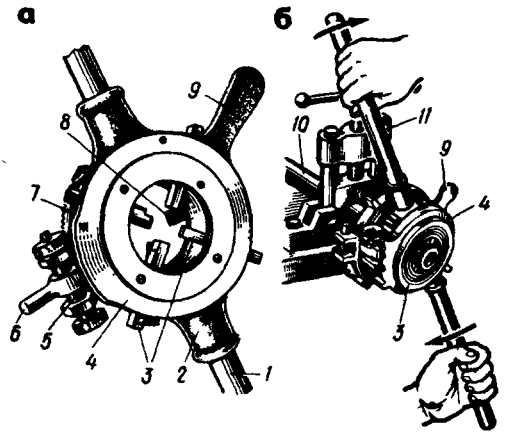


Рис. 273 Трубный клупп с раздвижными плашками для нарезания резьб диаметром от $^1/_2$ до 3″: *а* – устройство, *б* – прием нарезания резьбы

нием червяка *5*, находящегося в зацеплении с зубчатым сектором *7*, а после установки нужного размера стопорят нажимом рычага *6*. Точная установка резьбовых плашек на нужный диаметр осуществляется по делениям (нониусу) на корпусе клуппа.

Кроме четырех резьбовых плашек *3* в корпусе *2* клуппа установлены направляющие плашки *8* (гладкие, без резьбы), которые обеспечивают устойчивое положение клуппа на трубе при нарезании резьбы.

К клуппу прилагаются несколько комплектов плашек (гребенок), допускающих нарезание трубных резьб диаметром от $^1/_2$ до 3″.

Нарезание трубной резьбы клуппом следует осуществлять в таком порядке:

осмотреть плашки: стружечные канавки должны быть чистыми, без заусенцев и других дефектов, а режущие кромки – острыми, без задиров, завалов и выкрошенных мест и изломов;

конец нарезаемой трубы *10* закрепить в трубном прижиме *11* (рис. 273, *б*);

часть трубы, на которой будет нарезаться резьба, смазать маслом (олифой);

установить клупп на трубу и сблизить плашки с усилием, рассчитанным так, чтобы резьба была нарезана за несколько рабочих ходов (для диаметров до 1″ достаточно два хода, а для диаметров больше 1″ – три);

вращать клупп вокруг трубы в четыре приема, т.е. за каждый прием повернуть его примерно на 90°;

не свертывая клуппа с трубы, рукояткой *9* планшайбы *4* раздвинуть плашки *3* (тогда клупп снимается с трубы свободно);

проверить качество нарезанной резьбы;

клупп с плашками тщательно протереть, смазать минеральным маслом.

§ 63. МЕХАНИЗАЦИЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Нарезание резьбы вручную является малопроизводительной и трудоемкой операцией, поэтому при возможности стремятся применить средства механизации.

Для механизации процесса нарезания резьбы в крупногабаритных деталях, а также при монтаже (сборке) изделий применяют такие специальные ручные механизированные инструменты, как резьбонарезатели с электрическим или пневматическим приводом, а также электро- и пневмосверлилки, оснащенные специальными насадками.

Резьбонарезатель с электрическим приводом (рис. 274) имеет встроенный электродвигатель, редуктор, реверсивный механизм и нагрудник. На валу ротора электродвигателя *1* (рис. 274, *а*) закреплено 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 нажиме на корпус инструмента сверху вниз (рис. 274, *б*) шпиндель *7* вдвигается внутрь, его фланец *5* входит в зацепление с выступом *4* зубчатого колеса *3*, метчик при этом начинает ввертываться в отверстие.

Перед вводом в нарезаемое отверстие метчик смазывают маслом. Удерживая резбонарезатель в руках так, чтобы не было перекоса метчика относительно оси отверстия, включают электродвигатель и слегка нажимают на корпус.

После нарезания резьбы и прекращения нажатия шпиндель *7* выдвинется из корпуса и фланец *5* войдет в зацепление с выступами *8* зубчатого колеса *6*. Но так как колесо *6* вращается в 2 раза быстрее, то метчик начнет с удвоенной скоростью вывертываться из отверстия. Производительность нарезания резьбы таким способом в 6...10 раз выше производительности ручного способа.

Резьбонарезатель с пневматическим приводом

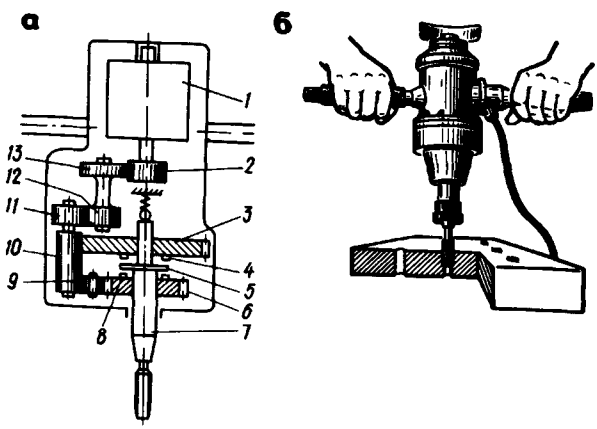


Рис. 274. Резьбонарезатель с электрическим приводом:
а – кинематическая схема, *б* – прием работы

(рис. 275, *а*) предназначен для нарезания мелких резьб. Четырехклапанный ротационный пневмодвигатель *1* через редуктор приводит во вращение свободно сидящие зубчатые колеса. При нажатии на корпус муфты входят в зацепление с зубчатым колесом, что соответствует рабочему ходу (нарезание резьбы). Когда корпус за рукоятку *2* оттягивают на себя, шпиндель *5* смещается под действием пружины вниз, муфта зацепляется с зубчатым колесом и происходит ускоренное вывинчивание метчика из отверстия.

Инструмент включают нажатием большого пальца на курок *3* (сжатый воздух пропускается через клапан в двигатель). Отработанный воздух выходит из двигателя через боковые отверстия *4*. Редуктор и реверсивный механизм смазывают густой смазкой через имеющееся в корпусе отверстие.

Перед вводом в отверстие метчик также смазывают маслом. Прием работы резьбонарезателем показан на рис. 275, *б*. Нельзя допускать перекоса метчика относительно оси отверстия. Включая двигатель, следует слегка нажимать на корпус, нарезая резьбу. При прекращении нажима на метчик резьбонарезатель изменит направление вращения, а метчик вывернется из отверстия.

После нарезания резьбу протирают чистой тряпкой и проверяют.

Нарезание резьбы в отверстиях с помощью сверлильного станка является наиболее производительным способом. Его осуществляют с помощью предохранительного патрона, в котором метчик закрепляют на допустимое усилие. При нарезании резьбы в глухом отверстии метчик упирается в дно последнего, при этом автоматически прекращается вращение.

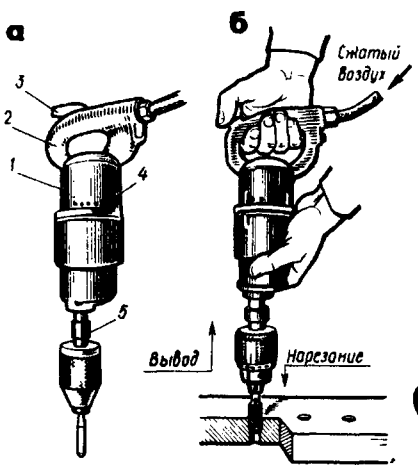


Рис. 275. Резьбонарезатель ПНР-8 легкого типа с пневматическим приводом: *а* – устройство, *б* – прием работы

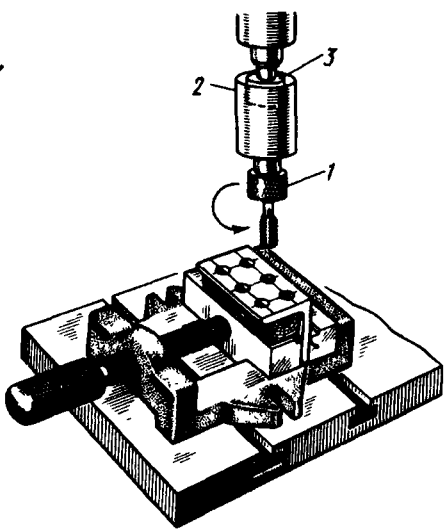


Рис. 276. Нарезание резьбы в отверстии с помощью сверлильного станка

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
Рваная резьба	Тупой метчик или плашка	Заменить метчик или плашку
	Неудовлетворительное охлаждение	Увеличить охлаждение
	Перекос метчика или плашки относительно отверстия при неправильной установке	Правильно установить инструмент, не допускать перекоса
Тупая резьба	Велик диаметр просверленного отверстия под резьбу или мал диаметр стержня	Правильно подбирать диаметры сверла и метчика (плашки)
	Малы передний и задний углы сверла	Заменить инструмент, выбрав его с учетом обрабатываемого материала
	Высокая вязкость материала детали	То же
Неточный профиль резьбы	Мал передний угол метчика или плашки	Заменить инструмент
	Недостаточная длина заборного конуса	То же
	Тупой или неправильно заточенный инструмент	"
	Смазочно-охлаждающая жидкость не соответствует обрабатываемому материалу	Применять соответствующую смазочно-охлаждающую жидкость
	Чрезмерно высокая скорость резания	Выбрать рациональную скорость резания (по таблице)
Ослабленная резьба	Разбивание резьбы метчиком при неправильной его установке	Устанавливать метчик без перекоса

Продолжение табл. 5

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
	Биение инструмента	Устранить биение инструмента
	Применение повышенных скоростей резания	Применять нормальные скорости резания (по таблице)
Тугая резьба	Диаметр инструмента не соответствует заданному диаметру резьбы	Применять инструменты необходимого диаметра
Конусность резьбы	Неправильное вращение метчика (разбивание верхней части отверстия)	Правильно устанавливать метчик, правильно работать им
Поломка метчика	Защемление стружки при вывертывании метчика	Периодически выводить метчик из отверстия для удаления стружки
	Заниженный диаметр отверстия под резьбу	Применять сверла требуемого диаметра
Срыв резьбы	То же	То же
	Затупившийся метчик	Заменить метчик
	Стружка забивается в канавки метчика	Периодически выводить метчик из отверстия для удаления стружки

Предохранительный патрон устанавливают в шпиндель станка, как в обыкновенный патрон с коническим хвостовиком. Метчик вставляют в цангу патрона (рис. 276) и закрепляют накидной гайкой *1*. Сверлильный станок налаживают на скорость резания 5...8 м/мин. После включения электродвигателя проверяют метчик на биение, затем его смазывают маслом и нарезают резьбу. Метчик регулируют на допустимое усилие круглой гайкой *2*, которая стопорится винтом *3*.

Наибольший размер нарезаемой таким способом резьбы равен 8 мм. Применение станка ускоряет процесс нарезания резьбы в 8...10 раз по сравнению с нарезанием вручную.

Кроме применения резьбонарезных машинок в серийном и массовом производстве резьбу нарезают на резьбонарезных станках.

Дефекты. Наиболее часто встречающиеся при резьбонарезании дефекты, причины их возникновения и способы устранения приведены в табл. 5.

§ 64. СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ СЛОМАННЫХ МЕТЧИКОВ

При поломке метчик удаляют из отверстия несколькими способами.

Если из отверстия торчит обломок метчика, то выступающую часть захватывают плоскогубцами или ручными тисочками и вывертывают обломок из отверстия; при отсутствии выступающей части в канавки метчика продевают концы согнутой вдвое проволоки и вывертывают метчик с ее помощью; если небольшой обломок метчика не удается вывернуть с помощью проволоки, метчик разламывают на мелкие куски закаленным пробойником, напоминающим кернер, и куски извлекают из отверстия.

Когда сломан метчик из быстрорежущей стали, деталь с обломком метчика нагревают в муфельной или нефтяной печи и дают остыть вместе с печью (при данном способе нагревают деталь в конце смены, т.е. перед выключением печи до следующего дня); отожженный этим способом метчик высверливают.

Если сломан метчик из углеродистой стали, деталь вместе с застрявшим обломком нагревают докрасна, затем медленно охлаждают ее и после окончательного охлаждения высверливают застрявшую часть метчика.

Если деталь очень большая и ее нагрев связан со значительными трудностями, применяют следующие способы: 1) с помощью специальной оправки, имеющей на торце три выступа (рожки) *2* (рис. 277, *а*), которыми она входит в канавки метчика; перед удалением осколка метчика *1* из детали в отверстие заливают керосин, чтобы облегчить удаление, после чего вставляют оправку и, осторожно раскачивая вращением воротка, вывертывают осколок; для извлечения метчиков разных диаметров имеют набор вилок (рожков) *2*; 2) с помощью специального зенкера (рис. 277, *б*); 3) путем приварки электродом планки на обломок метчика, сломанного в детали из силумина (рис. 278); после охлаждения метчик свободно вывертывается из отверстия; 4) с помощью ключа, надеваемого на квадратный конец специальной оправки, приваренной к поломанному метчику (рис. 279); 5) путем травления метчика, сло-

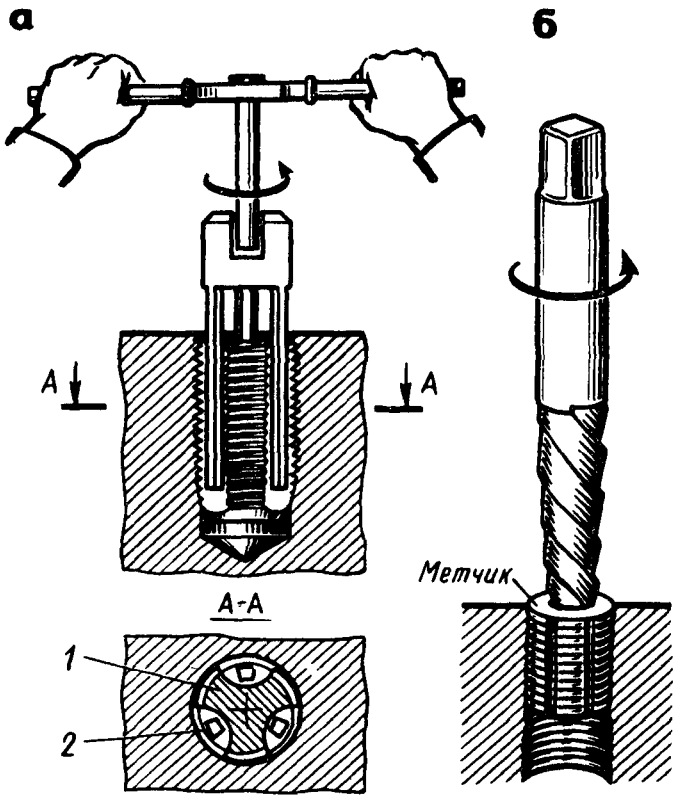


Рис 277 Удаление сломанного метчика из детали с помощью специальных оправки (*а*) и зенкера (*б*)

манного в детали из алюминиевого сплава; в теле метчика высверливают отверстие, стараясь не повредить резьбу детали; травят раствором азотной кислоты, который, хорошо растворяя сталь (материал метчика), незначительно действует на алюминиевый сплав (материал детали); в качестве катализатора применяют кусочки железной (вязальной) проволоки, которые опускают в раствор кислоты, налитой в отверстие метчика; через каждые 5...10 мин использованную кислоту удаляют из отверстия метчика пипеткой, а отверстие вновь наполняют свежей кислотой; процесс продолжают несколько часов до тех пор, пока металл метчика не будет окончательно разрушен, после чего остатки кислоты удаляют,

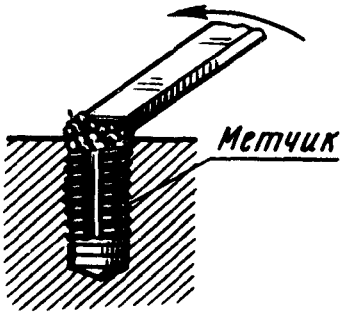


Рис 278 Удаление сломанного метчика из детали с помощью приваренной к остатку метчика планки

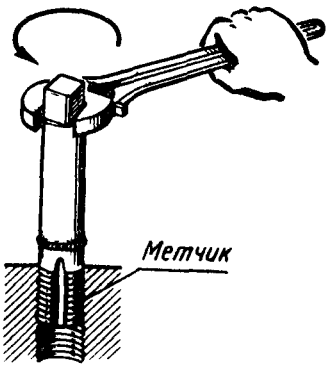


Рис. 279 Удаление сломанного метчика из детали с помощью ключа

а отверстие промывают (травление проводят также соляной кислотой с подогревом детали).

Безопасность труда. При нарезании резьбы метчиком на станке следует руководствоваться требованиями безопасности, которые необходимо выполнять при работе на сверлильных станках. При нарезании резьбы метчиками и плашками вручную в деталях с сильно выступающими острыми частями следят за тем, чтобы при повороте воротка не поранить руки. При использовании электро- и пневмоинструментов выполняют соответствующие требования безопасности.

Глава XIII. КЛЕПКА

§ 65. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Клепкой называется процесс соединения двух или нескольких деталей с помощью заклепок. Этот вид соединения относится к группе неразъемных, так как разъединение склепанных деталей возможно только путем разрушения заклепки.

Заклепочные соединения широко применяют при изготовлении металлических конструкций мостов, ферм, рам, балок, а также в котлостроении, самолетостроении, судостроении и др.

Процесс клепки состоит из следующих основных операций:

образование отверстия под заклепку в соединяемых деталях сверлением или пробивкой;

зенкование гнезда под закладную головку заклепки (при клепке заклепками с потайной головкой);

вставка заклепки в отверстие;

образование замыкающей головки заклепки, т.е. собственно клепка.

Клепка разделяется на холодную, т.е. выполняемую без нагрева заклепок, и горячую, при которой перед постановкой на место стержень заклепки нагревают до 1000...1100 °С.

Практикой выработаны следующие рекомендации по применению холодной и горячей клепки в зависимости от диаметра заклепок:

до $d = 8$ мм – только холодная;

при $d = 8...12$ мм – как горячая, так и холодная;

при $d > 12$ мм – только горячая.

При выполнении слесарных работ обычно прибегают только к холодной клепке. Горячую клепку выполняют, как правило, в специализированных цехах. Холодная клепка широко применяется в самолетостроении.

Преимущество горячей клепки заключается в том, что стержень лучше заполняет отверстие в склепываемых деталях, а при охлаждении заклепка лучше стягивает их. Образование замыкающей головки может происходить при быстром (ударная клепка) и медленном (прессовая клепка) действии сил.

В зависимости от инструмента и оборудования, а также способа нанесения ударов или давления на заклепку различают клепку трех видов – ударную ручными инструментами; ударную с по-

мощью клепальных пневмомолотков; прессовую с помощью клепальных прессов или скоб. Ударную ручную клепку вследствие высокой стоимости и низкой производительности применяют ограниченно — при малом объеме работ или в условиях, когда из-за отсутствия клепального инструмента и оборудования нельзя выполнять ударную либо прессовую клепку.

Заклепочные соединения имеют ряд существенных недостатков, основными из которых являются: увеличение массы клепаных конструкций; ослабление склепываемого материала в местах образования отверстий под заклепки; значительное число технологических операций, необходимых для выполнения заклепочного соединения (сверление или пробивка отверстий, зенкование или штамповка гнезд под потайную головку, вставка заклепок и собственно клепка); значительный шум и вибрации (колебания), возникающие при работе ручными пневматическими молотками и вредно влияющие на организм человека, и др.

Поэтому кроме совершенствования самого процесса клепки применяют и другие способы получения неразъемных соединений, например электрической и газовой сваркой, соединением металлов термостойкими клеями ВК-32-200, ВК-32-250, ИП-9 и др.

Однако в ряде отраслей машиностроения, например в авиастроении, в производстве слесарно-монтажного инструмента клепку еще широко применяют, особенно для соединения конструкций, работающих при высоких температурах и давлениях.

Различают клепку ручную, механизированную, при которой применяют пневматические клепальные молотки, и машинную, выполняемую на прессах одинарной и групповой клепки.

§ 66. ТИПЫ ЗАКЛЕПОК

Заклепка — это цилиндрический металлический стержень с головкой определенной формы. Головка заклепки, высаженная заранее, т.е. изготовленная вместе со стержнем, называется закладной, а образующаяся во время клепки из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей, — замыкающей.

По форме головок различают заклепки: с полукруглой высокой головкой (рис. 280, *а*) со стержнем $\varnothing$ 1...36 мм и длиной 2...180 мм; с полукруглой низкой головкой (рис. 280, *б*) со стержнем $\varnothing$ 1...10 мм и длиной 4...80 мм; с плоской головкой (рис. 280, *в*, слева) со стержнем $\varnothing$ 2...36 мм и длиной 4...180 мм (рис. 280, *в*, справа); с потайной головкой (рис. 280, *г*) со стержнем $\varnothing$ 1...36 мм и длиной 2...180 мм; с полупотайной головкой (рис. 280, *д*) со стержнем $\varnothing$ 2...36 мм и длиной 3...210 мм.

Заклепки изготовляют из материалов, обладающих хорошей пластичностью, — сталей (Ст2, Ст3, стали 10 и 15), меди (М3, МТ), латуни (Л63), алюминиевых сплавов (АМг5П, Д18, АД1); заклепки для ответственных соединений изготовляют из нержавеющей (Х18Н9Т) или легированной (09Г2) стали.

Как правило, заклепки должны быть выполнены из того же мате-

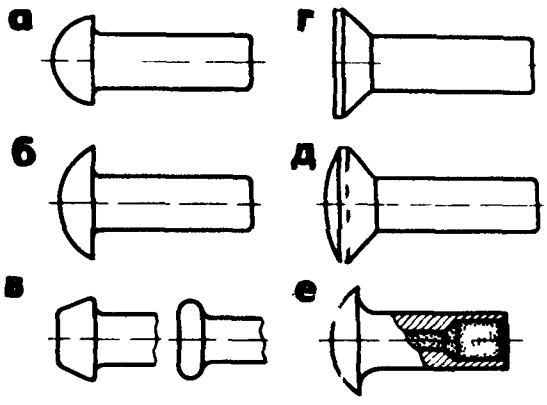


Рис. 280. Заклепки:
а – с полукруглой высокой головкой, *б* – с полукруглой низкой головкой, *в* – с плоской головкой, *г* – с потайной головкой, *д* – с полупотайной головкой, *е* – взрывная двухкамерная

риала, что и соединяемые детали; в противном случае возможно появление коррозии и разрушение места соединения.

Наиболее широкое применение в машиностроении получили заклепки с полукруглой головкой. В некоторых случаях применяют специальные типы заклепок – взрывные (АН-1504), с сердечником (АН-831) и др.

Взрывные заклепки (рис. 280, *е*) имеют в свободном конце стержня углубление (камеру), заполненное взрывчатым веществом, которое защищено от проникновения атмосферной влаги слоем лака. Взрывные заклепки изготовляют $\varnothing$ 3,5; 4; 5 и 6 мм из проволоки марки Д18П. Длина стержня взрывных заклепок – от 6 до 20 мм, толщина склепываемого пакета – от 1,6...2,5 до 14,1...15 мм.

Клепку взрывными заклепками осуществляют в тех случаях, когда невозможно сделать замыкающую головку. В качестве расклепывающего инструмента используется электрический нагреватель *1* (рис. 281).

Процесс клепки заключается в том, что в отверстие вставляют заклепку *2* (рис. 281), в свободном конце стержня которой имеется камера, заполненная взрывчатым веществом. Легким ударом молотком заклепку осаживают (в холодном состоянии). Затем на закладную головку накладывают наконечник электрического нагревателя *1*. В течение 2...3 с заклепка нагревается; при 130...160 °С заряд взрывается, при этом конец стержня сильно расширяется и образует замыкающую головку *3*.

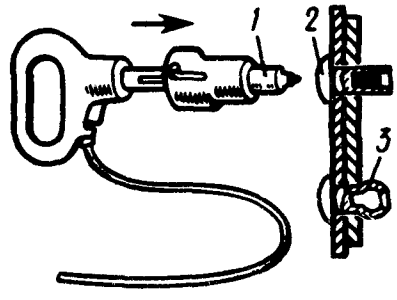


Рис. 281. Клепка взрывными заклепками

Клепка трубчатыми заклепками заключается в том, что в отверстие устанавливают заклепку *1* (рис. 282, *а*) с полым стержнем (пистоном), затем специальным инструментом — пистонницей *3* — заклепку осаживают, подтягивают склепываемые детали друг к другу и расклепывают (поз. *2*). Качество расклепывания (развальцовки) свободного конца стержня для образования замыкающей головки зависит от конструкции, формы и размеров крючка *4* пистонницы, который подбирается по размерам закладной головки, а также в зависимости от усилия нажима.

Более просто трубчатыми заклепками детали склепывают так: закладывают заклепку в отверстие на поддержке и раздают концы заклепки ударами молотком по кернеру (рис. 282, *б*).

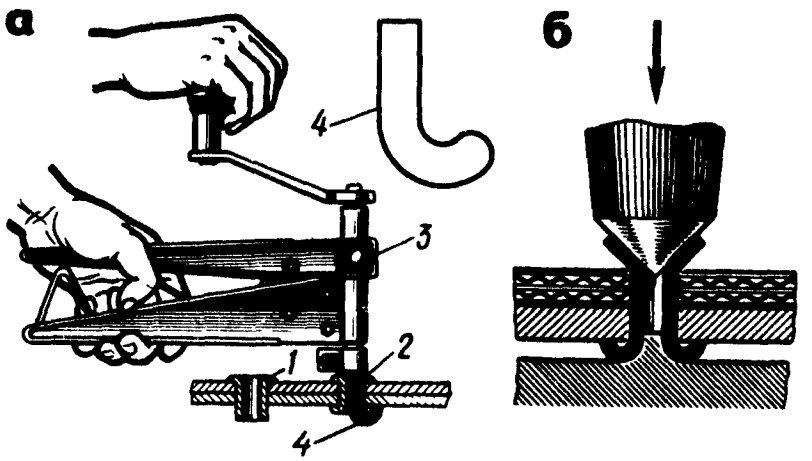


Рис. 282. Клепка трубчатыми заклепками:
а — рабочий момент, *б* — раздача концов заклепки кернером

Заклепки с сердечником (рис. 283, *а*) имеют полый стержень (пистон) *3*, в который помещен сердечник *2* с утолщенной частью на конце.

Процесс односторонней клепки заклепками с сердечником осуществляют в таком порядке:

закладную головку *1* сердечника вставляют в прорезь специального захватывающего наконечника ручных клещей или ручного пресса и вставляют в отверстие склепываемых деталей (рис. 283, *б*);

с помощью клещей или ручного пресса сердечник протягивают сквозь пистон (рис. 283, *в*); при этом утолщенная часть сердечника раздает стенки пистона и впрессовывает его в стенки отверстия, а при дальнейшем протягивании замыкающая головка *4* сердечника входит в пистон и развальцовывает его;

выступающую часть сердечника срезают (надкусывают) кусачками (рис. 283, *г*), получая полностью оформленную заклепку (рис. 283, *д*).

Заклепки с сердечником изготовляют двух типов — с потайной и полупотайной головками. Наружный диаметр пистона — от 3,5 до 5 мм. Этот тип заклепок применяют для соединения деталей, подвергающихся незначительной нагрузке.

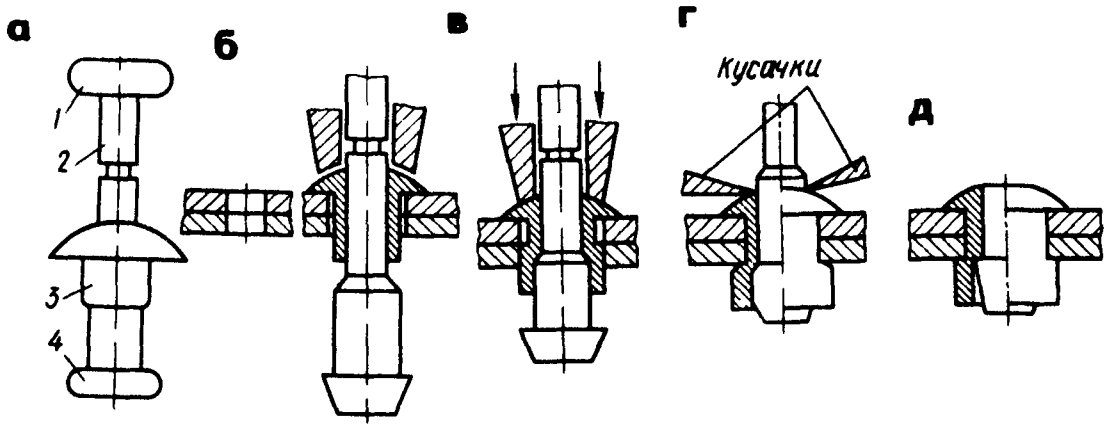


Рис. 283. Клепка заклепками с сердечником:
а – конструкция заклепки, *б* – заклепка, вставленная в отверстия склепываемых деталей, *в* – протягивание сердечника сквозь пистон и развальцовывание сердечника, *г* – срезание кусачками выступающей части сердечника, *д* – полностью оформленная заклепка

З а к л е п к и Ц А Г И, как и заклепки с сердечником, состоят из двух частей – пистона *1* (рис. 284) и сердечника *2* (из стали 30ХМА), который закаливается. Пистон с сердечником вставляют в отверстие, а затем ударами молотком забивают сердечник в пистон, у которого при этом отгибаются разрезанные концы, образующие замыкающую головку *3*.

§ 67. ВИДЫ ЗАКЛЕПОЧНЫХ ШВОВ

Место соединения деталей заклепками называется з а к л е п о ч н ы м ш в о м (рис. 285). В зависимости от характеристики и назначения заклепочного соединения заклепочные швы делят на три вида – прочные, плотные и прочноплотные.

П р о ч н ы й ш о в применяют для получения соединений повышенной прочности. Прочность шва достигается тем, что он имеет несколько рядов заклепок. Эти швы применяют при клепке балок, колонн, мостов и других металлических конструкций.

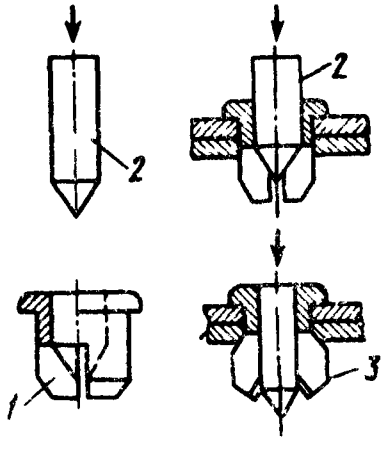


Рис. 284. Заклепка ЦАГИ

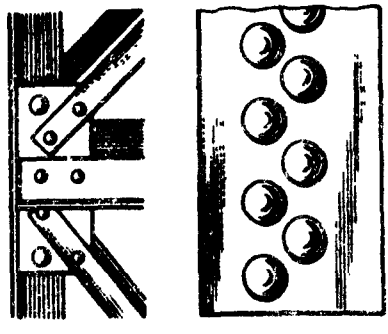


Рис. 285. Внешний вид заклепочных швов

Плотный шов применяют для получения достаточно плотной и герметичной конструкции при небольших нагрузках. Соединения с плотным швом выполняют обычно холодной клепкой. Для достижения необходимой герметичности шва используют различного рода прокладки из бумаги, ткани, пропитанные олифой или суриком, или подчеканку шва. Эти швы применяют при изготовлении резервуаров, не подвергающихся высоким давлениям (открытые баки для жидкости), и некоторых других изделий.

Прочноплотный шов применяют для получения прочного и вместе с тем непроницаемого для пара, газа, воды и других жидкостей соединения, например в паровых котлах и различных резервуарах с высоким внутренним давлением.

Прочноплотные швы выполняют горячей клепкой с помощью клепальных машин с последующей подчеканкой головок заклепок и кромок листов.

В каждом заклепочном соединении заклепки располагают в один, два и более рядов. В соответствии с этим заклепочные швы делятся на однорядные, двухрядные и многорядные, а в зависимости от расположения заклепок — на параллельные и шахматные (рис. 286, *а–г*).

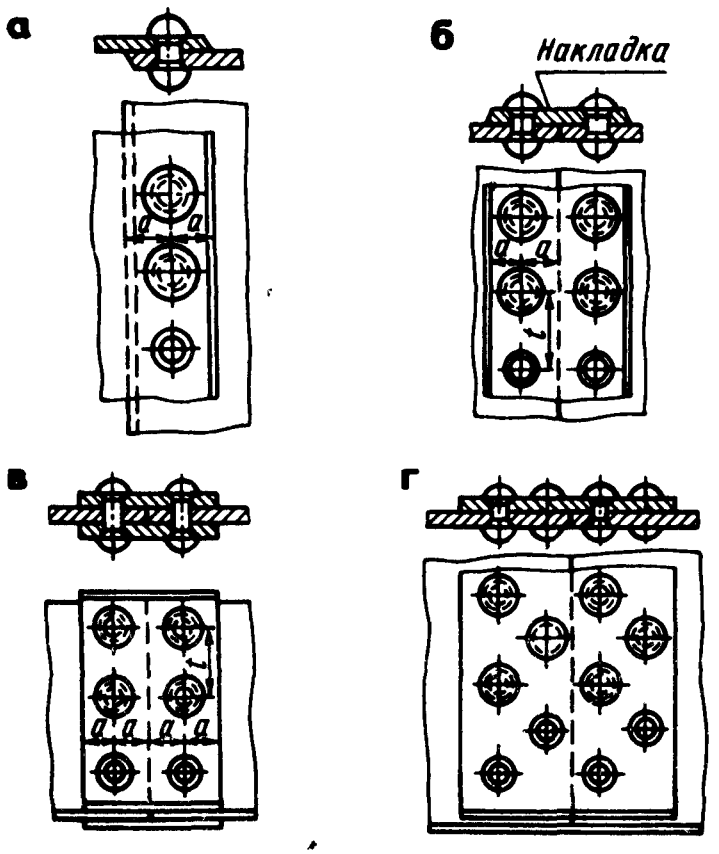


Рис. 286. Заклепочные швы:
а — однорядный в нахлесточном соединении, *б* — однорядный в стыковом соединении с одной накладкой, *в* — однорядный в стыковом соединении с двумя накладками, *г* — двухрядные с шахматным расположением заклепок в стыковом соединении с одной накладкой

Инструменты и приспособления для клепки. При ручной клепке применяют слесарные молотки с квадратным бойком (см. рис. 62, *а*), поддержки, обжимки, натяжки и чеканы.

Массу молотка выбирают в зависимости от диаметра заклепки (см. ниже).

Диаметр заклепки, мм . . .	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8
Масса молотка, г	100	100	200	200	400	400	500	

Поддержки являются опорой при расклепывании стержня заклепок. Форма и размеры поддержек зависят от конструкции склепываемых деталей и диаметра стержня заклепки, а также от выбранного метода клепки (прямой или обратный). Поддержка должна быть в 3...5 раз массивнее молотка.

Обжимки служат для придания замыкающей головке заклепки после осадки требуемой формы. На одном конце обжимки имеется углубление по форме головки заклепки.

Натяжка представляет собой бородок с отверстием на конце; она применяется для осаживания листов.

Чекан представляет собой слесарное зубило с плоской рабочей поверхностью и применяется для создания герметичности заклепочного шва, достигаемой обжатием (подчеканкой) замыкающей головки и края листа.

Выбор заклепок. Независимо от применяемых инструментов и приспособлений склепываемые детали располагают таким образом, чтобы закладные головки заклепок находились сверху. Это позволяет вставлять заклепки предварительно.

Необходимое количество, диаметр и длину заклепок определяют расчетным путём. Длину стержня заклепки выбирают в зависимости от толщины склепываемых листов (пакета) и формы замыкающей головки.

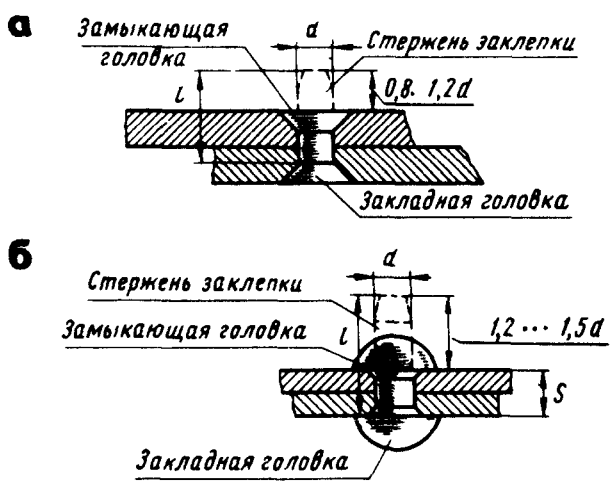


Рис. 287. Элементы заклепки с потайной (*а*) и полукруглой (*б*) головками

Длина l (мм) стержня заклепки для образования замыкающей потайной головки (рис. 287, *а*) определяется по формуле $l = S + (0{,}8...1{,}2)d$, где S – толщина склепываемых листов, мм; d – диаметр заклепки, мм.

Для преобразования замыкающей полукруглой головки (рис. 287, *б*) $l = S + (1{,}2...1{,}5)d$.

По расчетному (приближенному) значению подбирают ближайшее большее значение из числа длин заклепок, предусмотренных стандартами.

Расстояние от центра заклепки до края склепываемых листов должно составлять 1,5 d.

В зависимости от диаметра заклепки отверстия в склепываемых листах (пакетах) сверлят или пробивают. Диаметр отверстия должен быть больше диаметра заклепки (см. ниже).

Диаметр заклепки, мм	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Диаметр отверстия, мм	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2

Виды и методы клепки. Различают два вида ручной клепки – с двусторонним подходом, когда имеется свободный доступ как к замыкающей, так и закладной головке, и с односторонним подходом, когда доступ к замыкающей головке невозможен. В связи с этим различают два метода клепки – открытый, или прямой, и закрытый, или обратный.

Прямой метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по стержню со стороны вновь образуемой, т.е. замыкающей головки. Клепка прямым методом начинается со сверления отверстия под заклепку (рис. 288, *а*). Затем в отверстие вводят снизу стержень заклепки и под закладную головку ставят массивную поддержку *2* (рис. 288, *б*). Склепываемые листы осаживают (уплотняют) с помощью натяжки *1*, которую устанавливают так, чтобы выступающий конец стержня вошел в ее отверстие. Ударом молотком по вершине натяжки осаживают листы, устраняя зазор между ними.

После этого расклепывают стержень заклепки. Так как при расклепывании металл упрочняется, стремятся к возможно меньшему числу ударов. Поэтому сначала несколькими ударами молотком осаживают стержень (рис. 288, *в*), затем боковыми ударами придают полученной головке необходимую форму (рис. 288, *г*), после чего обжимкой *3* окончательно оформляют замыкающую головку (рис. 288, *д*).

При выполнении шва с потайными головками под закладную головку ставят плоскую поддержку и ударяют точно по оси заклепки. Во избежание образования неровностей клепку выполняют через два-три отверстия, начиная с крайних, после чего производят клепку по остальным отверстиям.

Обратный метод клепки характеризуется тем, что удары молотком наносят по закладной головке. Этот метод применяют при затрудненном доступе к замыкающей головке. Стержень заклепки

вводят сверху (рис. 289, *а*), а поддержку ставят под стержень. Молотком ударяют по закладной головке через оправку (рис. 289, *б*), формируя с помощью поддержки замыкающую головку. Качество клепки по этому методу несколько ниже, чем по прямому.

Клепку по обратному методу выполняют также взрывными и трубчатыми заклепками (особые виды клепки).

Способ клепки Таумель разработан в Швейцарии. Головка Таумель, в которой помещается обжимка, вращается вокруг оси заклепочного стержня. Таким образом, продольная ось обжимки описывает в пространстве конус, вершина которого расположена в середине замыкающей головки. Благодаря этому возникает движение прецессии, причем исключается всякое скольжение между обжимкой и заклепочным стержнем так, что обжимка обкатыванием геометрически воспроизводит свою форму на заклепке. Прижимное усилие по линии касания между инструментом и заклепочной головкой слегка превышает предел прочности (при сжатии) обрабатываемого материала.

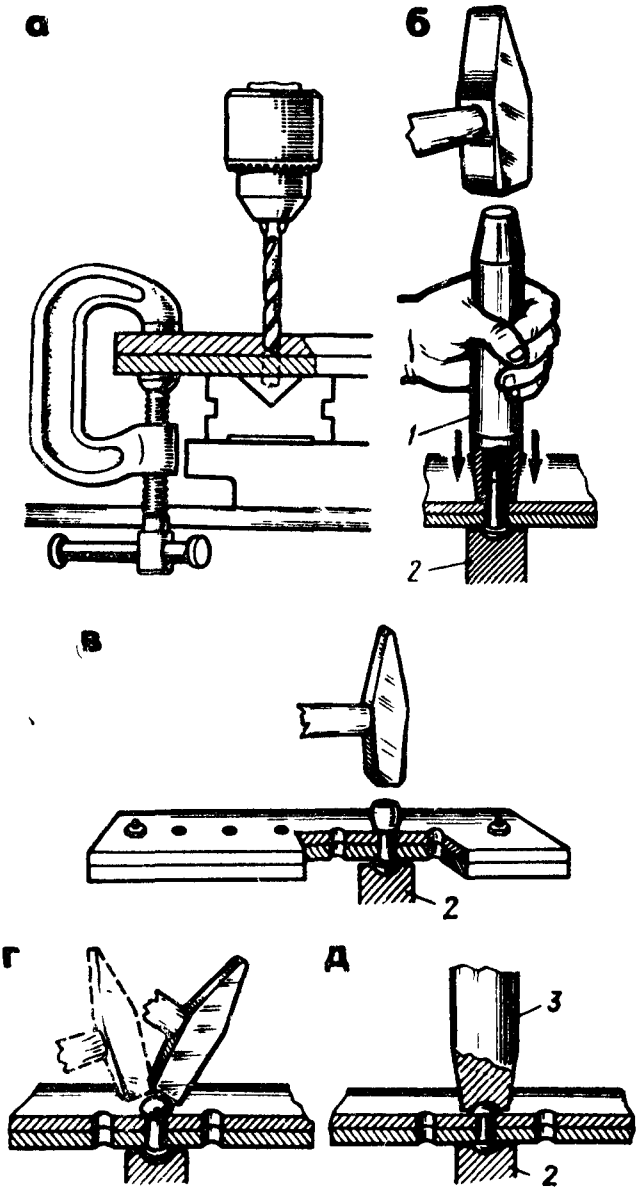


Рис 288. Клепка прямым методом: *а* – сверление отверстия, *б* – осаживание заклепываемых листов с помощью натяжки, *в* – осаживание стержня заклепки, *г* – придание формы замыкающей головке, *д* – окончательное оформление замыкающей головки

Замыкающая головка заклепки образуется постепенной деформацией материала, так как при каждом проходе линии касания обжимки прокатывается лишь малое количество заклепочного материала. Благодаря этому в противоположность другим способам клепки материалу обеспечивается оптимальная текучесть. Этот способ клепки имеет следующие преимущества: бесшумность; сохранность гальванических покрытий, несмотря на деформацию; возможность обработки даже цементованных заклепок; получение гладкой поверхности замыкающей головки; простота и надежность способа, не требующего высококвали-

фицированного труда; высококачественное соединение; простота изготовления обжимок.

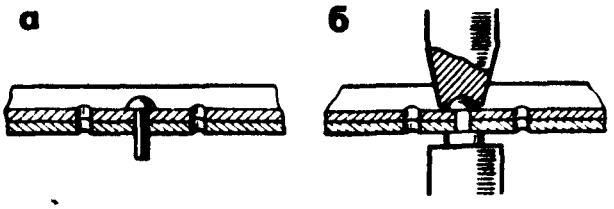


Рис. 289 Клепка обратным методом
а – ввод заклепки в отверстие, *б* – оформление замыкающей головки

§ 69. МЕХАНИЗАЦИЯ КЛЕПКИ

Клепку крупногабаритных деталей выполняют широко с помощью пневматических и реже – с помощью электрических молотков.

Пневматические клепальные молотки работают под действием сжатого воздуха. Они делятся на две группы – с золотниковым распределением, которые широко применяются, и с клапанным распределением. Пневматические молотки выпускают с замкнутой и незамкнутой рукояткой без гасителя вибрации (мод. 53КМ-5, 55КМ-10 и 6КМ) и с гасителем вибрации (мод. 62КМ-6 и 62КМ-7). Применяют также молотки с незамкнутой рукояткой пистолетного типа без гасителя вибрации (56КМП-3) и с гасителем вибрации (57КМП-4, КМП-5 и 57КМП-6).

Клепальный молоток 57КМП-4 имеет корпус *1* (рис. 290, *а*) и рукоятку *11*, в которую вмонтированы пусковое устройство и ниппель *15* для подключения шланга для сжатого воздуха. В корпусе находятся стакан *6*, цилиндр *5* с поршнем и золотник *7* с крышкой *8*. Воздух поступает через пусковой клапан *14*, крышку *8* и золотник *7* в рабочую камеру, расположенную над поршнем.

При нажатии пальцем на курок *10* последний рычагом *12* воздействует на толкатель *13*, открывающий вход воздуху в пусковой клапан *14*. В этот момент поршень (и молоток *4* с ударником *2*) движется вниз и производит осадку заклепки, а золотник открывает отверстия для прохода сжатого воздуха через клапаны в нижнюю часть цилиндра под поршень, что заставляет последний перемещаться вверх. Пружина *9* служит для поглощения отдачи поршня с целью предохранения работающего от вредных вибраций, а пружина *3* предохраняет обжимку от выпадания.

При работе пневматический молоток держат за рукоятку правой рукой и большим пальцем нажимают на курок для пуска сжатого воздуха. Левой рукой клепальщик обхватывает ствол молотка или обжимку, которую удерживает на головке заклепки.

Клепку клепальным молотком выполняют вдвоем – один упирает поддержкой закладную головку, а другой молотком расклепывает замыкающую головку (рис. 290, *б*). При зажатии поддержки в слесарных тисках (рис. 290, *в*) второй рабочии поддерживает деталь.

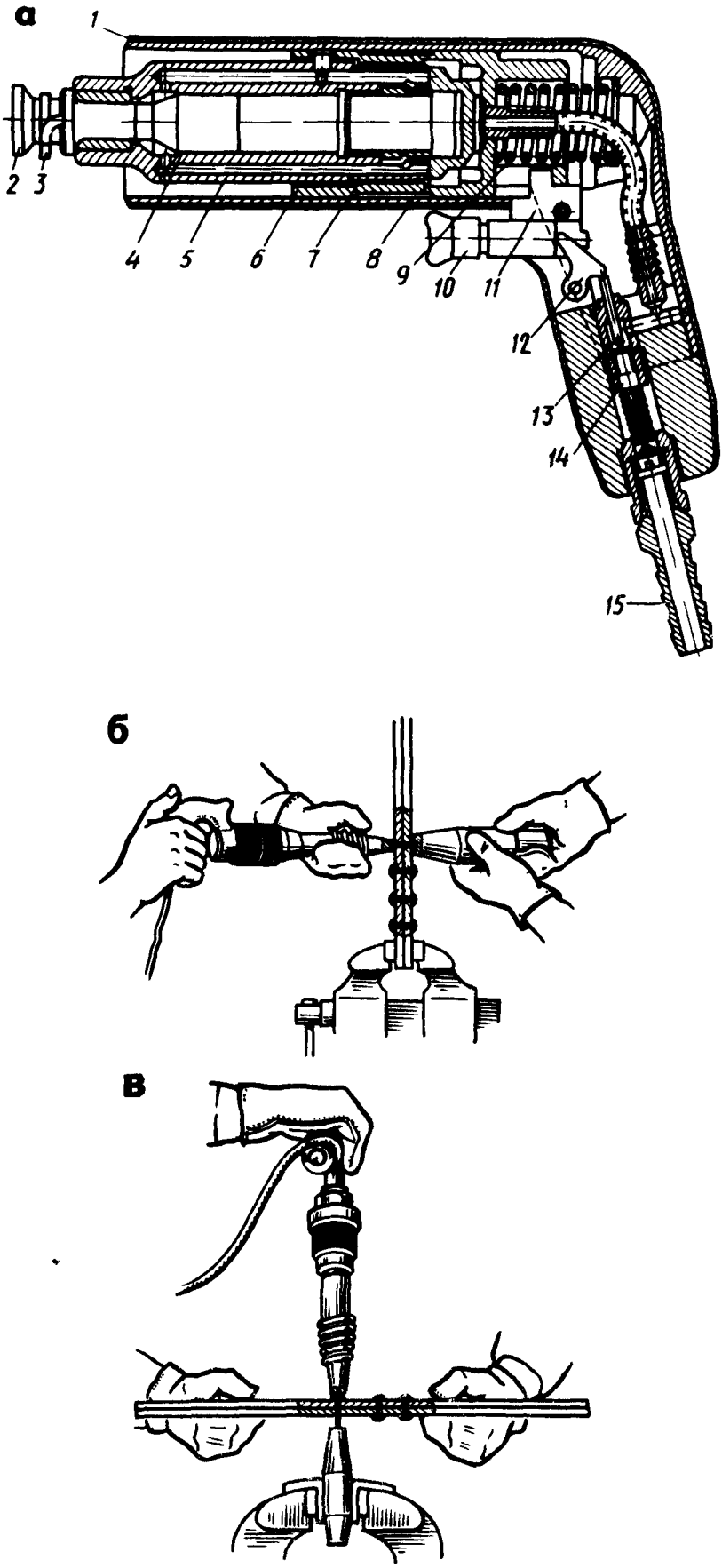


Рис 290 Пневматический клепальный молоток (*а*) и приемы работы им (*б*, *в*)

§ 70. МАШИННАЯ КЛЕПКА

Машинная клепка имеет следующие преимущества:

высокая производительность труда;

высокое качество клепки – хорошее обжатие стержня и заполнение отверстия, а также формирование головки безукоризненной формы;

незначительный процент брака (в сравнении с браком при ручной и пневматической клепке);

почти полная ликвидация физического труда;

меньшее число занятых рабочих.

Оборудование. Большой объем работ по клепке выполняют на специальных клепальных машинах, пневматических и гидравлических прессах.

Клепальные машины изготовляют стационарными и переносными. Первые имеют несколько большую производительность, но их недостатком является то, что изделие должно перемещаться по мере клепки; при громоздких конструкциях это требует устройства специальных конвейеров, а значит, дополнительных площадей.

Пневматические клепальные машины дешевле гидравлических. В основном, они выпускаются передвижными, но могут быть и стационарными.

Ручной переносный пневматический пресс ПРП5-2 (рис. 291, *а*) широко применяют при одиночной клепке, особенно в труднодоступных местах. Производительность его в 5 раз выше производительности пневматического молотка. На этом прессе клепают детали общей толщиной до 4 мм стальными заклепками наибольшим диаметром 4 мм и заклепками из дюралюминия наибольшим диаметром 5 мм.

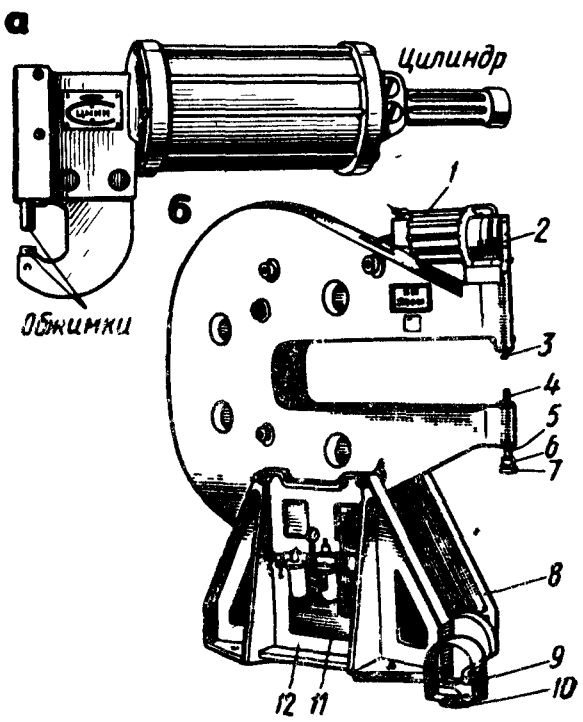


Рис. 291. Прессы: *а* – ручной переносный пневматический, *б* – пневморычажный стационарный; *1* – пневмоцилиндр, *2* – скоба, *3*, *4* – обжимки, *5* – упор, *6* – стопорная гайка, *7* – рукоятка, *8* – тумба, *9* – ограждение, *10* – педаль, *11* – автоматическая масленка, *12* – фильтр

Пресс имеет пневматический цилиндр и клиновой механизм, с помощью которого движение поршня преобразуется в рабочее движение обжимок.

Пневморычажный стационарный пресс КП-204М (рис. 291, *б*) применяют при одиночной клепке деталей стальными заклепками (сталь 15) диаметром до 5 мм и заклепками из дюралюминия (Д1, Д6) диаметром до 6 мм.

Силовой агрегат благодаря воздухораспределительному устройству осуществляет в определенной последовательности подачу сжатого воздуха в различные камеры пневматических цилиндров, чем обеспечиваются автоматические рабочие и обратные ходы. Рычажная система создает усилие на плунжере, необходимое для расклепывания заклепок.

Сжатый воздух из воздушной магистрали к автоматической масленке поступает через фильтр *12*, в котором удаляются имеющиеся в воздухе примеси.

Для склепывания деталей различной толщины или при использовании заклепок другого диаметра упор *5* перемещают по оси, вращая рукоятку *7*, которая стопорится гайкой *6*. Правильную форму замыкающей головки и сжатие склепываемых деталей достигают действием обжимками *3* и *4*.

Пресс пускают в действие нажатием ноги на педаль *10*. Большой зев и вылет скобы пресса обеспечивают клепку деталей различных размеров. Конструкция пресса допускает установку скобы в вертикальном положении, что очень важно при клепке плоских деталей больших размеров.

Советскими специалистами создан бесшумный станок, работающий по ротационному принципу; формирующий головку заклепки пуансон не просто нажимает на нее, а совершает сложное колебательное движение, как бы обкатывает головку заклепки. Станок позволяет получить соединения с помощью стальных заклепок различной конфигурации и $\varnothing$ 6...14 мм. Время, затрачиваемое на эту операцию, соответственно составляет 1,5...4 с.

Дефекты. Наиболее распространенные при клепке дефекты и причины их возникновения приведены в табл. 6.

У плохо поставленной заклепки срубают головку, а затем бородком выбивают стержень. Заклепку можно также высверлить. Для этого закладную головку накернивают и сверлят на глубину, равную высоте головки. Диаметр сверла берут немного меньше диаметра заклепки. Недосверленную головку надламывают бородком, затем выбивают.

Проверка качества соединения. После сборки заклепочные соединения подвергают тщательному наружному осмотру, проверяя состояние головок заклепок и склепанных деталей. Плотность прилегания соединенных деталей определяют щупом. Головки заклепок и расстояние между ними проверяют шаблонами.

Заклепочные соединения, требующие герметичности, подвергают гидравлическим испытаниям путем нагнетания насосом жидкости под давлением, превышающим нормативное на 5...20 %. Места соединения, дающие течь, подчеканивают.

6. Виды дефектов клепки

Эскиз	Вид дефекта	Причина возникновения
	Смещение замыкающей головки	Скошен или неровно обрезан торец стержня заклепки
	Прогиб материала	Диаметр отверстия мал
	Смещение обеих головок заклепки	Отверстие просверлено косо
	Изгиб замыкающей головки	Превышена длина стержня заклепки; поддержка установлена не по оси заклепки
	Расклепывание стержня между листами	Клепка произведена при неприжатых листах
	Подсечка (зарубка) головки	Обжимка при отделке головки была поставлена косо
	Недотянутая головка	Неплотная посадка закладной головки при клепке
	Мала замыкающая головка	Недостаточная длина выступающей части стержня заклепки
	Неплотное прилегание замыкающей головки	Перекос обжимки
	Рваные края головки	Плохое качество металла заклепки

Заклепочные швы не могут быть абсолютно непроницаемыми. Это объясняется наличием неровностей и шероховатостей на поверхности склепанных листов, вследствие чего в шве остаются воздушные прослойки и каналы, через которые может проходить жидкость или газ. Поэтому для абсолютной плотности и непроницаемости стыки заклепочных швов и головок уплотняют. Способ обработки металла давлением, при котором на заготовку наносят неглубокий рельеф сильным нажатием инструмента (чекана), называется ч е к а н к о й.

Кромки толщиной менее 5 мм не зачеканивают, так как такая тонкая кромка не уплотняется, а выпучивается.

Если в клепаной конструкции, выполненной из листовой стали толщиной менее 5 мм, необходимо добиться непроницаемости, то между листами прокладывают уплотнительную прокладку, а затем листы склепывают. В качестве прокладки применяют полосу парусины, пропитанную жидким суриком. Если уплотняемая среда (например, нефть), разъедает сурик, применяют тонкую стальную сетку, которую обмазывают специальной замазкой (шеллак и белила на древесном спирте).

На рис. 292, *а* показан вид кромки, обработанной одним острокромочным чеканом, и сам инструмент. Первый раз кромку проходят, придерживая чекан так, чтобы тупой угол бойка был обращен к нижнему листу. При этом в кромке выбивается канавка и металл отжимается к нижнему листу, заполняя зазор (если он есть) и усиливая контакт

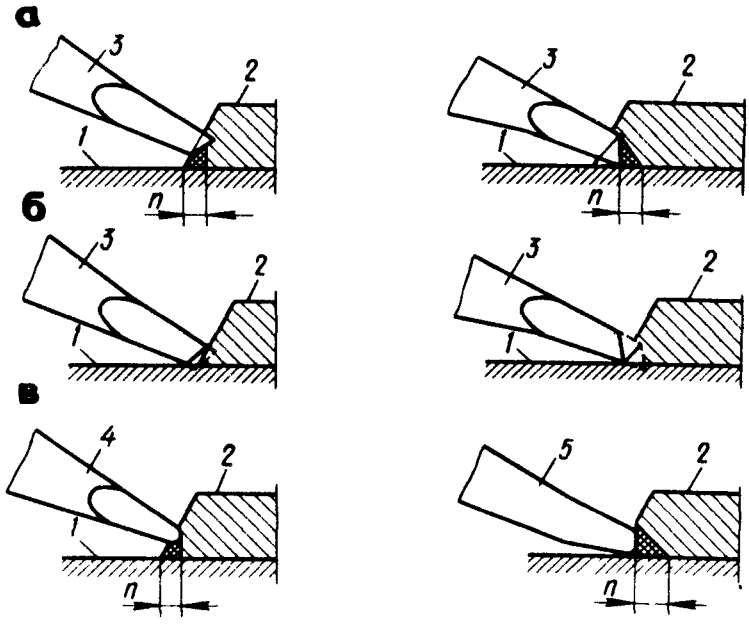


Рис. 292. Зачеканивание кромки острокромочным чеканом (*а*), повреждения (зарубы) поверхности листа (*б*), зачеканивание кромки чеканом с закругленным бойком и тупокромочным чеканом (*в*):
1, 2 – нижний и верхний листы, *3* – острокромочный чекан, *4* – чекан с закругленным бойком, *5* – тупокромочный чекан; *n* – ширина уплотнения при зачеканивании

склепанных листов на полосе шириной n. Затем этот чекан поворачивают тупым углом вверх и обрабатывают им подчеканенную кромку, подбирая (поджимая) ее нижний край и окончательно уплотняя зазор. При этом увеличивается ширина полосы плотного контакта и верхний лист начинает пружинить, с силой прижимая участок кромки к нижнему листу.

Этот способ имеет два недостатка: его выполнение требует большой аккуратности и внимательности, так как возникает опасность повреждения нижнего листа при первой и особенно при второй операции, когда к этому листу чекан обращен острым углом; ширина n уплотнительной полосы незначительна.

Повреждения листа при зачеканивании в виде зарубов, насечек и забоин сглаженного (главного) и резкого характера (рис. 292, *б*), кажущиеся на первый взгляд весьма незначительными, в действительности резко снижают надежность и прочность изделия. Несмотря на то, что повреждения расположены только на отдельных участках и глубина их мала по сравнению с толщиной листа, опасность этих повреждений велика. Всякие поверхностные повреждения являются очагами коррозионного разъедания, еще больше ослабляющими металл. Во многих изделиях повреждения листов в процессе зачеканивания совершенно не допускаются и изделия бракуются. Поверхностные повреждения заваривать нельзя.

Зачеканиваемая двумя тупокромочными чеканами кромка и применяемый инструмент показаны на рис. 292, *в*. В первый раз кромку обрабатывают чеканом с закругленным бойком и в нижней его части выбивают вогнутую канавку. При этом металл кромки отжимается к нижнему листу и несколько вдоль него. Последнее обстоятельство позволяет получить более широкую полосу плотного контакта кромки с нижним листом. Ширина полосы плотного контакта при тупокромочном способе зачеканивания на $^1/_3$ больше, чем при острокромочном способе. Это объясняется очень малым наклоном чекана к горизонтали (см. рис. 292, *в*). Вторую операцию обработки кромки выполняют чеканом с плоским бойком, которым окончательно уплотняют отжатый к листу металл.

Преимуществами тупокромочного способа зачеканивания является более широкая полоса плотного контакта кромки и полное отсутствие опасности повреждения нижнего листа, что особенно важно для плотнопрочных швов.

Безопасность труда. При клепке следует выполнять общие требования безопасности — работать исправным инструментом, следить, чтобы на рабочем месте не было ничего лишнего, и т. д.

Для защиты от шума при клепке пневматическими молотками применяют противошумные наушники (см. рис. 24, *б*).

Глава XIV. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ РАЗМЕТКА

§ 72. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

Пространственная разметка намного сложнее плоскостной, так как при ней разметочные линии наносят не в одной, а в разных плоскостях и под разными углами.

Прежде чем приступить к разметке, заготовку устанавливают на разметочной плите и выверяют, пользуясь для этого опорными подкладками, призмами, домкратами, разметочными ящиками и др.

Призматические подкладки применяют при установке заготовок цилиндрической формы. Подкладки имеют точно обработанные наружные поверхности с тремя-четырьмя призматическими вырезами. Чаще всего применяют подкладки длиной 50...250 мм, шириной и высотой 50...100 мм. Для установки длинных цилиндрических заготовок используют комплекты (пары) подкладок одинаковых размеров.

Наиболее усовершенствованной конструкцией является приспособление с призмой, предложенное П.А. Щербаковым (рис. 293, *а*). Его преимущество состоит в том, что боковые стороны скобы *1* не выступают за грани призмы *2*, это позволяет производить разметку горизонтальных и вертикальных линий на детали (валике) *3* путем ее перекантовки. В обычных призмах с одной призматической выемкой со скобой (рис. 293, *б*) стороны скобы выступают за грани призмы, вследствие чего нельзя производить разметку в горизонтальной и вертикальной плоскостях без перекантовки детали.

В приспособлении для разметки деталей под углом (рис. 294) призма *1* устанавливается на нужный угол по отношению к основанию *4* по градуированному диску *2*. Деталь при разметке крепят скобой *5*. Положение призмы фиксируется гайкой-барашком *3*.

Угольники (рис. 295, *а*) изготовляют из серого чугуна. На обе-

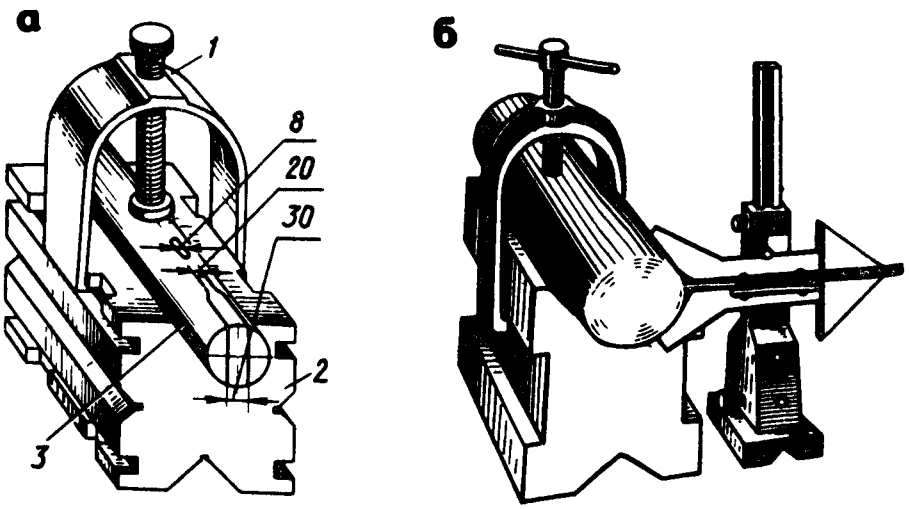


Рис. 293. Приспособления для пространственной разметки с помощью призм:
а – П.А. Щербакова, *б* – обычной со скобой

их полках угольника имеются отверстия. Отверстия в горизонтальной полке дают возможность крепить угольник к разметочной плите с Т-образными пазами; с помощью отверстий на вертикальной полке к угольнику крепят размечаемые заготовки.

Разметочные кубики (рис. 295, *б*) имеют точно обработанные поверхности и большое количество отверстий для установки и крепления деталей с помощью болтов с прихватами, планок и т. д.

Контрольное приспособление (ящик) изготовляют из чугуна; для облегчения его отливают пустотелым с толщиной стенок 8...12 мм и с ребрами жесткости внутри; все стороны тщательно пришабривают (рис. 296). Особое внимание при изготовлении ящика обращают на точность сопряжения граней (углы 90°).

Ящики применяют для крепления на их сторонах размечаемых заготовок. Разметка с помощью ящика без перекантовки изделия показана на рис. 297.

Выдвижной центр (рис. 298, *а*) с помощью зубчатого колеса *2* и зубчатой рейки *3* имеет возможность выдвигаться на высоту до 400 мм по отношению к основанию *1*. В нужном положении площадка *4*

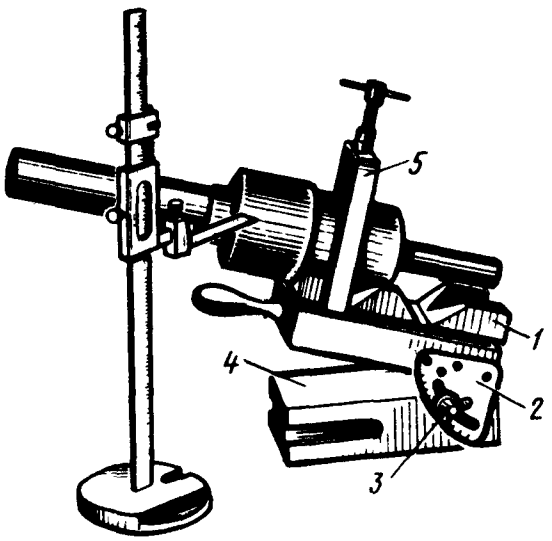


Рис. 294. Приспособление с призмой для разметки деталей под углом

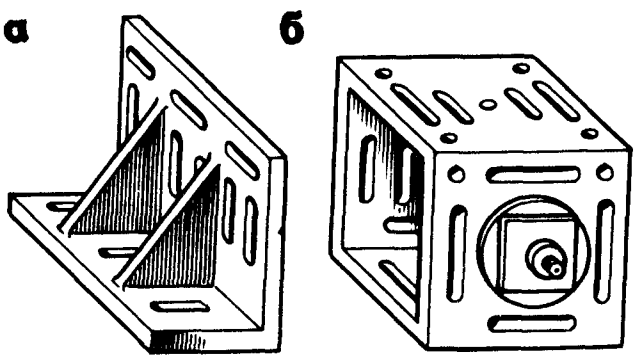


Рис. 295. Разметочные приспособления:
а – угольник, *б* – кубик

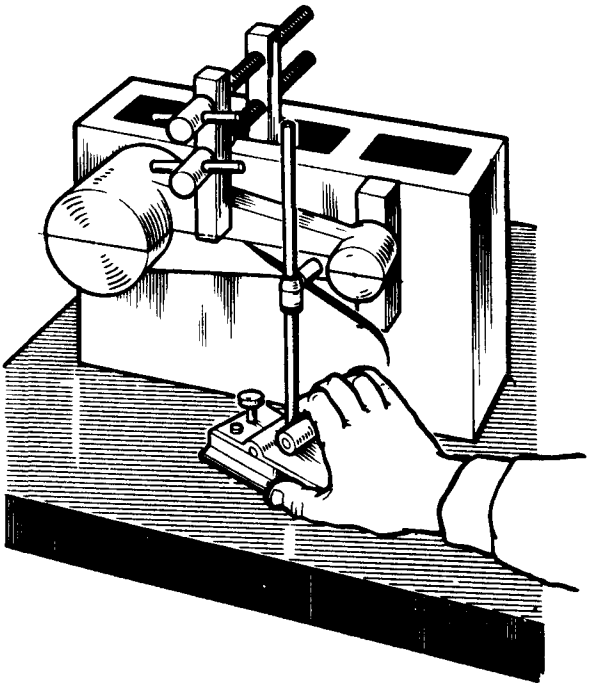


Рис. 296. Контрольное приспособление (ящик)

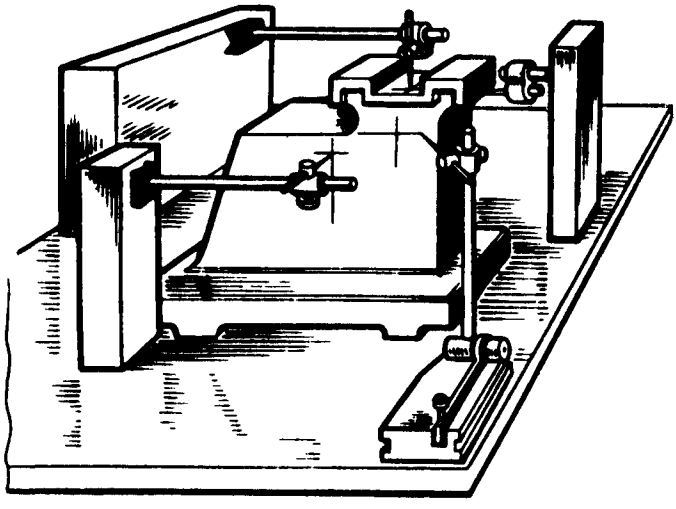


Рис. 297. Разметка с помощью ящика без перекантовки изделия

фиксируется зажимным болтом *5*. Выдвижная площадка создает удобства для разметки окружностей, расположенных на разных высотах (рис. 298, *б*).

При пространственной разметке наиболее широко применяют ускоряющий ее рейсмас К. Ф. Крючека (рис. 299). Рейсмас имеет четыре чертилки, каждая из которых устанавливается на нужный размер, что позволяет провести одновременно несколько параллельных рисок.

На рис. 300 показана конструкция комбинированного

рейсмаса. Риски наносят чертилками *2, 3, 7* и *8*, которые закрепляют винтами *4*.

Микрорейсмас с измерительными барабанами (рис. 301) имеет круглое основание *4*, неподвижно соединенное со стойкой-рейкой *5*, по которой при вращении установочных винтов *2* перемещается каретка *3*, несущая иглу *1* чертилки.

Величину вертикального перемещения отсчитывают по круговым шкалам измерительных барабанов, видимым через окна каретки. Наличие двух систем измерительных барабанов позволяет вести отсчеты в прямом (от плиты) и обратном направлениях. Это освобождает раз-

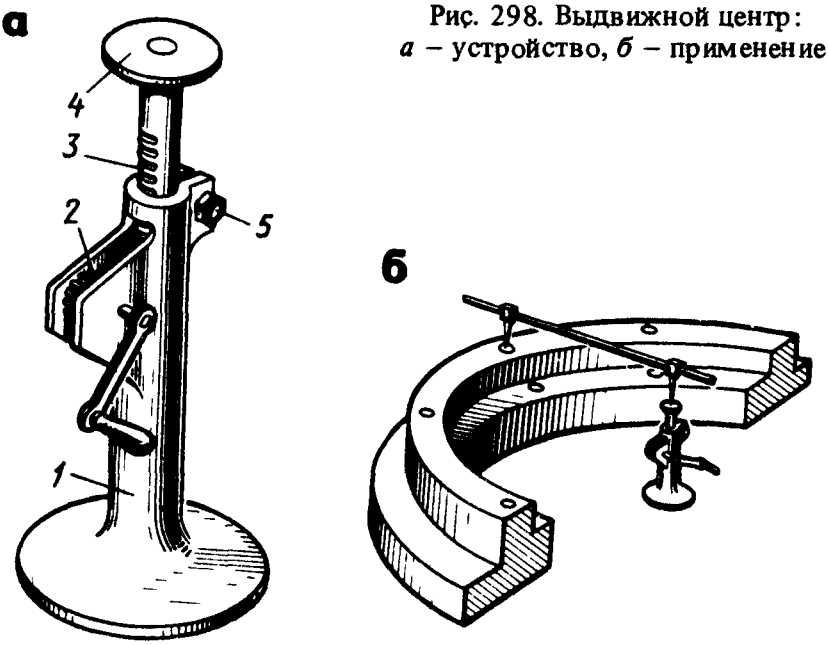


Рис. 298. Выдвижной центр:
а – устройство, *б* – применение

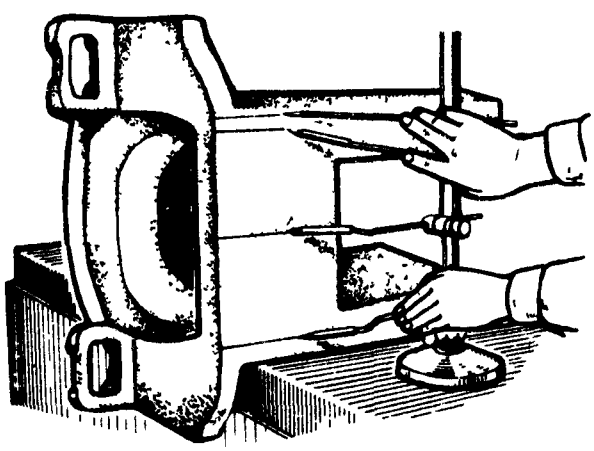


Рис. 299. Многоигольчатый высокопроизводительный рейсмас К.Ф. Крючека

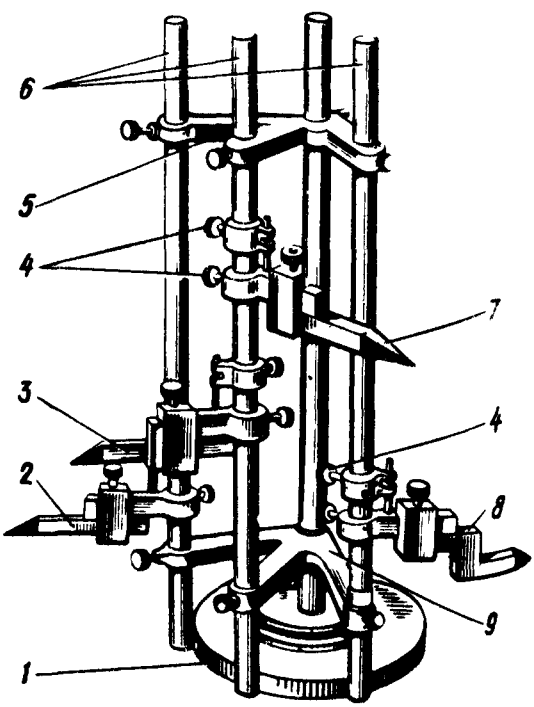


Рис. 300. Комбинированный рейсмас:
1 – основание, *2, 3, 7, 8* – чертилки, *4* – винты, *5, 9* – планки, *6* – стойки

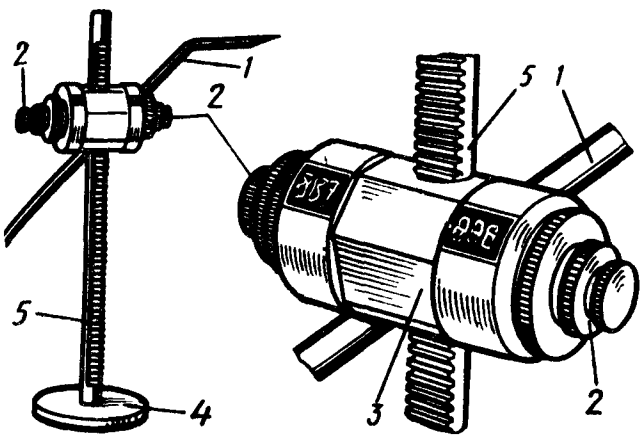


Рис. 301. Микрорейсмас с измерительными барабанами

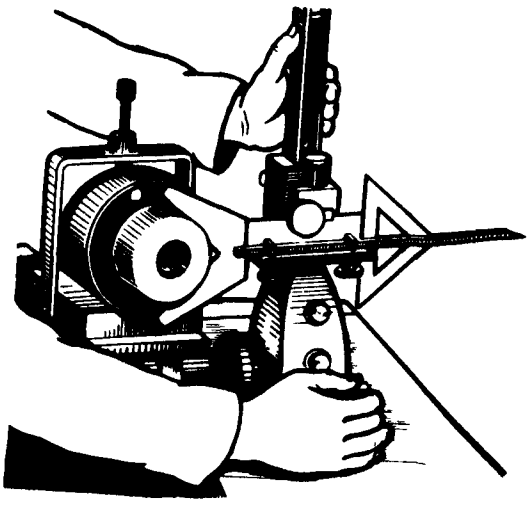


Рис. 302. Центрирующий штангенрейсмас

метчика от необходимости пересчета всех размеров, заданных по чертежу, на размеры от плиты.

Конструкция позволяет крепить в каретке иглу чертилки под необходимым углом к размечаемой поверхности, что также повышает точность разметки.

Центрирующий штангенрейсмас (рис. 302) представляет собой обычную стойку штангенрейсмаса, на которую надета каретка центроискателя, имеющая вид стрелки, составленной из двух равных треугольников. Биссектриса большого треугольника определяет центр заготовки; центровая линия наносится острием стрелки.

§ 73. ПРИЕМЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗМЕТКИ

Подготовка к разметке. Прежде чем приступить к разметке, внимательно проверяют заготовку (нет ли на ней раковин, трещин, отбитых углов и других дефектов), затем ее очищают от грязи и пыли. Далее подробно изучают чертеж будущей детали и намечают порядок разметки: определяют, в каких положениях заготовка будет устанавливаться на плите и в какой последовательности будут наноситься разметочные линии.

Для того чтобы избрать правильный путь разметки, необходимо отчетливо представлять назначение детали, ее роль в машине. Поэтому следует кроме чертежа размечаемой детали также изучить сборочный чертеж и ознакомиться с технологией изготовления детали.

Выбор базы при разметке. Правильный выбор базы при разметке предопределяет качество последней. Выбор разметочных баз зависит от конструктивных особенностей и технологии изготовления детали.

Базу выбирают, руководствуясь следующими правилами:

если на заготовке имеется хотя бы одна обработанная поверхность, ее и принимают за базу;

если обрабатываются не все поверхности, то за базу принимают необрабатываемую поверхность;

если наружные и внутренние поверхности не обработаны, то за базу предпочтительно принимать наружную поверхность.

Все размеры наносят от одной поверхности или от одной линии, принятой за базу.

После того как наметят базу, определяют порядок разметки, расположение и установку размечаемой заготовки на плите и выбирают необходимые разметочные инструменты и приспособления.

Установка заготовки на разметочной плите. Перед установкой заготовки на разметочной плите те места заготовки, где будут наноситься разметочные риски, окрашивают мелом, краской, лаком или медным купоросом. При установке только первое положение заготовки на плите является независимым, а все остальные положения зависят от первого. Поэтому первое положение заготовки необходимо выбирать так, чтобы было удобно начать разметку от поверхности или центровой линии, принятой за базу. Заготовку устанавливают на плите не в произвольном положении, а таким образом, чтобы одна из главных ее осей была параллельна поверхности разметочной плиты.

Таких осей на заготовке обычно бывает три — по длине, ширине и высоте.

Нанесение разметочных линий. При пространственной разметке заготовок приходится наносить горизонтальные, вертикальные и наклонные риски. Эти наименования рисок сохраняются и после поворотов заготовки в процессе разметки. Если, например, риски при первоначальном положении заготовки были проведены горизонтально, их, хотя они после поворота заготовки на 90° стали вертикальными, во избежание путаницы продолжают называть горизонтальными.

Кроме основных разметочных рисок параллельно им на расстоянии 5...7 мм проводят цветным карандашом контрольные риски, которые служат для проверки установки заготовки при дальнейшей обработке, а также для обработки в тех случаях, когда риска почему-либо исчезла.

При разметке на плите горизонтальные риски прочерчивают рейсмасом, установленным на соответствующий размер. Рейсмас перемещают параллельно поверхности разметочной плиты, слегка прижимая его основанием к плите. При этом игла рейсмаса должна быть направлена наклонно к размечаемой поверхности в сторону движения под углом 75...80°. Нажимают иглой на заготовку равномерно.

Разметка вертикальных рисок может выполняться тремя способами — разметочным угольником, рейсмасом с поворотом заготовки на 90°, рейсмасом от разметочных ящиков без поворота заготовки.

Наклонные линии наносят чертилкой, поворачивая заготовку по угломеру, установленному на необходимый угол.

Заготовки больших размеров, которые нельзя переворачивать, размечают с помощью рейсмасов и разметочных угольников. Устанавливают рейсмас на разметочную плиту и, перемещая его, наносят разметочные линии.

Разметка с помощью делительных приспособлений (поворотный

разметочный стол конструкции С.В. Ласточкина). Круглый стол *1* (рис. 303) с Т-образными пазами *2* для крепления заготовок имеет лимб на 360°. На столе может быть установлен трехкулачковый патрон для центрирования и зажима цилиндрических заготовок. Угол наклона оси *3* стола отсчитывают с помощью сектора *8* со шкалой *7* на 180° и нониуса *5*, расположенного на скосе окна корпуса *4*.

На столе возможна разметка заготовок деталей различных форм. В этом случае трехкулачковый патрон снимают, а заготовку крепят специальными прихватами, установленными в Т-образные пазы. Для тонкой и быстрой установки углов через каждый градус в приспособлении предусмотрены специальные фиксаторы *6* поворота относительно обеих осей вращения.

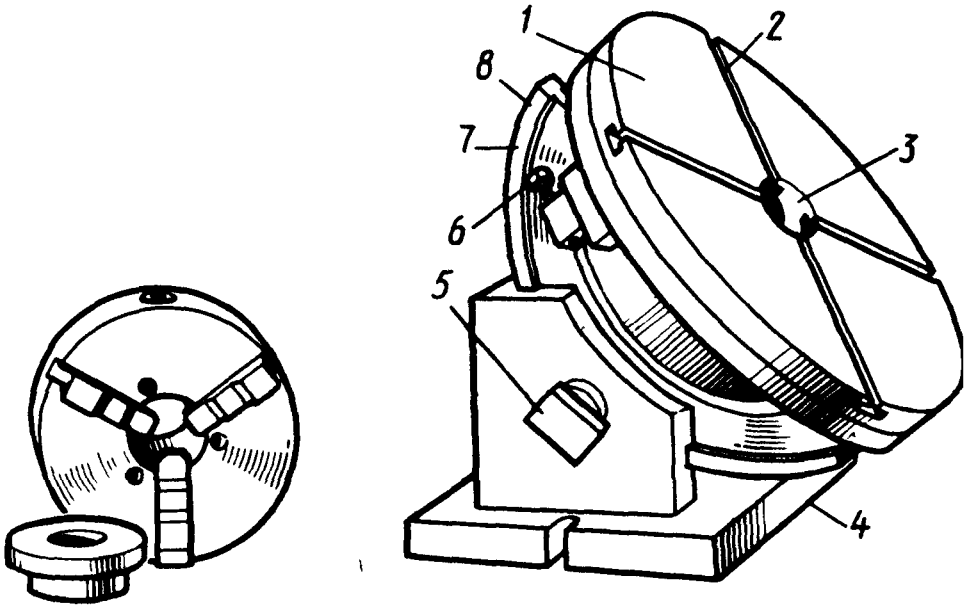


Рис 303 Делительное приспособление

Разметка цилиндрических деталей. Заготовку устанавливают на плиту на одной или двух призмах и проверяют горизонтальность образующей цилиндрической поверхности относительно поверхности разметочной плиты. Короткие цилиндрические заготовки устанавливают на одной призме.

Разметку шпоночной канавки на валике необходимо выполнять в таком порядке. изучить чертеж; проверить заготовку; зачистить размечаемые места на валике; окрасить медным купоросом торец (рис. 304, *а*) валика и часть боковой поверхности, на которую будут наноситься риски; найти центр на торце с помощью центроискателя (или рейсмаса); установить валик на призму и проверить его горизонтальность; нанести на торец валика горизонтальную линию (рис. 304, *б*), проходящую через центр; повернуть валик на 90° и проверить вертикальность прочерченной линии по угольнику; нанести на торец рейсмасом горизонтальную линию; прочертить рейсмасом линию на боковой поверхности валика; прочертить на боковой поверхности две линии, соответствующие ширине шпоночной канавки, а на торце – ее глубине;

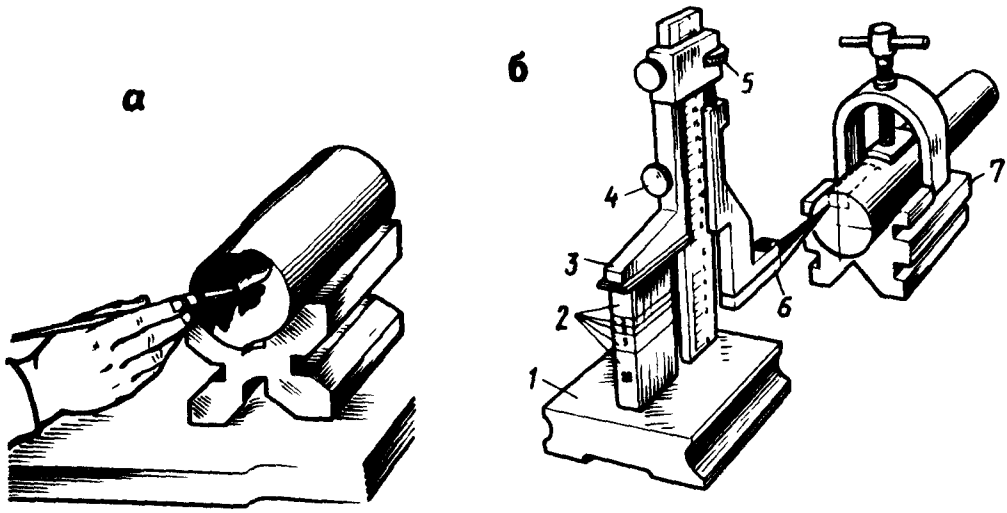


Рис. 304. Разметка цилиндрических деталей:
а – нанесение на торец валика раствора медного купороса, *б* – разметка шпоночной канавки; *1* – измерительная поверхность, *2* – блок плиток, *3* – измерительная ножка, *4* – зажимный винт, *5* – микрометрический винт, *6* – чертилка, *7* – призма

повернуть валик шпоночными рисками вверх и прочертить на торце линию, указывающую дно шпоночной канавки; накернить контуры шпоночной канавки.

Разметку по образцу применяют в случае износа или поломки детали и при отсутствии чертежа для изготовления новой. В таких случаях образцом является изношенная или сломанная деталь. Если деталь плоская, то после тщательной очистки ее накладывают на заготовку и по ней обводкой наносят разметочные линии.

В тех случаях, когда наложить образец на заготовку нельзя, его устанавливают рядом и переносят рейсмасом все размеры с образца на заготовку. При снятии размеров с образца следует учитывать его износ. Необходимо также проверить, не поврежден ли он, нет ли коробления, не отломаны ли выступы и т. д.

Разметка по месту производится в тех случаях, когда по характеру соединений требуется собирать детали на месте. Для этого одну из деталей размечают и сверлят в ней отверстия; во второй детали отверстия сверлят после наложения на нее первой, которая является как бы шаблоном по отношению ко второй.

Рациональные приемы разметки. При работе рейсмасом каждая установка чертилки по высоте требует большой затраты времени. При разметке партии заготовок одинаковых деталей пользуются несколькими рейсмасами, заранее установленными на определенный размер. Чертилки нужно установить в определенное положение только один раз, а затем последовательно переносить их на все размечаемые заготовки. Время от времени установку чертилки надо проверять.

Если в распоряжении слесаря имеется только один рейсмас, то рекомендуется сначала перенести на все заготовки один установленный размер (рис. 305), а затем второй, третий и т. д.

Разметка с помощью координатно-разметочных приспособлений. Принцип действия этих приспособлений основан на методе координат, позволяющем одни геометрические элементы (например, размечаемый контур) определить относительно других (например, установочной базы детали) с помощью чисел. Эти приспособления универсальны, значительно ускоряют разметку, повышают ее точность и производительность труда.

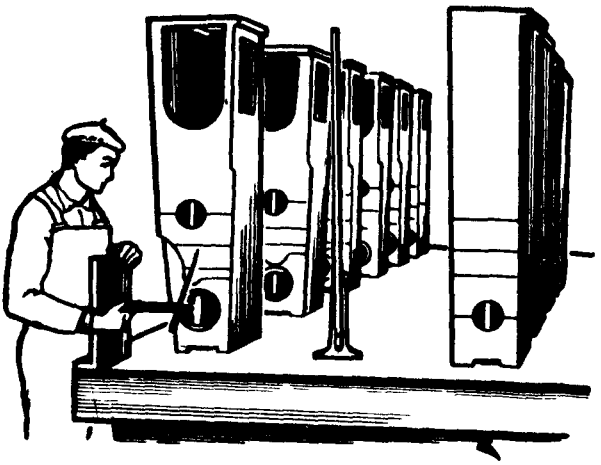


Рис. 305. Разметка партии деталей одним рейсмасом

Координатно-разметочная машина мод. ВЕ-ША предназначена для предварительного измерения и разметки корпусных деталей (отливок). При невысоких требованиях к точности машина может использоваться для измерения отклонений основных геометрических параметров (диаметров, межцентровых расстояний, углов, положений осей, параллельности, перпендикулярности и др.) обработанных деталей.

В комплект машины входит плоский поворотный стол, свободно установленный на поверхности плиты. Подлежащая разметке или измерению деталь устанавливается на планшайбе поворотного стола и выставляется регулировкой домкратов и поворотом планшайбы.

Перемещение горизонтальной каретки со стойкой и поворот планшайбы стола с деталью при измерении и разметке могут осуществляться вручную или с помощью электродвигателей.

В наборе разметочно-измерительного инструмента имеются щупы со сферическими наконечниками, индикатор, специальные циркули, подпружиненные резцы с державками, позволяющие ощупывать и наносить линии или окружности на разных поверхностях отливок и готовых деталей.

Машина снабжена цифропечатающим устройством и клавишной вычислительной машиной. На панелях устройств цифровой индикации предусмотрены измерения удвоенной величины перемещения (диаметра), установка начальных нулевых отсчетов в любом положении измерительных узлов, а также системы набора заданных базовых координат. Использование этих систем облегчает обработку результатов измерения, упрощает измерение диаметра и обеспечивает нахождение центра без сложных вычислений.

Большинство видов разметки с успехом может выполняться на координатно-сверлильных станках, несколько моделей которых созданы на базе обычных настольных сверлильных станков. Такие станки снабжены крестовыми суппортами с лимбами и нониусами, позволяющими передвигать стол на заданную величину в двух

взаимно перпендикулярных направлениях, что необходимо при разметке в системе прямоугольных координат.

При разметке приходится производить разнообразные математические подсчеты – вычислять длины хорд, соответствующих заданным центральным углам, делить окружности на разное число частей, решать прямоугольные треугольники, находить тригонометрические функции, определять координаты точек линии пересечения различных поверхностей и т. д. Применение счетно-решающих устройств повышает эффективность и качество работ.

Дефекты. Наиболее частым дефектом при пространственной разметке является ее неточность, вызываемая:

неправильной и неточной установкой размечаемой детали;

несоблюдением правил выбора разметочных баз;

несоблюдением точности разметки в соответствии с размерами чертежа;

неисправностью разметочного инструмента.

Глава XV. ШАБРЕНИЕ

§ 74. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ШАБЕРЫ

Общие сведения. Шабрением называется операция по снятию (соскабливанию) с поверхностей деталей очень тонких частиц металла специальным режущим инструментом – шабером. Цель шабрения – обеспечение плотного прилегания сопрягаемых поверхностей и герметичности (непроницаемости) соединения. Шабрением обрабатывают прямолинейные и криволинейные поверхности вручную или на станках.

За один рабочий ход шабером снимается слой металла толщиной 0,005...0,07 мм. Шабрением достигается высокая точность (до 30 несущих пятен в квадрате 25×25 мм) и шероховатость поверхности не более *Ra* 0,32. Его широко применяют в инструментальном производстве как окончательный процесс обработки незакаленных поверхностей.

Широкое применение шабрения объясняется тем, что полученная поверхность обладает особыми качествами:

более износостойка, чем шлифовальная или полученная притиркой абразивами, потому что не имеет шаржированных в поры остатков абразивных зерен, ускоряющих процесс износа;

лучше смачивается и дольше сохраняет смазывающие вещества благодаря наличию так называемой разбивки (соскабливанию) этой поверхности, что также повышает ее износостойкость и снижает коэффициент трения;

позволяет использовать самый простой и наиболее доступный метод оценки ее качества по числу пятен на единицу площади.

Ручное шабрение – трудоемкий процесс, поэтому его заменяют более производительной обработкой на станках.

Шабрению предшествует чистовая обработка резанием. Поверхность, подлежащую шабрению, чисто и точно обрабатывают, опиливают личным напильником, строгают или фрезеруют. На шабрение оставляют

припуск 0,1...0,4 мм в зависимости от ширины и длины поверхности. При больших припусках и значительных неровностях поверхность сначала припиливают личным напильником с проверкой на краску (рис. 306), при этом напильник предварительно натирают мелом для устранения скольжения по краске и засаливания насечки.

Напильник перемещают круговым движением, снимая металл с окрашенных мест. В целях предотвращения образования глубоких рисок напильник очищают стальной щеткой. Опиливание ведут осторожно, так как при излишнем опиливании могут остаться глубокие впадины.

После опиливания окрашенных пятен заготовку (деталь) освобождают от тисков и вторично проверяют плоскости на окрашенной поверочной плите, затем продолжают опиливать слой металла по новым пятнам краски. Опиливания и проверки чередуют до тех пор, пока не будет получена ровная поверхность с большим количеством равномерно расположенных пятен (особенно по краям).

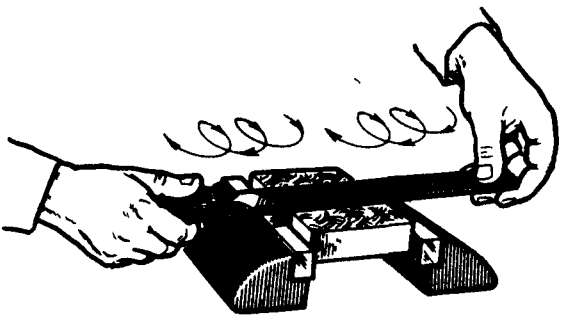


Рис. 306. Припиливание поверхности с проверкой на краску

Шаберы – металлические стержни различной формы с режущими кромками. Изготовляют их из инструментальных углеродистых сталей У10 и У12А. Режущий конец шабера закаливают без отпуска до твердости $HRC_э$ 64...66.

По форме режущей части шаберы подразделяют на плоские, трехгранные, фасонные; по числу режущих концов (граней) – на односторонние и двусторонние; по конструкции – на цельные и со вставными пластинками.

Плоские шаберы применяют для шабрения плоских поверхностей – открытых пазов, канавок и т. д. Они могут быть односторонними (рис. 307, *а*) и двусторонними (рис. 307, *б*). Наиболее рациональной является выпуклая форма лезвия, очерченная дугой радиусом 30...40 мм для получистового шабрения и 40...55 мм для чистового.

Плоские шаберы изготовляют с прямыми (см. рис. 307) и изогнутыми (рис. 308) концами. Открытые плоскости шабрят шаберами с прямым концом; стенки пазов, канавок и смежных плоскостей, а также мягкие металлы (алюминий, цинк, баббит и др.) – шаберами с отогнутым концом.

Длина плоских двусторонних шаберов составляет 350...400 мм. Ширина шабера для грубого шабрения принимается равной 20...25 мм, для точного – 5...10 мм. Толщина конца режущей части колеблется от 2 до 4 мм. Угол заострения у шаберов (рис. 307, 308, 309) для чернового шабрения принимают равным 70...75°, для чистового – 90°.

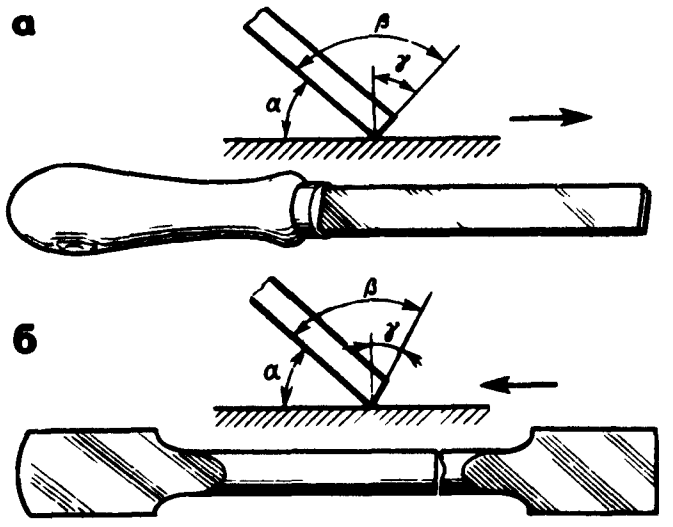


Рис. 307 Плоские односторонний (*а*) и двусторонний (*б*) шаберы и углы их заточки

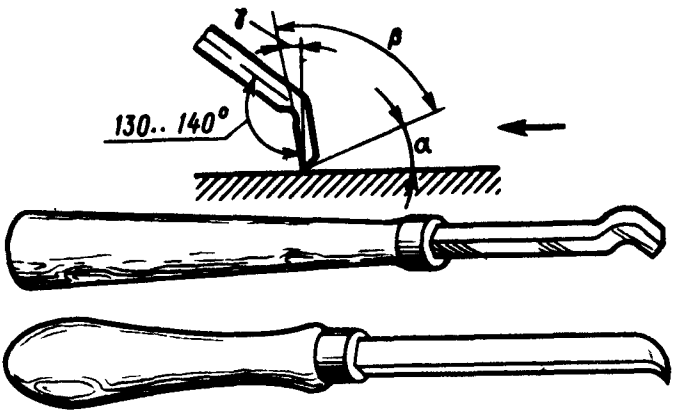


Рис 308. Шаберы с изогнутыми концами и углы их заточки

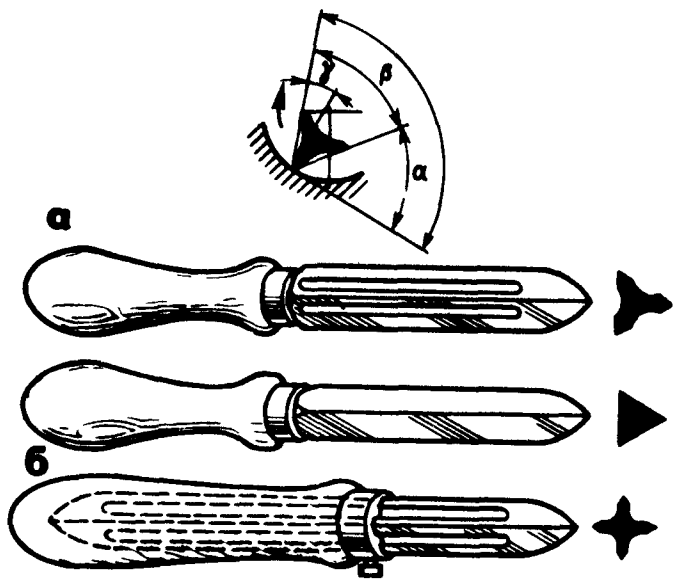


Рис 309. Трехгранные (*а*) и четырехгранные (*б*) шаберы и углы их заточки

Двусторонний плоский шабер (см. рис. 307, *б*) благодаря наличию двух режущих концов имеет большой срок службы.

Трех- и четырехгранные шаберы (рис. 309, *а*, *б*) применяют для шабрения вогнутых и цилиндрических поверхностей. Трехгранные шаберы, как правило, изготовляют только односторонними (иногда – из старых трехгранных напильников). Трехгранные шаберы имеют длину 190, 280, 380 и 510 мм.

Для облегчения заточки плоскостей шабер имеет желобки, образующие режущие кромки с углом заострения 60...75° (для стали).

Составные шаберы значительно легче цельных шаберов тех же размеров. По форме режущей части они делятся на плоские, трехгранные прямые и трехгранные изогнутые (рис. 310, *а–в*). Такие шаберы при работе пружинят, что повышает чувствительность рук шабровщика и способствует увеличению точности шабрения.

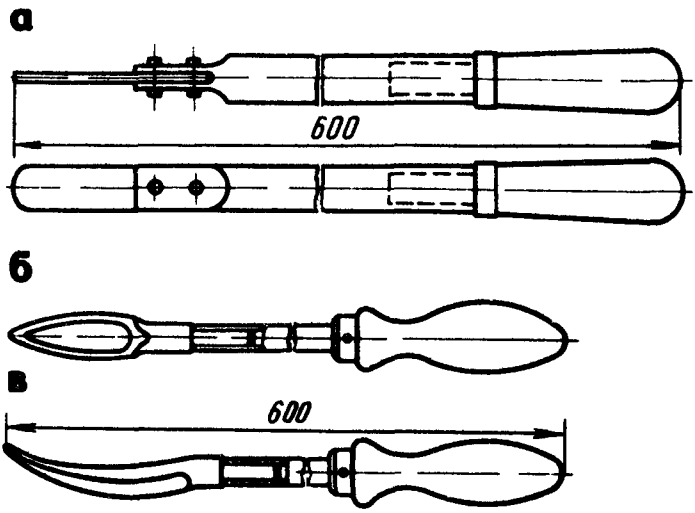


Рис 310 Составные шаберы
а – плоский, *б* – трехгранный прямой, *в* – трехгранный изогнутый

Шабер с радиусной заточкой (рис. 311) благодаря плавности и легкости проникновения в металл значительно облегчает шабрение, так как требует приложения меньших усилий, чем при шабрении плоским шабером. Для предварительного шабрения радиус заточки составляет 30...40 мм, а для окончательного – 40...55 мм.

Универсальный шабер со сменными режущими пластинками (рис. 312) состоит из корпуса *3*, держателя *2*,

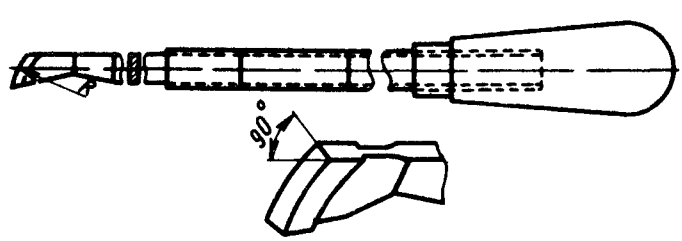


Рис 311. Составной шабер с радиусной заточкой

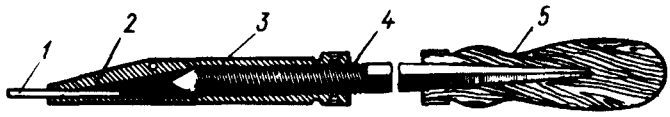


Рис. 312. Универсальный шабер со сменными режущими пластинками

рукоятки *5*, зажимного винта *4*, сменной режущей пластинки *1* из быстрорежущей стали или твердого сплава. Пластинка, вставленная в держатель, зажимается винтом при вращении рукоятки шабера по часовой стрелке (для снятия пластинки рукоятку вращают против часовой стрелки).

Усовершенствованный шабер состоит из трех частей – державки, деревянной рукоятки и сменной пластинки (рис. 313). Сменная пластинка с хвостовиком типа "ласточкин хвост" вставлена в паз державки, это обеспечивает надежное ее крепление.

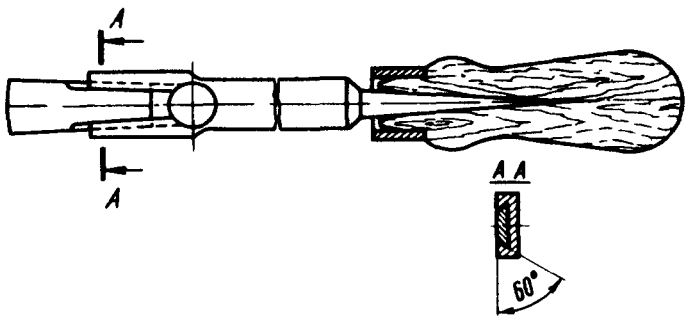


Рис. 313. Усовершенствованный шабер

На рис. 314, *а* показан наиболее совершенный шабер, состоящий из сменной пластинки *1*, зажимного патрона *2* и стержня *3*. Пластинки *4* таких шаберов изготовляют размером 3Х16Х50 мм из стали У12А, а стержень – из стали 45.

Если шабер предназначен для работы по белому чугуну или другому твердому металлу, то применяют пластинки из твердого сплава, например ВК6 или Т15К6. Замену затупленной пластинки производят путем поворота рукоятки (стержня), так как губка зажимной части патрона соединена с корпусом шарнирно. Такая конструкция шабера допускает

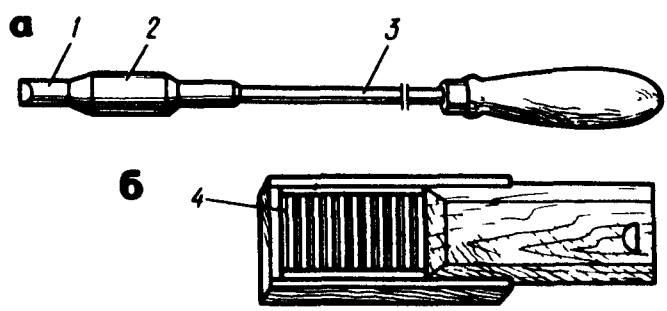


Рис. 314. Шабер с зажимным патроном:
а конструкция, *б* – комплект пластинок

применение комплекта пластинок, заточенных под разными углами (рис. 314, *б*).

Дисковый шабер (рис. 315, *а*) используют для шабрения широких плоскостей. Режущая часть *1* представляет собой стальной закаленный диск, закрепленный на держателе *3* гайкой *2*. Диск ⌀ 50...60 мм и толщиной 3...4 мм затачивают на круглошлифовальном станке. По мере затупления его проворачивают на некоторый угол и работают незатупившимся участком. Таким образом используется весь диск шабера, что значительно экономит время на заточку, повышает производительность труда.

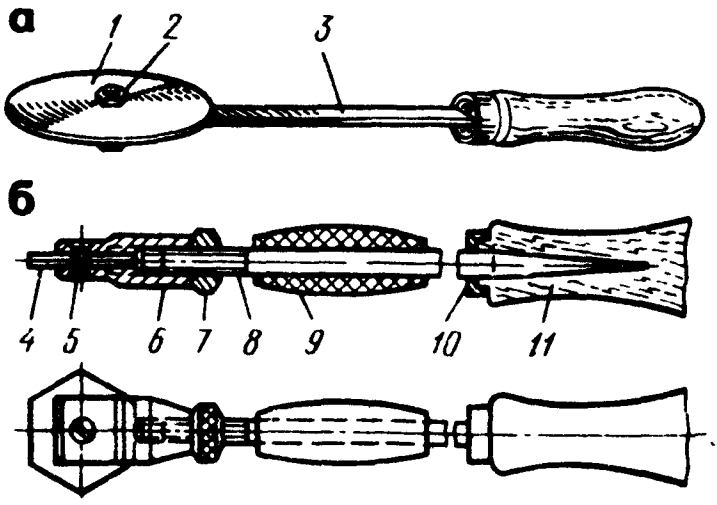


Рис. 315. Дисковый (*а*) и универсальный (*б*) шаберы:
1 – режущий диск, *2* – гайка, *3* – держатель, *4* – пластина, *5* – винт, *6* – головка, *7* – контргайка, *8* – стержень, *9, 11* – текстолитовая и деревянная рукоятки, *10* – скрепляющее кольцо

Универсальный шабер с шестигранной пластиной (рис. 315, *б*) имеет 12 режущих кромок. Им можно работать 7 ч без переточки, что позволяет экономить рабочее время. Шабер прост в изготовлении, универсален в работе, так как все шесть граней можно затачивать под различными углами для шабрения поверхностей из твердых и мягких металлов – чугуна, стали, алюминия и др. Кроме того, он позволяет иметь набор пластин различной твердости, изготовленных из сталей У13А, Р6М5 и ВК10. Их замена занимает мало времени.

Для работы шабера пластину *4* вставляют в паз головки *6* и закрепляют винтом *5*. Пластина в рабочем положении поджимается стержнем *8*, который закрепляется контргайкой *7*.

Чтобы повернуть пластину с новыми режущими кромками в рабочее положение, нужно отвернуть контргайку на один оборот, вывернуть стержень на два оборота, повернуть пластину в нужное положение, затем ввернуть стержень до упора в пластину *4* и завернуть контргайку.

Фасонный шабер (рис. 316) представляет собой набор сменных стальных закаленных пластин *1*, закрепленных на стержне *2* с рукояткой *3*. Эти шаберы предназначены для шабрения труднодоступных

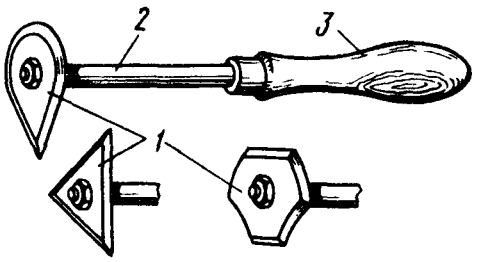


Рис. 316. Фасонный шабер

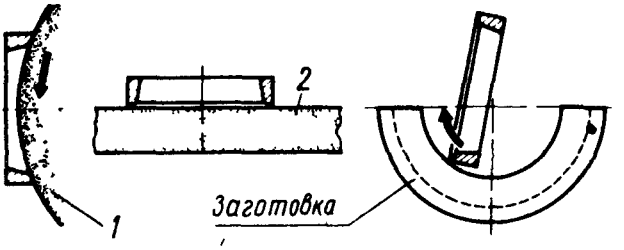


Рис. 317. Шаберы-кольца и их заточка

фасонных поверхностей — впадин замкнутых контуров, желобков, канавок и др. Торцовые грани пластин затачивают в соответствии с формой обрабатываемых поверхностей.

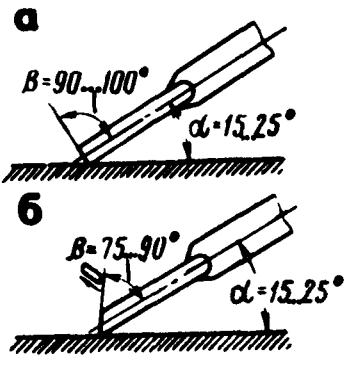
Ш а б е р ы - к о л ь ц а, изготовляемые из изношенных конических роликовых подшипников или больших поршневых колец, заменяют трехгранный и изогнутый шаберы и уменьшают количество переточек. Их затачивают на шлифовальном круге *1* (рис. 317) и доводят торец на мелкозернистом круге *2*. Эти шаберы обеспечивают значительно бóльшую производительность, чем трехгранные.

§ 75. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ПЛОСКИХ ШАБЕРОВ

Заточка. Часто угол заострения β режущей части шабера для стали принимают равным 75...90°. Такой угол заострения обеспечивает наиболее легкое снятие металла, так как шабер излишне не врезается в последний. Однако в ряде случаев целесообразно значения углов выбирать в зависимости от характера работы, твердости обрабатываемого металла и формы шабера.

На рис. 318, *а* даны углы заточки шабера для обработки чугуна и бронзы, на рис. 318, *б* — для обработки стали. Заточка шабера под углом 35...40° (рис. 318, *в*) для чернового шабрения мягких металлов позволяет увеличить толщину стружки до 0,01 мм вместо 0,001 мм.

Затупленные шаберы затачивают на заточном станке с охлаждением на корундовом круге следующим образом. Шабер берут правой рукой за рукоятку, а левой обхватывают стержень ближе к рабочему концу, в 20...30 мм от режущей кромки. Опираясь плоской гранью шабера на подручник, плавно подводят торцовый конец к кругу. Положение шабера должно быть горизонтальным, а его ось — совпадать с центром круга (рис. 319, *а*).



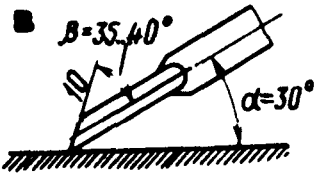


Рис. 318. Углы заточки шаберов для обработки чугуна и бронзы (*а*), стали (*б*) и мягких металлов (*в*)

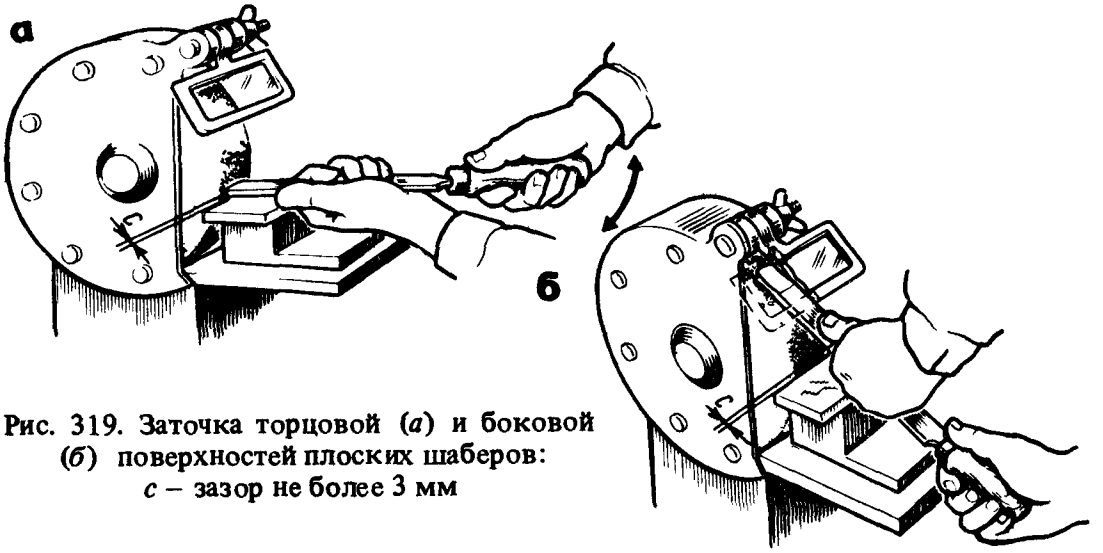


Рис. 319. Заточка торцовой (*а*) и боковой (*б*) поверхностей плоских шаберов: *с* – зазор не более 3 мм

Плавным движением правой руки, не отнимая конца шабера от круга, делают небольшие горизонтальные движения для образования на торцовой части криволинейной режущей кромки. Бóльшую кривизну придают для точного шабрения, мéньшую – для предварительного. Заточка широкой грани шабера (рис. 319, *б*) осуществляется так же.

Доводка. После заточки на лезвии шабера образуются заусенцы и неровности, поэтому лезвие доводят, причем так, чтобы на нем нельзя было обнаружить под лупой (увеличение в 2,5 раза) неровности, снижающие качество шабрения. Доводку осуществляют на абразивных брусках зернистостью 90 и ниже. Поверхность бруска смазывают тонким слоем машинного масла. Вместо оселка при доводке шаберов можно применять ровную чугунную плитку, которую покрывают жидкой пастой из абразивного порошка с машинным маслом. Оселок во время доводки помещают на деревянную неподвижную подкладку, в которой вырезано гнездо по размеру оселка. Торцовую часть шабера устанавливают на оселок (рис. 320, *а*); двумя пальцами левой руки шабер удерживают за рукоятку, слегка прижимая его к оселку, а правой рукой совершают колебательные движения.

После доводки режущей части шабер правят по плоскости (участки широких граней, прилегающих к торцу). Двумя руками удерживая шабер в горизонтальном положении на оселке (рис. 320, *б*), делают движение вдоль режущих кромок. Для точного шабрения и окончательной доводки режущей части шабера (получения зеркальной поверхности) применяют пасты ГОИ (Государственного оптического института). Заточку пластинок с твердосплавным лезвием ведут на заточном круге из зеленого карбида кремния. Пластинки из твердых сплавов доводят на чугунной плите, покрытой мелкозернистым абразивным порошком, или на мелкозернистых абразивных брусках.

Повторно шабер доводят сразу, как только почувствуют небольшое затупление. В среднем за 7 ч работы шабер доводят 4...6 раз в зависимости от характера шабрения и обрабатываемого материала.

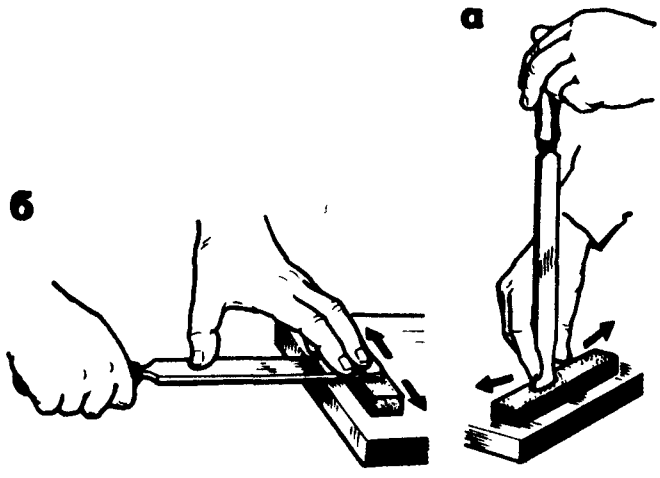


Рис. 320. Доводка на бруске торцовой (*а*) и боковой (*б*) поверхностей шабера

§ 76. ПРОЦЕСС ШАБРЕНИЯ

Краски для шабрения. Перед шабрением выявляют неровности поверхностей путем их окрашивания. Шабровочная краска представляет собой смесь машинного масла с лазурью и реже — с суриком и ультрамарином (синька), которые в отличие от лазури плохо смешиваются с маслом и нечетко видны на заготовке. Лазурь можно заменить сажей, замешанной на смеси автола с керосином. Краску измельчают так, чтобы между пальцами не ощущалось зерен. Затем ее насыпают в баночку (металлическую или стеклянную) и вливают туда масло. Количество машинного масла в смеси должно быть таким, чтобы краска имела консистенцию пасты, но не жидкой, так как излишек масла будет расплываться по контрольной плите и проверяемая поверхность при наложении ее на плиту вся покроется краской.

Окрашивание поверхности. Краску наносят на поверхность плиты тампоном (рис. 321, *а*) из чистых льняных тряпок, сложенных в несколько слоев. Удобно проводить окрашивание изготовленным из чистого полотна (холста) мешочком, в который накладывают краску (ни в коем случае не следует класть в мешочек сухую краску и обмакивать его в масло).

Мешочек и тампоны в паузах между окрашиваниями кладут в чистую стеклянную посуду или жестяную баночку.

Перед окрашиванием поверхность очищают от стружки и грязи волосяной щеткой, промывают, протирают чистой тряпкой, а затем осторожно накладывают ее на поверхность плиты и медленно передвигают. Во избежание неравномерного износа плиты необходимо использовать всю ее поверхность.

После двух-трех круговых движений по плите (рис. 321, *б*) деталь осторожно снимают. На хорошо обработанные поверхности краска ложится равномерно (рис. 321, *в*), на плохо подготовленные — пятнами. В небольших углублениях краска будет скапливаться, а в местах более углубленных ее вообще не будет. Так возникают белые пятна —

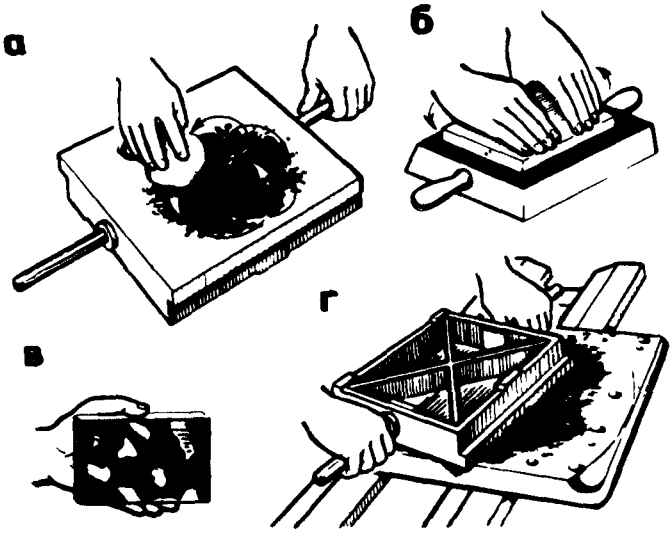


Рис. 321. Окрашивание плоской поверхности перед шабрением (*а*), перемещение детали по плите (*б*) и вид детали после этого (*в*), перемещение плиты по детали (*г*)

наиболее углубленные места, не покрытые краской; темные пятна — менее углубленные места, в которых скопилась краска; серые пятна — это наиболее выступающие места, на которые краска ложится тонким слоем.

При определении неровностей на поверхностях тяжелых деталей, не снимаемых с места, закрашенный поверочный инструмент — плиту (рис. 321, *г*) или линейку — перемещают по контролируемым поверхностям.

Легкие детали при шабрении устанавливают на слесарном верстаке, а крупные и тяжелые — на ко́злах.

Приемы шабрения. Процесс шабрения заключается в постепенном снятии металла с участков, представляющих собой серые пятна. Правой

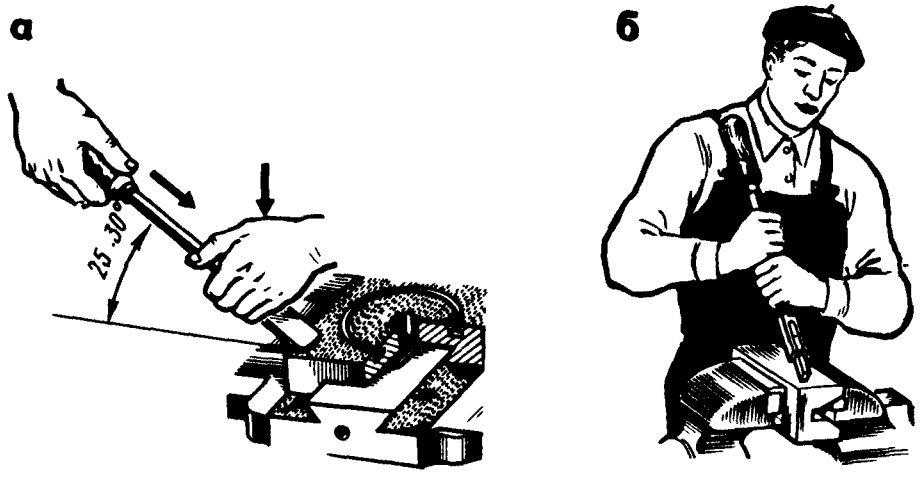


Рис. 322. Приемы шабрения плоских деталей:
а — "от себя", *б* — "на себя"

рукой шабер держат за рукоятку, а левой нажимают на конец шабера (рис. 322, *а*). По отношению к обрабатываемой поверхности шабер устанавливают под углом 25...30°; режущая кромка должна находиться на окрашенной поверхности. Металл снимают скоблением. Рабочим ходом при шабрении является движение вперед, т.е. "от себя", а при работе плоским шабером с отогнутым вниз концом — движение назад, т.е. "на себя". При холостом ходе шабер приподнимают.

Прием шабрения "от себя" имеет следующие недостатки:

шабер недостаточно устойчив при рабочем ходе, вследствие чего стружка неодинакова по сечению, поверхность получается неровной и рваной;

в конце каждого движения шабер оставляет заусенцы, которые приходится снимать дополнительно.

Прием шабрения "на себя" (рис. 322, *б*) разработан А.А. Барышниковым. Шабер берут за среднюю часть (стержень) обеими руками (в обхват) и устанавливают лезвие к обрабатываемой поверхности под углом 60...75°, а не 25...30°, как при шабрении "от себя". Верхняя часть шабера, оканчивающаяся деревянной рукояткой, упирается в плечо работающего. Рабочее движение шабера осуществляется "на себя". При таком методе шабрения значительно улучшается качество обрабатываемой поверхности, так как совершенно исключаются "дробления", часто наблюдающиеся при шабрении "от себя". Это объясняется тем, что вследствие увеличенной длины (до 450...500 мм) шабер при шабрении "на себя" пружинит, благодаря чему лезвие его плавно врезается в металл и плавно выходит из зоны резания.

Преимущества этого приема шабрения:

увеличенная длина шабера позволяет использовать кроме рук также и плечо работающего, шабер оказывается более устойчивым; кроме того, длинный шабер пружинит, поэтому режущая часть его врезается в металл и выходит из него плавно: поверхность при этом получается более ровная, без рванин, а в конце штриха не остается заусенцев;

прием шабрения "на себя" в 1,5...2 раза производительнее шабрения "от себя".

§ 77. ШАБРЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ И КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шабрение прямолинейных (плоских) поверхностей. Для получения поверхности высокого качества последовательно выполняют черновое, получистовое и чистовое шабрение.

Черновое шабрение (предварительное) заключается в грубой обработке поверхности — широкими шаберами удаляют следы и риски предыдущей обработки. Вначале из-за недостаточно тщательной подготовки поверхности отдельные, наиболее выступающие места будут окрашиваться густо и на них образуются крупные пятна. В этом случае делают "разбивку" больших пятен: снимают металл с сильноокрашенных мест. После каждого окрашивания направление движения шабера изменяют. Шабером захватывают все пятно, иначе на поверхности образуются заусенцы. Когда пятна расположатся равномерно, разбивку закан-

чивают и приступают к увеличению числа пятен, ведя шабрение всех окрашенных мест, включая и слабоокрашенные. Получив четыре—шесть пятен в квадрате 25×25 мм, предварительное шабрение заканчивают.

Работу выполняют шабером шириной 20...30 мм при длине рабочего хода 10...15 мм. Направление шабера непрерывно меняют так, чтобы последующий штрих был расположен под углом 90° к предыдущему.

За один ход шабера снимают слой толщиной 0,02...0,05 мм. Шабрят до тех пор, пока не исчезнут видимые риски. Качество шабрения проверяют на краску, которую наносят на поверочную плиту. После наложения и движения плиты (или детали) обнаруженные выступающие места снова шабрят.

Получистовое (точечное) шабрение заключается в снятии только серых, т.е. наиболее выступающих мест, выявленных проверкой на краску. Работу выполняют плоским узким (12...15 мм) шабером при длине рабочего хода 5...10 мм; за один ход шабера снимают слой толщиной 0,01...0,02 мм.

Чистовое (отделочное) шабрение (рис. 323) применяют для получения очень высокой точности поверхности. При легком нажиме на шабер снимают тонкий (8...10 мкм) слой. Применяют шаберы шириной 5...10 мм при длине рабочего хода 4...5 мм (мелкие штрихи).

Чистовое (отделочное) шабрение применяют только для поверочных линеек, поверочных плит и очень точных сопряжений. Выполняют его узкими шаберами и очень короткими штрихами. Во время холостого хода инструмент должен отрываться от плиты. Последние притирки производят без краски, выступающие части определяют по блеску. Точность этого вида шабрения составляет 20...25 пятен в квадрате 25×25 мм.

Декоративное шабрение осуществляют следующим образом. На обработанную поверхность шабером наносят штрихи, образующие на поверхности тот или иной рисунок. Наиболее часто применяется шахматный рисунок, когда на поверхности образуются ромбики с разным направлением штрихов. Выполняют его в два приема: сначала наносят в шахматном порядке штрихи в одном направлении, затем в промежутках – штрихи в противоположном направлении. "Мороз" наводят на рабочих и нерабочих поверхностях. Создавая на поверхности штрихи в определенном направлении, декоративное шабрение вместе с тем улучшает условия ее смазывания, так как в полученных штрихах за счет поверхностного натяжения лучше удерживается смазка.



Рис. 323. Шабрение плоских деталей при отделочных операциях

По исчезновению штрихов судят об износе (при износе более 3 мкм рисунок исчезает).

Шабрение поверхностей, расположенных под острыми углами, – суппортов, кареток, консолей, станин и других частей металлорежущих станков, представляющих собой сопряжения типа "ласточкин хвост", – выполняют трехгранными шаберами.

Перед шабрением направляющих типа "ласточкин хвост" (рис. 324) трехгранной линейкой, покрытой краской, выявляют выступающие места. Поверхности, расположенные под острыми углами, шабрят так же, как и параллельные.

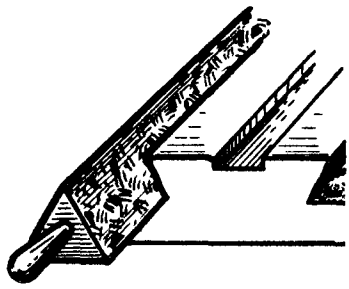


Рис. 324. Нанесение краски на направляющие типа "ласточкин хвост" перед их шабрением

Метод трех плит является весьма точным, дающим возможность получить правильные плоские поверхности независимо от точности имеющегося поверочного инструмента. Он заключается в том, что каждой из трех одинаковых размеров и массы плит, предварительно простроганных или опиленных и прошедших искусственное старение (для снятия внутренних напряжений), присваивают порядковый номер и наносят клейма: на первую плиту – № 1, на вторую – № 2 и на третью – № 3 (рис. 325).

После указанной подготовки плиты шабрят в такой последовательности:

I переход – плиту № 1 пришабривают по плите № 2;

II переход – плиту № 1 пришабривают по плите № 3;

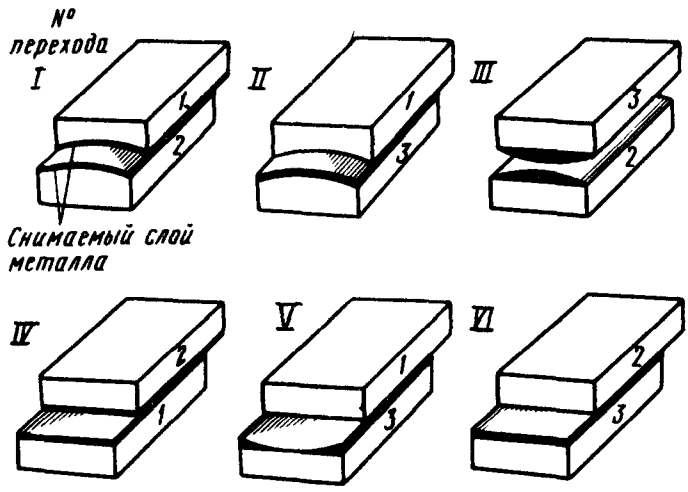


Рис. 325. Шабрение по методу трех плит (для наглядности слой металла увеличен)

III переход – плиту № 2 пришабривают по плите № 3;
IV переход – плиту № 2 пришабривают по плите № 1;
V переход – плиту № 3 пришабривают по плите № 1;
VI переход – плиту № 3 пришабривают по плите № 2.

Такое чередование дает возможность после каждой пригонки плиты получить более точную поверхность; в конце работы все три плиты будут совершенно точными. (Отклонение плит от плоскостности на рисунке показано в увеличенном виде.)

Шабрение по методу совмещения граней дает более точные поверхности и гарантирует их перпендикулярность боковым сторонам детали. Этот метод применяют при шабрении рабочих граней деталей прямоугольно-призматической формы. Пришабривание начинают с взаимной пригонки двух рабочих граней (рис. 326, *а*). После этого обработанные грани совмещают друг с другом (рис. 326, *б*). Это совмещение дает возможность одновременно проверить обе шаброванные поверхности одной и той же контрольной плитой. После окончания этого цикла переходов процесс повторяют (рис. 326, *в*). По этому методу пришабривают грани детали параллельно одной из ее сторон, но при совмещении пользуются не боковыми, а параллельными поверхностями, установив деталь на второй контрольной плите, и процесс обработки таким образом ведут между двумя контрольными плитами.

Точность шабрения и контроль качества. Шабрением можно получить высокие точность (0,003...0,01 мм) и качество обработки. Качество шабрения определяют по числу пятен (точек), приходящихся на единицу обработанной поверхности. Чем больше это число, тем выше точность обработанной поверхности. Для определения степени точности служит квадратная рамка 25×25 мм (рис. 327, *а*), которую накладывают на пришабренную поверхность и считают число пятен (рис. 327, *б*). Для удобства рамку делают с ручкой.

Шабрение заканчивают при следующих числах пятен на поверхности,

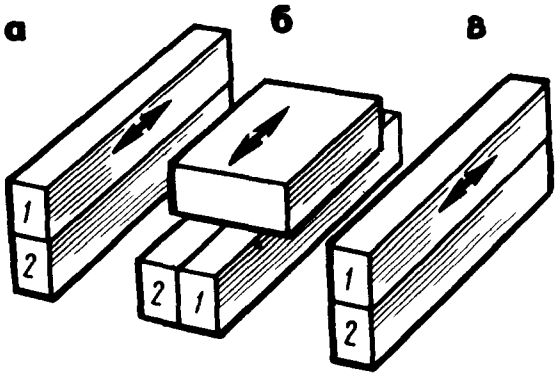


Рис. 326. Шабрение по методу совмещения граней:
а – пригонка двух рабочих граней, *б* – совмещенная пригонка, *в* – повторная пригонка двух рабочих граней

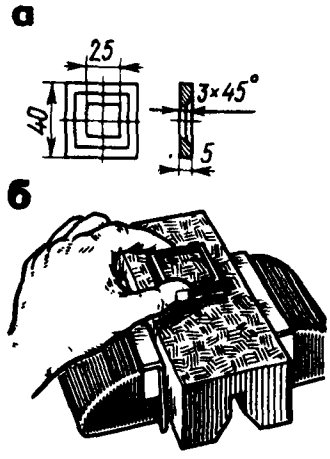


Рис. 327. Рамка (*а*) и контроль с ее помощью качества шабрения (*б*)

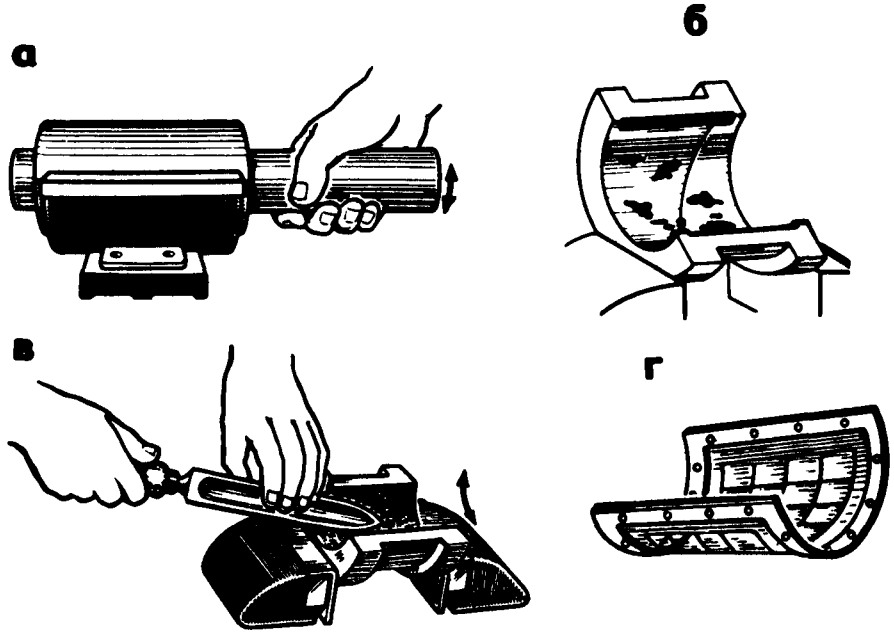


Рис. 328. Шабрение криволинейных поверхностей:
а – перенос краски с вала на подшипник, *б* – вкладыш со следами краски, *в* – прием шабрения, *г* – шаблон-сетка для проверки количества пятен краски после шабрения

ограниченной рамкой 25×25 мм: черновое – 8...10; получистовое – 12; чистовое – 15; точное – 20; тонкое – 25.

Шабрение криволинейных поверхностей, например подшипников, выполняют следующим образом. На вал или шейку вала, с которой должен сопрягаться подшипник, равномерно наносят тонкий слой краски, устанавливают вал во вкладыш подшипника (рис. 328, *а*) или вкладыш подшипника на шейку вала и легким усилием поворачивают его, после чего вал снимают (рис. 328, *б*) и шабрят трехгранным шабером выступающие места (рис. 328, *в*).

Шабер наклоняют так, чтобы металл снимала средняя часть режущей кромки. Правой рукой шабер удерживают за рукоятку, слегка вращая, а левой прижимают его к обрабатываемой поверхности. Шабрение продолжают до тех пор, пока не получат необходимое количество пятен, которое определяют шаблоном-сеткой (рис. 328, *г*).

§ 78. ЗАТОЧКА И ДОВОДКА ТРЕХГРАННЫХ ШАБЕРОВ

При заточке шабер держат правой рукой за рукоятку, а пальцами левой руки – за его канавки (желобки), расположенные на боковых гранях, и плавно, с легким нажимом, подводят нижнюю поверхность шабера к абразивному кругу (рис. 329, *а*).

При движении шабера вперед правая рука должна плавно опускаться вниз, а острый конец шабера – подниматься вверх; при движении назад правая рука поднимается вверх, а острый конец шабера опускается вниз до соприкосновения с поверхностью круга. Такие плавные движения шабером делают несколько раз, создавая закругленную поверх-

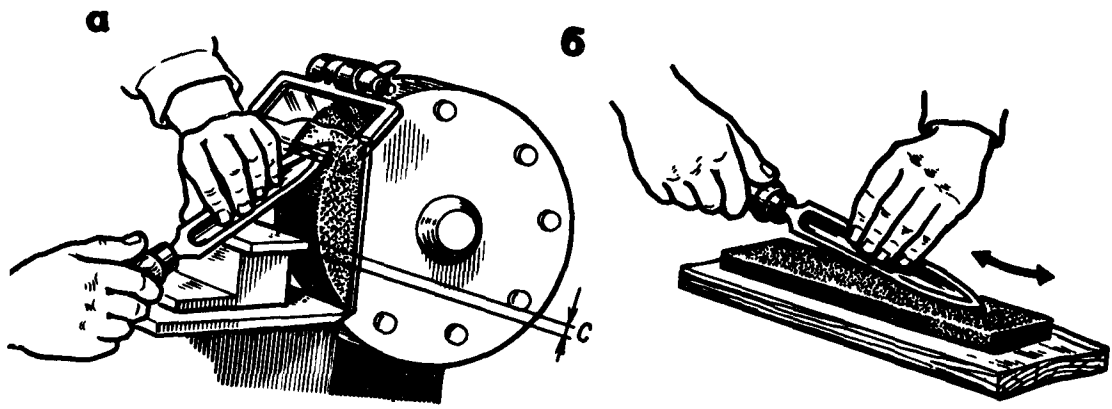


Рис. 329. Заточка на круге (*а*) и доводка на оселке (*б*) трехгранного шабера: *с* – зазор не более 3 мм

ность с острыми кромками. Поворачивая шабер второй, а затем третьей гранью, их затачивают таким же путем, как и первую грань. Во избежание перегрева режущих кромок шабера заточку ведут с охлаждением водой.

Шаберы доводят на корундовых или наждачных оселках, устойчиво установленных неподвижно на плите. Поверхность оселка смазывают машинным маслом. Доводку осуществляют при легком нажиме левой руки и покачивании правой рукой при одновременном движении боковой грани вдоль оселка (рис. 329, *б*). Остальные грани доводят так же.

Шабер, предназначенный для шабрения высокой точности, доводят на чугунной плите с применением наждачного порошка, разведенного в машинном масле. Показателем правильной доводки является гладкая поверхность режущих кромок и соответствующая их острота.

§ 79. МЕХАНИЗАЦИЯ ШАБРЕНИЯ

Процесс шабрения требует затраты больших физических усилий, весьма трудоемок и удлиняет цикл производства, поэтому механизация шабрения является одним из путей повышения производительности труда.

Пневматические шаберы предназначены для грубого, чистового и точного шабрения стальных и чугунных поверхностей и применяются как средство механизации трудоемкого труда при шабрении направляющих скольжения сверлильных станков в тяжелом машиностроении, контрольных притирочных плит и др.

На рис. 330, *а* показано устройство пневматического шабера, а на рис. 330, *б* – прием работы им. При впуске сжатого воздуха через штуцер *1* вращающийся ротор двигателя через редуктор передает штоку *6* сложное колебательное движение, преобразующееся в возвратно-поступательное движение патрона *7* с закрепленным в нем шабером.

Ход шабера обычно указывается на шкале последнего. Для чистовой обработки рекомендуется средний ход, а для тонкой – малый. Обдирочное (грубое) шабрение начинается с удаления следов предыдущей обра-

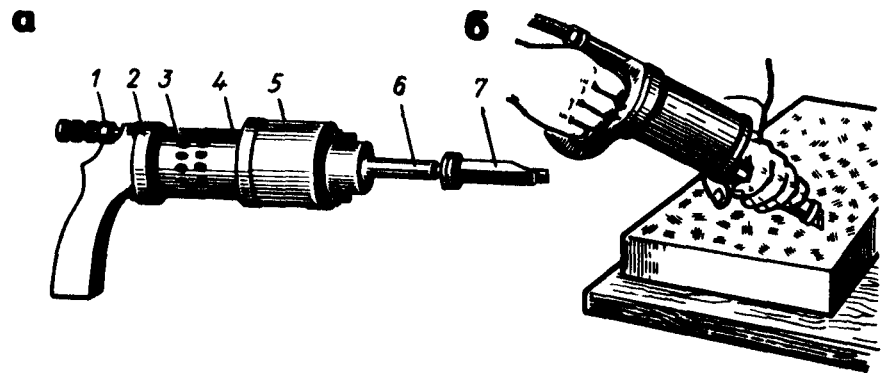


Рис 330. Пневматический шабер:
а – устройство, *б* – прием работы; *1* – штуцер, *2* – крышка рукоятки, *3* – золотниковая коробка, *4* – шпилька, *5* – крышка двигателя, *6* – шток, *7* – патрон для закрепления шабера

ботки (рисок) широким шабером с наибольшим ходом шабера. На одном месте нельзя делать больше двух-трех ходов, шабер все время должен быть в движении под углом к направлению получаемых штрихов. При чистовом и тонком шабрении применяют более узкие шаберы.

Шабрение для получения малой шероховатости поверхности осуществляют с наименьшим нажимом на шабер, а лезвию ножа придают отрицательный передний угол ($-10°$).

Механическому шабрению подвергают чугунное и стальное литье, конструкционную сталь и пластмассы, а также цветные металлы; обработку последних выполняют шабером с отрицательным передним углом. Для шабрения чугуна применяют ножи с твердосплавными пластинками.

Хорошо зарекомендовали себя пневматический шабер П-5302 и пневматическая машина с электромагнитом для закрепления на месте. Последняя имеет устройство для регулирования толщины снимаемой стружки и давления на обрабатываемую поверхность. Электромагнитный присос позволяет применять машину для обработки вертикальных поверхностей и в труднодоступных местах.

Электромеханический шабер (рис. 331) приводится в действие от электродвигателя *1*, подвешенного на тележке *2* к монорельсу. Электродвигатель через редуктор *3*, с которым соединен гибкий вал *4*, приводит в движение кривошип *5*; последний сообщает возвратно-поступательное движение инструменту *6*. Электромеханический шабер может перемещаться по монорельсу вдоль мастерской, а при другом варианте монтажа тележки – по полу.

В электромеханическом шабере вращательное движение гибкого вала, получаемое от электродвигателя, преобразовывается в возвратно-поступательное движение инструмента. Рабочий левой рукой давит на шабер, прижимая его к обрабатываемой поверхности, а правой рукой поддерживает шабер за рукоятку.

Стационарная установка с шабровочной головкой (рис. 332) имеет электродвигатель *1* мощностью до 0,6 кВт, установленный в кронштейне *2* станины *3*. Клиноременная передача *6* передает вращательное движение от электродвигателя гибкого вала *4*

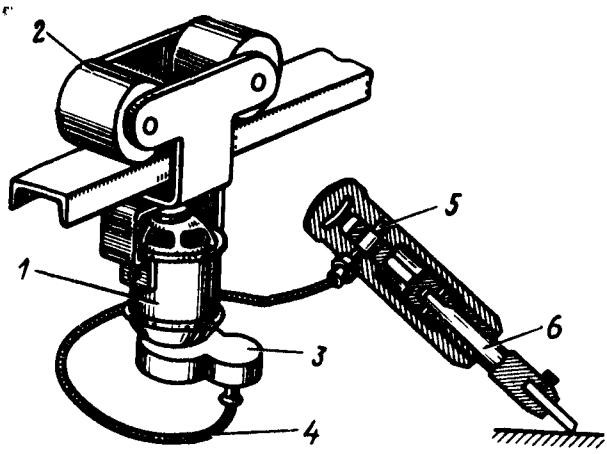


Рис. 331. Электромеханический шабер

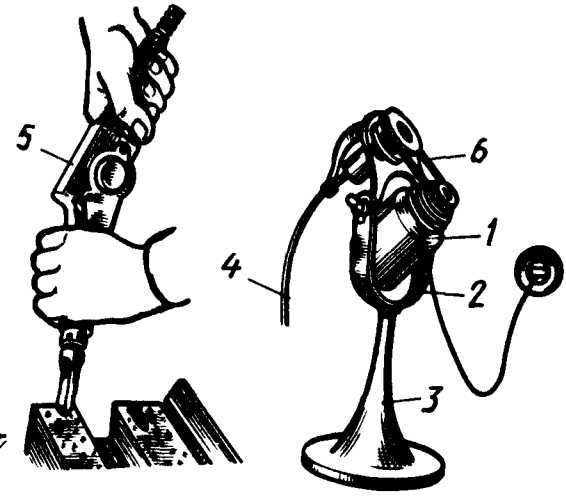


Рис. 332. Стационарная установка с шабровочной головкой

шабровочной головке 5. Применение ступенчатых шкивов в клиноременной передаче позволяет получать разное число ходов инструмента.

Электромеханический и пневматический шаберы, а также шабровочная головка имеют существенные недостатки, ограничивающие их применение: трудность регулирования движения, относительно сильные толчки, невозможность регулирования усилия, передаваемого инструменту.

§ 80. ЗАМЕНА ШАБРЕНИЯ ДРУГИМИ ВИДАМИ ОБРАБОТКИ

Наиболее эффективным путем повышения производительности является замена шабрения тонким строганием, шлифованием и др.

Тонкое строгание вместо шабрения применяют на многих машиностроительных заводах при обработке направляющих, в том числе базовых деталей крупных и тяжелых станков. Особенно экономически выгодно это при строгании длинных плоских поверхностей. Время обработки при строгании сокращается по сравнению с шабрением в десятки раз.

Тонкое строгание осуществляют широколезвийными (до 40 мм) резцами из быстрорежущей стали или твердых сплавов с большими подачами (до 0,5 ширины резца) за два-три рабочих хода без охлаждения, а также особо широкими резцами (до 120 мм) протягиванием за один-два рабочих хода без подачи с охлаждением керосином, который подается равномерно и непрерывно на лезвие резца через отверстие в его полости.

На предварительных рабочих ходах глубина резания составляет 0,1...0,25 мм, а на окончательном – 0,05...0,1 мм. Резцы – сборные с пластинками из быстрорежущей стали или твердого сплава.

При тонком строгании обеспечивается шероховатость поверхности Ra 1,25...0,63 и выдерживается допуск по отклонениям от прямолинейности и плоскостности 0,02 мм на длине 1000 мм. Недостатком этого вида обработки является большая затрата времени на установку деталей на станке, а также их выверку, крепление, а затем снятие.

Шлифование вместо шабрения выполняют разными способами – на специальных станках, на продольно-строгальных станках специальными головками и с помощью универсальных переносных приспособлений, закрепляемых непосредственно на крупных деталях.

В условиях мелкосерийного производства, особенно в ремонтном деле, широко применяют самодвижущиеся шлифовальные головки (рис. 333). Особенность головки заключается в том, что изделие (на рисунке – станина станка) стоит неподвижно, а по станине перемещается приспособление с вращающимся абразивным кругом и шлифует ее направляющие.

Самодвижущаяся головка работает следующим образом. Своими призматическими направляющими *9* плита *8* головки, несущая все механизмы, устанавливается на обрабатываемые поверхности станины. На плите имеется звездочка, которая катится по натянутой роликовой цепи *10* и увлекает за собой всю головку.

Звездочка получает вращение от электродвигателя *5* через червячную передачу. Для изменения движения головки в обратную сторону изменяется вручную через переключатель *6* направление вращения электродвигателя подачи.

На верхней плите *1* с помощью двух поворотных суппортов установлен рабочий электродвигатель *4*, на конец вала которого насажен чашечный шлифовальный круг *11*. Головка может устанавливаться под нужным углом с помощью рукояток *2* и *3* винтовых суппортов. Перемещение в поперечном направлении производят вращением рукоятки *7*.

Применение самодвижущихся головок заменяет тяжелые и малопроизводительные шабровочные работы, а также сокращает более чем в 3 раза время на обработку.

Ленточное шлифование применяют для черновой обработки поковок, отливок, проката, труб, зачистки листового металла, заточки твердосплавного инструмента, чистовой обработки деталей.

К достоинствам ленточного шлифования относят: более высокий съем металла благодаря большой режущей поверхности абразивной ленты и свободному резанию; сохранение балансировки в течение всего срока службы быстровращающихся контактных дисков; более интенсивное рассеивание теплоты, предупреждающее прижоги вследствие большой рабочей поверхности ленты; простая конструкция станков; безопасность работы на таких станках; малая затрата времени (1...3 мин) на смену ленты; возможность варьирования режущими свойствами абразивной ленты и др.

Фрезерование. Тонкое фрезерование является наиболее прогрессивным методом обработки (особенно сопрягаемых плоских поверхностей разъемных стальных деталей) и применяется как отделочная операция вместо ручного шабрения. По качеству обработки оно не уступает шлифованию и в 1,5...3 раза производительнее.

В качестве режущего инструмента применяют однозубые фрезы со специальной заточкой. Скорость резания при тонком фрезеровании составляет 200...250 м/мин, подача на один оборот фрезы – не более 0,8 мм, глубина резания равна 0,08...1 мм.

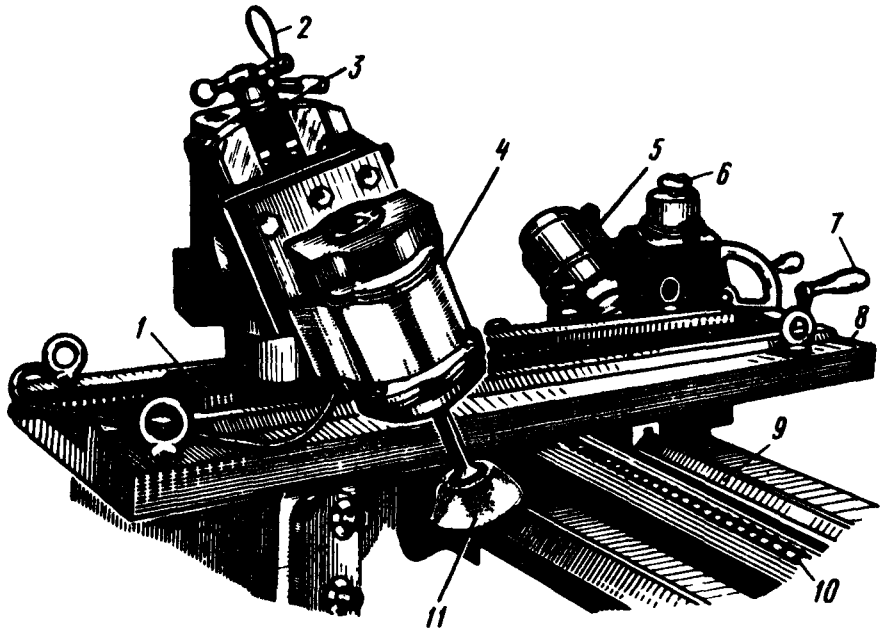


Рис. 333. Самодвижущаяся шлифовальная головка

Финишное фрезерование. Применяется оригинальная технология обработки направляющих, заключающаяся в замене шлифования тонким финишным фрезерованием, при котором после строгания или фрезерования небольшой торцовой фрезой с поверхности направляющих снимается припуск 75...125 мкм.

В качестве инструмента используется резцовая головка, представляющая собой чашечный корпус из алюминия, на котором укреплены резцы. Особо точная заточка резцов происходит в сборе, что обеспечивает участие в процессе резания всех резцов. Количество резцов определяется диаметром корпуса и колеблется от 5 до 50.

Привод фрезерной головки осуществляется от гидродвигателя, расположенного непосредственно на шпинделе. Применение гидродвигателя обеспечивает значительное снижение вибрации и бесступенчатое регулирование частоты вращения до 5000 об/мин.

Вместо шлифования станин применяют финишное фрезерование эльборовой фрезой.

Поверхностное пластическое деформирование. Увеличение надежности и долговечности деталей машин предъявляет повышенные требования к качеству и обработке поверхностей.

В современной чистовой обработке прогрессивным является метод поверхностного пластического деформирования (ППД). Применение метода основано на пластическом деформировании микронеровностей поверхностного слоя под действием катящегося или скользящего деформирующего инструмента при понижении усилия.

Обработка методом ППД применяется для уменьшения высоты микронеровностей, повышения усталостной прочности и износостойкости, стабилизации остаточных напряжений, увеличения твердости, повышения качества посадок с гарантированным натягом (прессовых), изме-

7. Виды дефектов при шабрении

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ предупреждения
Окрашивание середины или края	Недоброкачественная предварительная обработка поверхности	Шабрить после доброкачественной предварительной обработки
Блестящие полосы	Шабрение в одном направлении	Производить шабрение в различных направлениях, перекрещивая штрихи под углом 40...60°
Неравномерное расположение пятен	Шабрение длинными штрихами или сильный нажим на шабер	Добиваться нормального нажима на шабер, не делать длинных рабочих ходов (при черновом шабрении – не более 10...15 мм, при получистовом – 5...10 мм, при чистовом – 4...5 мм)
Глубокие впадины	Поверхность плохо подготовлена к шабрению. Сильный нажим на шабер	Подготавливать деталь к шабрению предварительным опиливанием и черновым шабрением, снимать шабером тонкий слой металла

нения микроструктуры поверхностного слоя перед последующей термической и химико-термической обработкой.

Одним из методов ППД является вибрационное обкатывание. Сущность его заключается в пластическом деформировании поверхности шаром под действием определенного усилия. Шару помимо основного движения подачи дополнительно сообщается возвратно-поступательное движение вдоль или перпендикулярно оси детали. На обработанной поверхности образуется микрорельеф, выполненный в виде непрерывных канавок, имеющих форму синусоиды, наложенной на винтовую линию.

Дефекты. Наиболее распространенные при шабрении дефекты, причины их возникновения и способы предупреждения приведены в табл. 7.

Безопасность труда. При шабрении необходимо выполнять следующие требования безопасности:

обрабатываемая деталь должна быть надежно установлена и прочно закреплена;

не допускается работа неисправными шаберами (без рукояток или с треснувшими рукоятками);

при выполнении работ шлифовальными головками соблюдать правила электробезопасности.

Глава XVI. РАСПИЛИВАНИЕ И ПРИПАСОВКА

§ 81. РАСПИЛИВАНИЕ

Распиливанием называется обработка отверстий с целью придания им нужной формы. Обработка круглых отверстий производится круглыми и полукруглыми напильниками, трехгранных – трехгранными, ножовочными и ромбическими напильниками, квадратных – квадратными напильниками.

Подготовка к распиливанию начинается с разметки и накернивания разметочных рисок, а затем по разметочным рискам сверлят отверстия и вырубают проймы, образованные высверливанием. Наилучшей получается разметка на металлической поверхности, отшлифованной наждачной бумагой.

Под распиливание сверлят одно отверстие, когда пройма небольшая; в больших проймах сверлят два или несколько отверстий в целях получения наименьшего припуска на распиливание. Большие перемычки трудно удалить из просверленной проймы, однако нельзя располагать отверстия и слишком близко во избежание сдавливания, что может привести к поломке сверла.

Распиливание в заготовке воротка квадратного отверстия. Вначале размечают квадрат, а в нем – отверстие (рис. 334, *а*), затем просверливают отверстие сверлом, диаметр которого на 0,5 мм меньше стороны квадрата. В просверленном отверстии квадратным напильником пропиливают четыре угла, не доходя 0,5...0,7 мм до разметочных рисок, после чего распиливают отверстие до разметочных рисок в такой последовательности: вначале пропиливают стороны *1* и *3*, затем *2* и *4* и производят

подгонку отверстия по метчику так, чтобы он входил в отверстие только на глубину 2...3 мм.

Дальнейшую обработку сторон (рис. 334, *б*) производят до тех пор, пока квадратная головка легко, но плотно не войдет в отверстие.

Распиливание в заготовке трехгранного отверстия. Размечают контур треугольника, а в нем – отверстие и сверлят его сверлом, не касаясь разметочных рисок треугольника (рис. 335, *а, б*). Затем в круглом отверстии пропиливают три угла и последовательно распиливают стороны *1, 2* и *3,* не доходя 0,5 мм до разметочной риски, после чего подгоняют стороны треугольника (рис. 335, *в*).

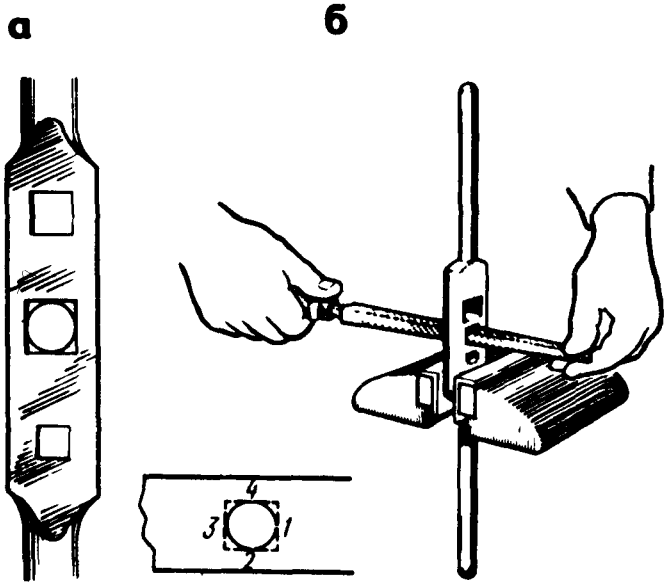


Рис. 334. Распиливание квадратного отверстия: *а* – разметка, *б* – прием работы

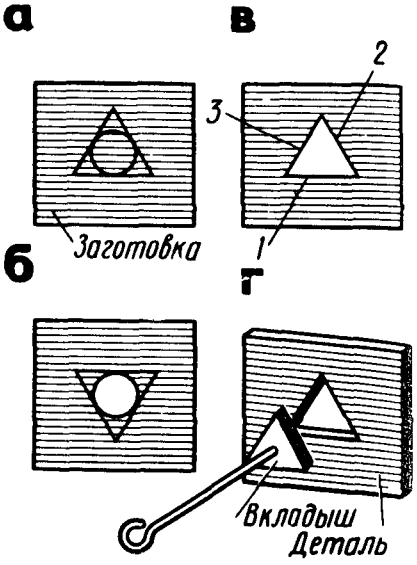


Рис. 335. Распиливание трехгранного отверстия: *а* – разметка, *б* – высверленное отверстие, *в* – порядок распиливания, *г* – проверка вкладышем

При работе трехгранным напильником стремятся избежать поднутрения сторон и опиливают строго прямолинейно Точность обработки проверяют вкладышем (рис. 335, *г*).

При подгонке следует следить за тем, чтобы вкладыш входил в распиливаемое отверстие свободно, без перекоса и плотно. Зазор между сторонами треугольника и вкладышем при проверке щупом должен быть не более 0,05 мм.

§ 82. ПРИГОНКА И ПРИПАСОВКА

Пригонкой называется обработка одной детали по другой с целью выполнения соединения. Для пригонки необходимо, чтобы одна из деталей была совершенно готовой – по ней ведут пригонку. Эта операция широко применяется при ремонтных работах, а также при сборке единичных изделий.

Пригонка напильником является одной из труднейших в работе слесаря, так как обработку приходится вести в труднодоступных местах. Целесообразно эту операцию выполнять борнапильниками, шлифовальными борголовками, применяя опиловочно-зачистные станки.

При пригонке вкладыша по готовому отверстию работа сводится к обычному опиливанию. При пригонке по большому числу поверхностей сначала обрабатывают две сопряженные базовые стороны, затем пригоняют две остальные до получения нужного сопряжения. Детали должны входить одна в другую без качки, свободно. Если изделие на просвет не проглядывается, ведут припиливание по краске.

Иногда на пригоняемых поверхностях и без краски можно различить следы от трения одной поверхности по другой. Следы, имеющие вид блестящих пятен ("светлячки"), показывают, что данное место мешает движению одной детали по другой. Эти места (выступы) удаляют, добиваясь или отсутствия блеска, или равномерного блеска по всей поверхности.

При любых пригоночных работах нельзя оставлять острых ребер и заусенцев на деталях, их нужно сглаживать личным напильником. Насколько хорошо сглажено ребро, можно определить, проведя по нему пальцем.

Припасовкой называется точная взаимная пригонка деталей, соединяющихся без зазоров при любых перекантовках. Припасовка отличается высокой точностью обработки, что необходимо для беззазорного сопряжения деталей (световая щель более 0,002 мм просматривается).

Припасовывают как замкнутые, так и полузамкнутые контуры. Из двух припасовываемых деталей отверстие принято называть пройм ой, а деталь, входящую в пройму, – вкладышем.

Проймы бывают открытыми (рис. 336) и замкнутыми (см. рис. 335). Выполняется припасовка напильниками с мелкой и очень мелкой насечкой – № 2, 3, 4 и 5, а также абразивными порошками и пастами.

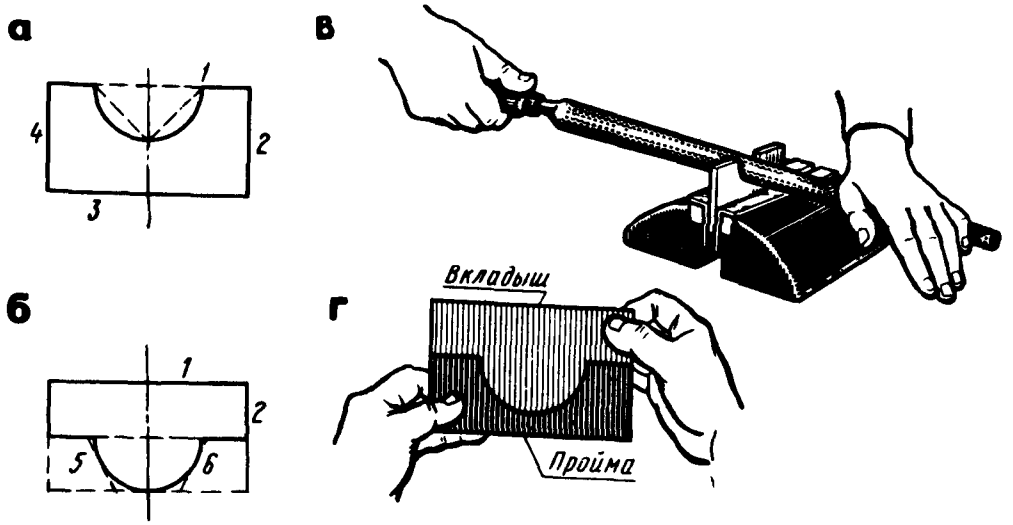


Рис. 336. Припасовка:
а – пройма, *б* – вкладыш, *в* – опиливание, *г* – проверка вкладышем

При изготовлении и припасовке шаблонов с полукруглыми наружным и внутренним контурами вначале изготовляют деталь с внутренним контуром – пройму (рис. 336, *а*). К обработанной пройме подгоняют (припасовывают) вкладыш (рис. 336, *б*).

При обработке проймы сначала точно опиливают широкие плоскости как базовые поверхности, затем начерно – ребра (узкие грани) *1, 2, 3* и *4,* после чего размечают циркулем полуокружность, вырезают ее ножовкой (показано штрихом на рисунке), производят точное опиливание полукруглой выемки (рис. 336, *в*) и проверяют точность обработки вкладышем, а также симметричность по отношению к оси (с помощью штангенциркуля).

При обработке вкладыша сначала опиливают широкие поверхности, а потом ребра *1, 2* и *3.* Далее размечают и вырезают ножовкой углы. После этого производят точное опиливание и припасовку ребер *5* и *6.* Затем выполняют точное опиливание и припасовку вкладыша к пройме. Точность припасовки считается достаточной, если вкладыш входит в пройму без перекоса, качки и просветов (рис. 336, *г*).

При изготовлении и припасовке косоугольных вкладышей в проймы типа "ласточкин хвост" (рис. 337, *а, б*) сначала обрабатывают вкладыш (обработка и проверка его проще). Обработку ведут в следующем порядке (рис. 337, *а*). Вначале точно опиливают широкие плоскости как базовые поверхности, а затем все четыре узкие грани (ребра) *1, 2, 3* и *4.* Далее размечают острые углы (рис. 337, *а*), вырезают их ножовкой и точно опиливают. Сначала опиливают ребра *5* и *6* (рис. 337, *а*) в плоскости, параллельной ребру *1,* затем ребра *7* и *8* (рис. 337, *а*) по линейке и под углом 60° к ребру *4.* Острый угол (60°) измеряют угловым шаблоном.

Пройму обрабатывают в следующем порядке. Вначале точно опиливают широкие плоскости, а затем все четыре ребра.

Далее производят разметку, вырезку ножовкой паза (на рис. 337, *в* показано штрихом) и опиливание ребер *5, 6* и *7.* Сначала ширина паза делается меньше требуемой на 0,05...0,1 мм при сохранении строгой симметричности боковых ребер паза по отношению к оси проймы (глубина паза выполняется сразу точной по размеру). Затем при припасовке вкладыша и проймы ширина паза получает точный размер по форме выступа вкладыша. Точность припасовки считается достаточной, если вкладыш входит в пройму туго от руки без просвета, качки и перекосов (рис. 337, *д*).

Ручное распиливание, пригонка и припасовка – очень трудоемкие операции. В современных условиях эти операции выполняют с использованием металлорежущего оборудования общего и специального назначения, при котором роль слесаря сводится к управлению машинами и контролю размеров.

Криволинейные и фасонные детали обрабатывают на шлифовальных станках специальными профилированными абразивными кругами. Широкое применение также находят электроискровые, химические и другие методы обработки, исключающие дополнительную отделку вручную.

Однако при выполнении слесарно-сборочных, ремонтных работ,

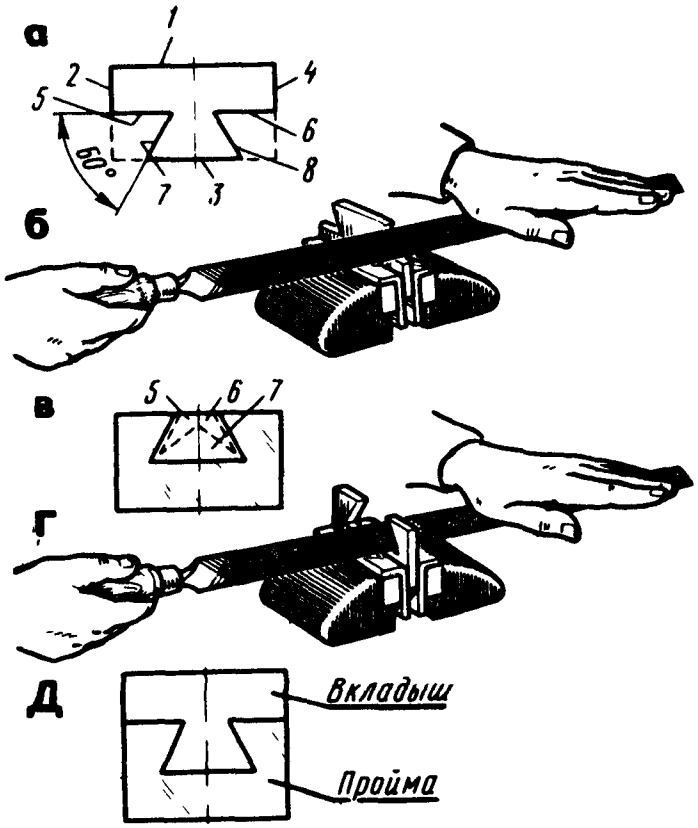


Рис. 337. Припасовка косоугольных вкладышей: *а* – схема разметки наружных углов, *б* – опиливание наружной поверхности, *в* – схема разметки внутренних углов, *г* – опиливание внутренних углов, *д* – проверка вкладышем

а также при окончательной обработке деталей, полученных штамповкой, выполнять эти работы приходится вручную.

Применением специальных инструментов и приспособлений добиваются повышения производительности распиливания и припасовки. К числу таких инструментов и приспособлений относятся ручные напильники со сменными пластинками, напильники из проволоки, покрытые алмазной крошкой, опиловочные призмы, опиловочные наметки и т. д.

Глава XVII. ПРИТИРКА И ДОВОДКА

§ 83. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ПРИТИРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Общие сведения. Притиркой называется обработка деталей, работающих в паре, для обеспечения наилучшего контакта их рабочих поверхностей.

Доводка – это чистовая обработка деталей с целью получения точных размеров и малой шероховатости поверхностей.

Притирка и доводка осуществляются абразивными порошками или пастами, наносимыми соответственно или на обрабатываемые поверхности, или на специальный инструмент – притир.

Припуск на притирку составляет 0,01...0,02 мм, на доводку – 0,001... ...0,0025 мм. Точность притирки – 0,001...0,002 мм. Доводка обеспечивает точность по 5...6-му квалитетам и шероховатость поверхности до *Rz* 0,05.

В машиностроении притирке подвергают гидравлические пары, пробки и корпуса кранов, клапаны и их седла в двигателях внутреннего сгорания, рабочие поверхности измерительных инструментов и т. п.

Обработанные доводкой поверхности хорошо сопротивляются износу и коррозии, что является решающим фактором в эксплуатации измерительных и поверочных инструментов и очень точных деталей.

Притирочные материалы. Абразивные материалы (абразивы) – это мелкозернистые кристаллические порошкообразные, а также и массивные твердые тела, применяемые для механической обработки различных материалов.

Абразивы делятся на естественные (природные) и искусственные. Различают также твердые абразивные материалы, имеющие твердость, бóльшую твердости закаленной стали, и мягкие, имеющие меньшую твердость.

К твердым естественным абразивным материалам относят минералы, содержащие оксид алюминия (естественный корунд, наждак) и оксид кремния (кварц, кремень, алмаз).

Твердые искусственные абразивные материалы, получаемые в электропечах, характеризуются высокой твердостью, однородностью состава и свойств. К искусственным абразивным материалам относят: электрокорунд нормальный (1А); электрокорунд белый (2А); электрокорунд хромистый (3А); монокорунд (4А); карбид кремния (карборунд) зеленый (6С); карбид кремния черный (5С); карбид бора (КБ); кубический нитрид бора (КБН); эльбор (Л); алмаз синтетический (АС).

Для притирки (доводки) стали применяют порошки электрокорунда нормального, белого и хромистого, а также монокорунда, для обработки чугуна и хрупких материалов – карбид кремния, для обработки твердых сплавов и других труднообрабатываемых материалов – порошки карбида бора, синтетических алмазов.

Мягкими абразивными материалами притирают (доводят) отожженную сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы. Для грубой притирки используют абразивные шлифующие порошки зернистостью 5...3, для предварительной притирки – микропорошки М28, М20 и М14, а для окончательной – М10, М7 и М5.

Из мягких абразивных материалов наиболее широко применяют пасты ГОИ (Государственного оптического института). Их выпускают в виде тюбиков цилиндрической формы (диаметром 36 мм и высотой 50 мм) или в кусках. Паста широко применяется для окончательных доводочных работ, когда кроме высокой точности и малой шероховатости требуется получение блестящей поверхности.

Применение паст обеспечивает также повышение износоустойчивости обработанных деталей, так как на поверхности не остается включений

твердых абразивных материалов, способствующих изнашиванию поверхностей.

Различают три сорта пасты ГОИ – грубую, среднюю и тонкую.

Грубую (крупную) пасту (светло-зеленого цвета) применяют для снятия слоя металла толщиной в несколько десятых долей миллиметра, например для удаления следов обработки опиливанием, грубым шабрением, строганием, шлифованием. Детали после притирки (доводки) этой пастой имеют матовую поверхность.

Средней (мелкой) пастой (зеленого цвета) снимают слой металла, измеряемый сотыми долями миллиметра, получая более чистую поверхность, без штрихов.

Тонкая (микромелкая) паста (черного цвета) с зеленоватым оттенком) служит для окончательной обработки и придает поверхности зеркальный блеск. Тонкой пастой снимают припуски в тысячные доли миллиметра.

Каждому виду пасты присваивают номер, соответствующий ее абразивной способности, например грубой пасте – № 50, 40, 35, 30, 25 и 20, средней – № 15 и 10, тонкой – № 7, 4 и 1. Размеры зерен грубой пасты – 40...17 мкм, средней – 16...8 и тонкой – менее 8 мкм.

Алмазные пасты (пасты из природных и синтетических алмазных порошков) получили широкое распространение. Алмазные пасты Института сверхтвердых сплавов, выпускаемые двенадцати зернистостей, условно делят на четыре группы – крупная, средняя, мелкая и тонкая. Пасты каждой группы имеют свой цвет: крупной – красный (АП100, АП80 АП60); средней – зеленый (АП40, АП28, АП20); мелкой – голубой (АП14, АП10 и АП7); тонкой – желтый (АП5, АП3 и АП1).

Кроме того, внутри каждой группы пасту самой крупной зернистости обозначают черной полоской, средней – серой, а мелкой – белой (этими цветами окрашивают тюбики и упаковку пасты).

Алмазные пасты выпускают светлого цвета для того, чтобы по изменению последнего можно было судить о съеме обрабатываемого материала. При правильном выборе притира и пасты после непродолжительной работы алмазная паста приобретает темный цвет. Это является признаком непрерывного съема материала.

Буква А означает, что порошок изготовлен из алмаза, П – паста, рядом стоящие цифры – размер зерна (например, АП100 – размер зерна 100...80 мкм; АП80 – 80...60 мкм; АП3 – 3...1 мкм; АП1 – 1 мкм и менее).

Алмазные пасты применяют для притирки и доводки изделий из твердых сплавов, сталей различных марок и неметаллических материалов – стекла, рубина, керамики. Выпускают пасты различных характеристик из природных и синтетических алмазов с размером зерна от 60 до 1 мкм. Процентное содержание порошка в пасте по массе составляет 1...23 %. В состав паст входят высокомолекулярные поверхностно-активные вещества, хорошо смачивающие зерна алмаза.

По консистенции алмазные пасты делят на твердые, мазеобразные и жидкие. Обычно крупнозернистые пасты изготов-

ляют твердой и мазеобразной (густой) консистенции. Мелкозернистые пасты изготовляют всех указанных консистенций.

Наиболее широко применяют при обработке изделий пасту жидкой консистенции, которая, будучи нанесена тонким слоем на притир, обеспечивает высокое качество поверхности и точность обработки до 6-го квалитета.

Для повышения производительности при притирке (доводке) сначала применяют крупнозернистые пасты, постепенно переходя на мелкозернистые.

Применение алмазных паст обеспечивает получение шероховатости обрабатываемой поверхности *Ra* 0,04...*Rz* 0,05 и повышение производительности труда по сравнению с применением других абразивных паст.

Смазывающие материалы для притирки и доводки способствуют ускорению этих процессов, уменьшают шероховатость, а также охлаждают поверхность детали. Наиболее часто в качестве смазывающих материалов, употребляют смазочно-охлаждающие жидкости — керосин, бензин, легкие минеральные масла, содовую воду. Для притирки (доводки) стали и чугуна чаще применяют керосин с добавкой 2,5 % олеиновой кислоты и 7 % канифоли, что значительно повышает производительность процесса.

§ 84. ПРИТИРЫ

Виды притиров. Доводку выполняют специальным инструментом — притиром, форма которого должна соответствовать форме обрабатываемой поверхности. По форме притиры делят на плоские, цилиндрические (стержни и кольца), резьбовые и специальные (шаровые, асимметричные и неправильной формы).

Притиры могут быть подвижными и неподвижными. Подвижный притир при доводке перемещается, а деталь остается неподвижной или перемещается относительно притира. Такими притирами являются цилиндры, диски, конусы и др.

При использовании неподвижного притира перемещается только обрабатываемая деталь. Такими притирами являются бруски, плиты и др.

Плоские притиры представляют собой чугунные плиты, на которых доводят плоскости. Плоский притир для предварительной обработки имеет канавки глубиной и шириной 1...2 мм, расположенные на расстоянии 10...15 мм (рис. 338, *а*), в которых собираются остатки абразивного материала. Притиры для окончательной доводки делают гладкими (рис. 338, *б*).

Цилиндрические притиры применяют для доводки цилиндрических отверстий. Такие притиры бывают нерегулируемыми (рис. 339, *а*) и регулируемыми (рис. 339, *б*); последние представляют собой разрезную втулку *3*, насаженную на коническую оправку *2*. Регулирование диаметра притира осуществляют гайками *1* и *4*.

Конические отверстия доводят коническими притирами, представляющими собой чугунные (реже — медные) оправки.

Притир для предварительной обработки имеет спиральную канавку, удерживающую абразивно-притирочный материал.

Притир для обработки наружной конической поверхности представляет собой коническую втулку.

Специальные притиры (сложной формы) применяют для доводки поверхностей различной формы и труднодоступных поверхностей небольших размеров.

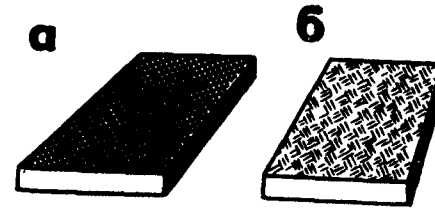


Рис 338 Плоские притиры
а – с канавками, *б* – гладкий

Материалы притиров. Притиры изготовляют из чугуна, бронзы, меди, свинца, стекла, фибры и твердой древесины (дуб, клен и т. п.).

Наиболее часто притиры изготовляют из чугуна и меди, обладающих необходимыми качествами для удовлетворительного вдавливания абразивов – средней твердостью, плотностью, хорошей износоустойчивостью. Медь труднее обрабатывается и является дорогостоящим материалом, поэтому для доводки стальных деталей рекомендуется изготовлять притиры из чугуна средней твердости (НВ 100...200). Для тонких и длинных притиров используют стали Ст2 и Ст3 (НВ 150...200).

Предварительной доводкой снимается большой слой металла, поэтому применяют притиры из мягкого металла (меди). Они удерживают крупный абразив гораздо лучше, чем серый чугун. Для окончательной доводки, когда снимается небольшой слой металла, применяют чугунные притиры. Они удерживают в основном самые мелкие зерна и благодаря твердости облегчают обработку. Стальные притиры изнашиваются быстрее, чем чугунные.

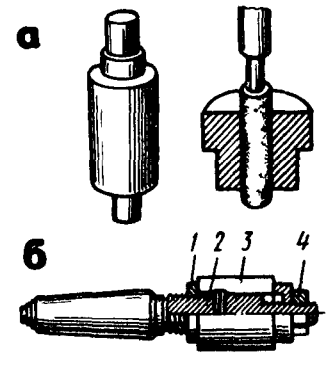


Рис 339 Цилиндрические притиры
а – нерегулируемые, *б* – регулируемый

Для окончательной доводки пастами ГОИ с целью получения зеркальной поверхности следует применять притиры, изготовленные из стекла "пирекс" или зеркального литого стекла, которое не должно иметь пузырьков, глубоких царапин и раковин.

Шаржирование притиров твердым абразивным материалом. Существуют два способа покрытия притиров абразивным порошком – прямой и косвенный.

При прямом способе абразивный порошок вдавливают в притир до работы. Плоский притир шаржируют с помощью стального закаленного бруска или валика (рис. 340, *а*). Круглый притир диаметром более 10 мм шаржируют на твердой стальной плите, на которую насыпан тонким, ровным слоем абразивный порошок. С помощью другой плиты притир прокатывают до тех пор, пока абразив не будет вдавлен в него равномерно по всей поверхности (рис. 340, *б*).

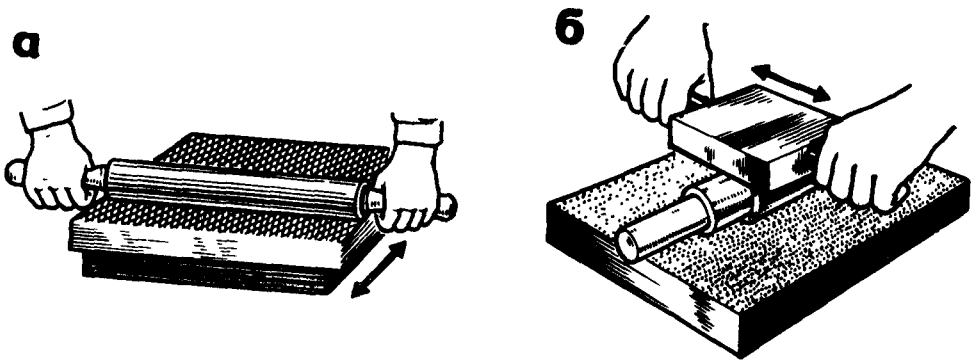


Рис. 340. Шаржирование притиров:
а – плоского, *б* – круглого

После шаржирования с притира удаляют остаток абразивного порошка волосяной щеткой, притир слегка смазывают и применяют для работы без добавления свободного абразивного материала до тех пор, пока он не перестанет обрабатывать деталь.

Прямой способ шаржирования притиров имеет ряд преимуществ: притир шаржируется в большей степени; при доводке более крупные зерна абразива размельчаются или вдавливаются глубже в плиту; точность доводки притиром выше, чем при косвенном шаржировании.

Косвенный способ заключается в покрытии притира слоем смазки, на которую затем посыпают абразивный порошок. В процессе шаржирования зерна абразива вдавливаются в материал притира, так как он мягче, чем обрабатываемая деталь.

Работают притиром до полного затупления абразивных зерен. Прибавлять новый абразивный порошок во время работы (особенно перед окончанием доводки) не следует, так как это ведет к снижению точности обработки.

§ 85. ПРИЕМЫ ПРИТИРКИ И ДОВОДКИ. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРИТИРОЧНЫХ И ДОВОДОЧНЫХ РАБОТ

Приемы притирки и доводки. Для производительной и точной притирки необходимо правильно выбирать и строго дозировать количество абразивных материалов, а также смазки. Излишнее количество абразивного порошка или смазки препятствует соприкосновению притираемых поверхностей, отчего производительность и качество притирки снижаются.

При окончательной притирке повышение производительности и каче-

ства достигается путем добавления в зону обработки абразивного порошка в смеси с разведенным в керосине стеарином.

При притирке необходимо учитывать давление на притираемые детали. При его повышении увеличивается скорость процесса, но только до известных пределов. При очень большом давлении зерна раздавливаются, поверхность детали получается с задирами и иногда приходит в негодность. Обычно давление при притирке составляет 150...400 кПа (1,5...4 кгс/см^2). При окончательной притирке давление надо уменьшить.

Доводка плоских поверхностей обычно производится на неподвижных чугунных доводочных плитах. Форму и размеры плит выбирают в зависимости от размера и формы притираемых деталей. На поверхность плиты посыпают шлифующий порошок. Операция доводки обычно подразделяется на предварительную (черновую) и окончательную (чистовую).

Изделие передвигают круговыми движениями. Доводку ведут до тех пор, пока доводимая поверхность не будет матовой или зеркальной. Для получения блестящей поверхности доводку заканчивают на притире из твердой древесины, покрытом разведенной в спирте венской известью.

Доводка на плитах дает очень хорошие результаты, поэтому на них обрабатывают детали, требующие высокой точности обработки (шаблоны, калибры, плитки и т. п.).

Чтобы плита изнашивалась равномерно, обрабатываемую деталь перемещают равномерно по всей ее поверхности. Во избежание коробления при доводке необходимо следить, чтобы обрабатываемая деталь сильно не нагревалась. Если деталь нагрелась, доводку следует приостановить и вести медленнее, дав детали охладиться; после этого продолжают обработку. Для быстрого охлаждения деталь кладут на чистую массивную металлическую плиту.

Абразивный порошок (или паста) срабатывается после 8...10 круговых движений по одному и тому же месту, после чего его удаляют с плиты чистой тряпкой и заменяют новым абразивным материалом.

Предварительную доводку ведут на плите с канавками (рис. 341, *а*), а окончательную – на гладкой плите (рис. 341, *б*) на одном месте, ис-

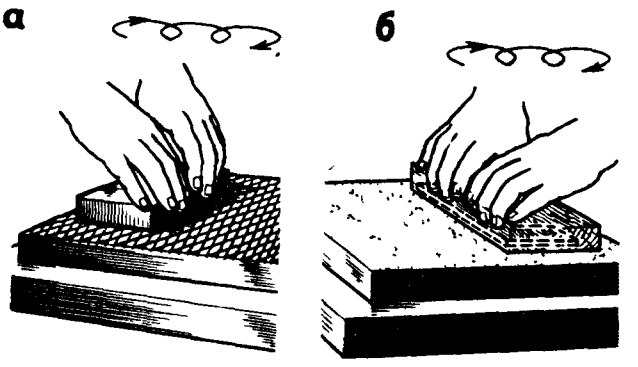


Рис. 341. Доводка плоских поверхностей:
а – предварительная, *б* – окончательная

пользуя лишь остатки порошка, сохранившегося на детали от предыдущей операции.

Доводка узких поверхностей (например, шаблонов, угольников, линеек) ведется с помощью чугунных или стальных направляющих брусков (кубиков) и призм. К бруску или призме прикладывают обрабатываемую деталь и вместе перемещают по доводочной плите (рис. 342, *а*).

Доводка цилиндрической поверхности малого радиуса показана на рис. 342, *б*.

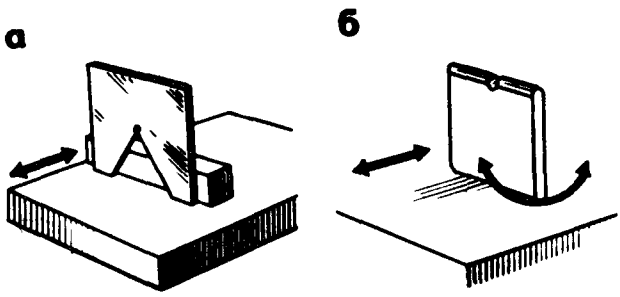


Рис 342 Доводка узкой плоской поверхности (*а*) и цилиндрической поверхности малого радиуса (*б*)

Доводка пакета деталей. Одновременную обработку нескольких деталей, соединенных винтами (рис. 343, *а*), заклепками (рис. 343, *б*), струбцинами (рис. 343, *в*) в пакет, выполняют путем перемещения по доводочной плите. При этом обеспечивается высокая производительность и отпадает необходимость в дополнительных приспособлениях.

Доводка угольника. Для доводки широких поверхностей угольник (рис. 344, *а*) закрепляют на деревянном бруске с гнездом и вместе с деревянным бруском перемещают по плите.

Доводка поршневого кольца показана на рис. 344, *б*, а приемы **доводки внутренних поверхностей** различных деталей – на рис. 345, *а–в*.

Доводку конических поверхностей приходится выполнять при

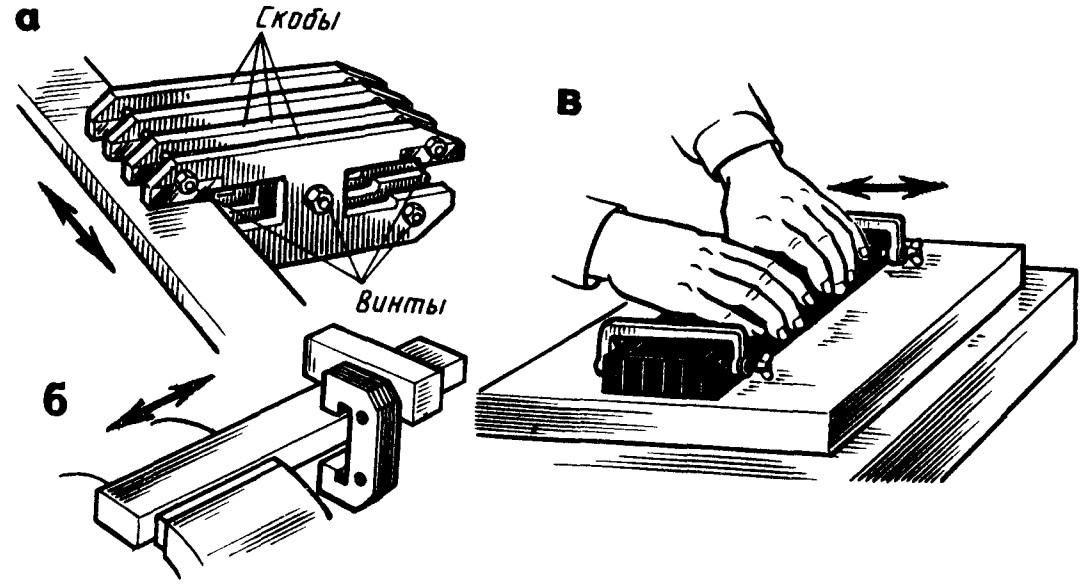


Рис 343 Доводка скоб, скрепленных винтами (*а*), и пакетов деталей, скрепленных заклепками (*б*) и струбцинами (*в*)

Рис. 344 Доводка угольника (*а*) и поршневого кольца (*б*)

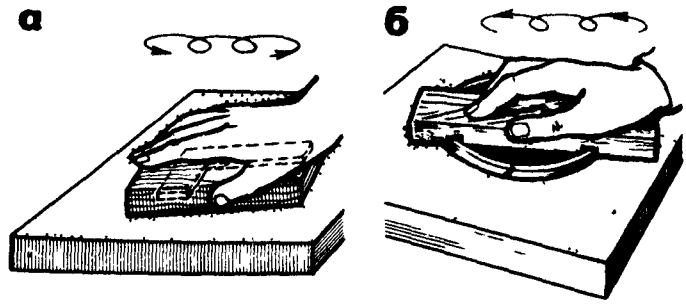
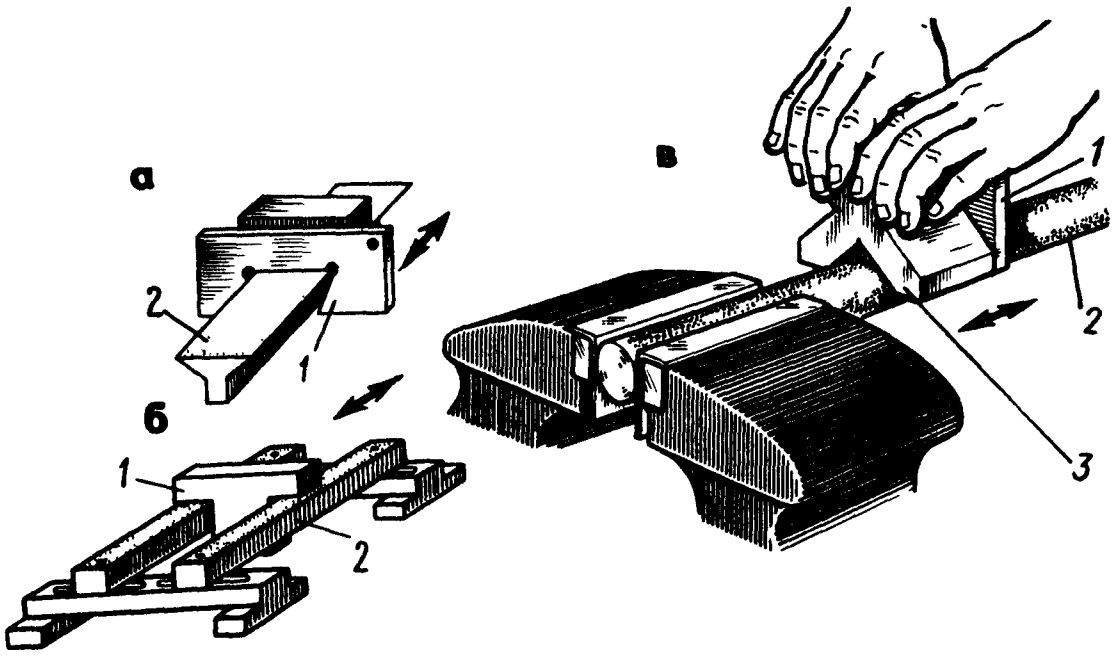


Рис 345 Доводка внутренних поверхностей
а – сложных, *б* – шаблона-высотки, *в* – радиусного шаблона, *1* – шаблон, *2* – притир, *3* – направляющая призма (брусок)



ремонте кранов, клапанов, гнезд под клапаны и т. п. Доводку внутренних конических поверхностей выполняют с помощью конического притира-пробки (рис. 346, *а*). Он имеет винтовые канавки для удерживания абразивного материала. На каждый хвостовик надевается вороток для вращения притира-пробки (рис. 346, *б*).

Притир-пробку после нанесения на него ровного слоя абразивно-притирочного материала вводят в обрабатываемое отверстие и с помощью воротка делают неполные обороты то в одну, то в обратную сторону, а затем делают почти полный оборот.

После 15...18 оборотов притир вынимают, насухо протирают тряпкой, наносят на него абразивный материал и снова вводят в отверстие, продолжая доводку до тех пор, пока обрабатываемая поверхность не станет матовой равномерно по всей площади.

Подобным образом доводят наружные конические поверхности, используя для этой цели специальные притиры в виде колец с коническим отверстием, соответствующим обрабатываемому конусу.

Арматура, пробки, фланцы, клапаны, а также краны специальных притиров не требуют. После изготовления их соприкасающиеся рабочие поверхности взаимно притираются друг к другу (клапан к гнезду, пробка к крану и т. д.). Качество притирки проверяют мелом или цветным карандашом. Во избежание брака необходимо следить, чтобы в абразив-

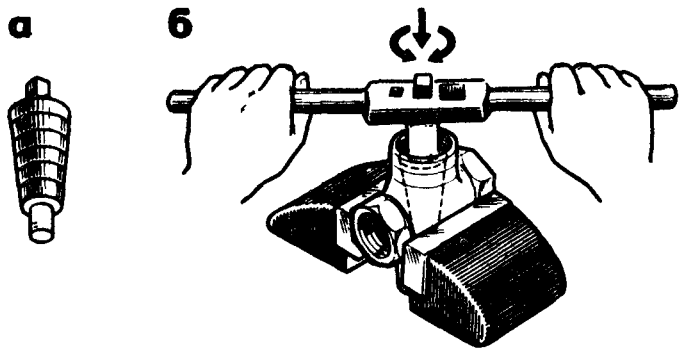


Рис. 346. Доводка внутренних конических поверхностей
а – притир, *б* – прием работы

ный порошок не попадали посторонние примеси, мусор, крупные зерна, которые оставляют на притираемых поверхностях царапины.

Притирку конических поверхностей можно выполнить, применяя коловорот или ручную дрель (рис. 347). На рисунке показана правильно и неправильно (следы краски прерывистые) выполненная (по следу карандаша) притирка.

Доводку резьбовых деталей. Наружную резьбу доводят резьбовыми кольцами, а внутреннюю – цельными резьбовыми оправками (если отверстие малого диаметра), изготавливаемыми из серого чугуна. Резьбу больших диаметров доводят сменными регулируемыми кольцами, устанавливаемыми на разжимной стальной оправке.

Доводка деталей из твердых сплавов. Высокая твердость сплавов не позволяет вести доводку обычными абразивами. В качестве абразивов для доводки деталей из твердых сплавов применяют алмаз, карбиды

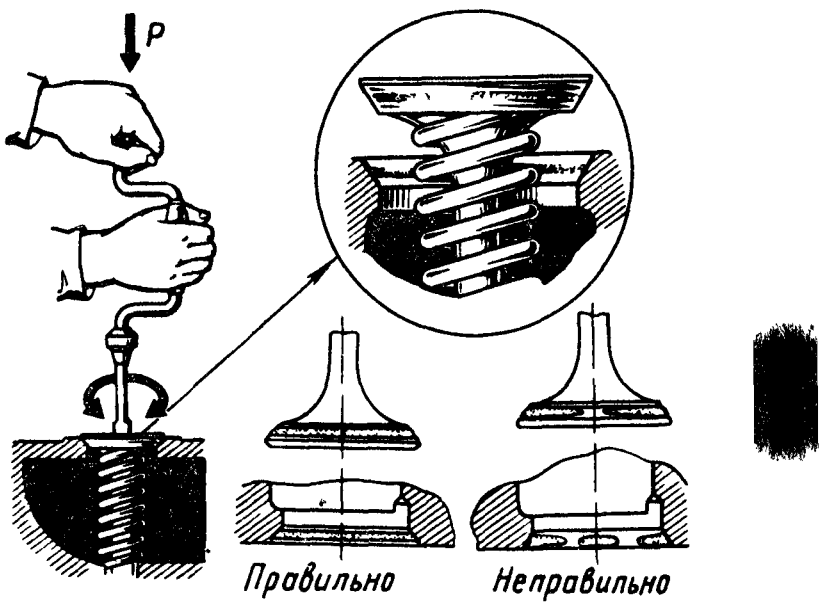


Рис 347. Притирка клапана к седлу с помощью коловорота.
P – усилие руки

бора и кремния, а также некоторые другие материалы; лучшим из них является алмаз, который обеспечивает высокое качество отделки поверхности.

Исходным материалом для мелких алмазных порошков является измельченная и просеянная алмазная крошка.

Алмазной пылью посыпают либо притир, либо ролик, смазанные маслом. Шаржирование металлического диска осуществляют путем вдавливания в него алмазной пыли. При этом следят за тем, чтобы ролик легко и свободно вращался, иначе вместо шаржирования притира он будет шлифоваться последним. При первом шаржировании притира алмазной пыли берут в 2 раза больше, чем при последующих.

Механизация доводочных и притирочных работ. Более производительной, а также менее утомительной для рабочего является доводка и притирка на доводочных станках. Наряду со специальными станками для механизированной доводки могут быть соответствующим образом приспособлены и металлорежущие станки – сверлильные, строгальные и др.

На рис. 348 показан станок для доводки. Деталь устанавливают обрабатываемой поверхностью на доводочный диск *1* в текстолитовый сепаратор, имеющий прорезь по контуру детали. Доводка поверхности происходит в результате сложного рабочего движения, т.е. сочетания вращений доводочного диска и детали, самоустанавливающейся на плоскости диска.

Качество доводки литых деталей на этом станке значительно повышается, производительность увеличивается в 1,5...2 раза.

Контроль качества доводки. После доводки поверхности проверяют на краску (на хорошо доведенных поверхностях краска распределяется равномерно). Плоскостность при доводке контролируют лекальной линейкой с точностью 0,001 мм.

Параллельность плоских поверхностей проверяют микрометром, индикатором или иными рычажно-механическими приборами, заданный профиль – шаблонами, лекалами (по методу световой щели), углы – угольниками, угломерами, угловыми плитками, шаблонами.

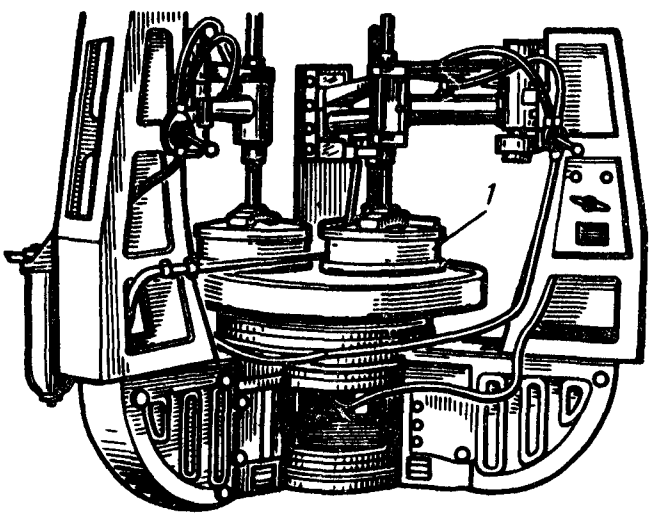


Рис. 348. Станок для доводки

8. Виды дефектов при притирке и доводке

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ предупреждения
Негладкая и нечистая поверхность	Применение крупнозернистых абразивных порошков, неправильный подбор смазки	Применять соответствующие абразивные порошки и смазки
Неточность размеров, искажения геометрической формы	Неправильный выбор притира	Применять притиры соответствующих размеров и формы
	Неправильная установка притира или детали	Точно устанавливать деталь на притир или притир на деталь
	Большие припуски на обработку	Предварительной обработкой обеспечить необходимые припуски на притирку (доводку)
Коробление тонких деталей	Нагрев детали	Не допускать нагрева деталей свыше 50 °С

Следует иметь в виду, что во избежание ошибок при контроле все измерения надо проводить при 20 °С.

Дефекты. Наиболее распространенные при притирке и доводке дефекты, причины их возникновения и способы предупреждения приведены в табл. 8.

Безопасность труда. При выполнении притирочных и доводочных работ необходимо: обрабатываемую поверхность очищать не рукой, а ветошью; пользоваться защитными устройствами для отсасывания абразивной пыли; осторожно обращаться с пастами, так как они содержат кислоты; надежно и устойчиво устанавливать притиры; выполнять требования безопасности при работе механизированным инструментом, а также на станках.

Глава XVIII. ПАЙКА, ЛУЖЕНИЕ, СКЛЕИВАНИЕ

§ 86. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПАЙКЕ. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

Общие сведения. Пайка — это процесс получения неразъемного соединения материалов с нагревом ниже температуры их автономного расплавления путем смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления их при кристаллизации шва.

Пайку широко применяют в разных отраслях промышленности. В машиностроении ее используют при изготовлении лопаток и дисков турбин, трубопроводов, радиаторов, ребер двигателей воздушного охлаждения, рам велосипедов, сосудов промышленного назначения, газовой аппаратуры и т. д. В электропромышленности и приборостроении пайка является в ряде случаев единственно возможным методом соединения деталей. Ее применяют при изготовлении электро- и радиоаппаратуры телевизоров, деталей электромашин, плавких предохранителей и т. д.

К преимуществам пайки относятся: незначительный нагрев соединяемых частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; чистота соединения, не требующая в большинстве случаев последующей обработки; сохранение размеров и форм детали; прочность соединения.

Современные способы позволяют паять углеродистые, легированные и нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы.

Припои. Качество, прочность и эксплуатационная надежность паяного соединения в первую очередь зависят от правильного выбора припоя. Не все металлы и сплавы могут выполнять роль припоев. Припои должны обладать следующими свойствами:

иметь температуру плавления ниже температуры плавления спаиваемых материалов;

в расплавленном состоянии (в присутствии защитной среды, флюса или в вакууме) хорошо смачивать паяемый материал и легко растекаться по его поверхности;

обеспечивать достаточно высокие сцепляемость, прочность, пластичность и герметичность паяного соединения;

иметь коэффициент термического расширения, близкий к соответствующему коэффициенту паяемого материала.

В результате длительного практического отбора и многочисленных научных исследований были подобраны группы припоев, обладающих оптимальным сочетанием свойств.

В зависимости от температуры плавления припои классифицируют следующим образом (рис. 349): твердые (тугоплавкие) — высокопрочные, имеющие температуру плавления выше 500 °С; мягкие (легкоплавкие) — меньшей прочности, имеющие температуру плавления ниже 500 °С.

Легкоплавкие припои широко применяют в различных

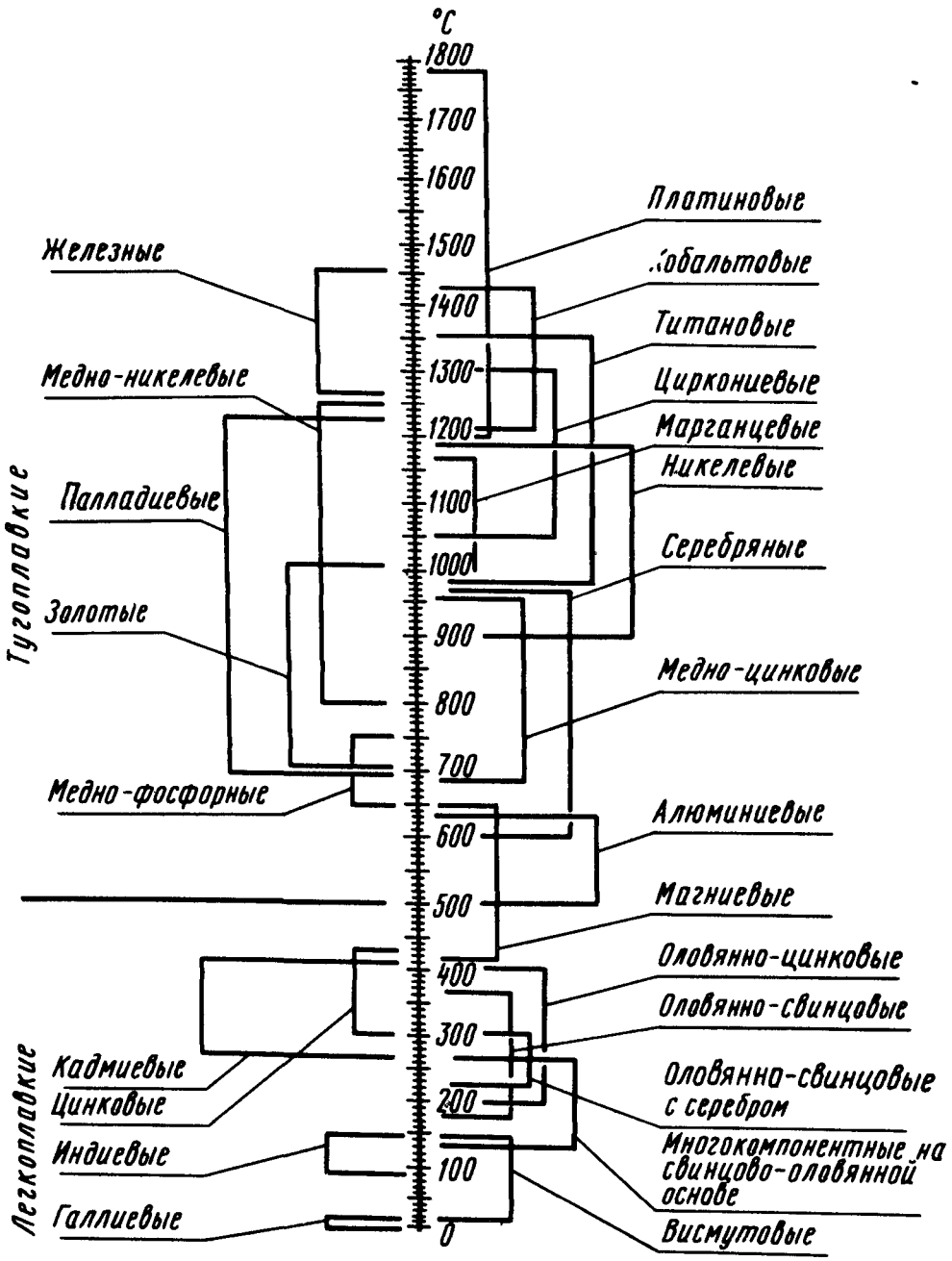


Рис. 349. Классификация припоев по температуре плавления

отраслях промышленности и быту; они представляют собой сплав олова со свинцом. Разные количественные соотношения олова и свинца определяют свойства припоев.

Оловянно-свинцовые припои по сравнению с другими обладают высокой смачивающей способностью, хорошим сопротивлением коррозии. При пайке этими припоями свойства соединяемых металлов практически не изменяются.

Легкоплавкие припои служат для пайки стали, меди, цинка, свинца, олова и их сплавов серого чугуна, алюминия, керамики, стекла и др.

Пайку легкоплавкими припоями применяют в тех случаях, когда нельзя нагревать металл до высокой температуры, а также при невысокой требовательности к прочности паяного соединения. Соединения, паянные с помощью легкоплавких припоев, достаточно герметичны.

Легкоплавкие припои выпускают в виде чушек, проволоки, литых прутков, зерен, лент фольги, трубок (заполняются канифолью) $\varnothing$ 2...5 мм, а также в виде порошков и паст из порошка с флюсом.

Легкоплавкие припои можно приготовить и непосредственно в цехе или мастерской. Для этого в металлических ковшах расплавляют олово и старый припой, затем добавляют небольшие кусочки свинца, хорошо размешивают. Для того чтобы припой не выгорал, поверхность посыпают толченым древесным углем.

Для получения специальных свойств к оловянно-свинцовым припоям добавляют сурьму, висмут, кадмий, индий, ртуть и другие металлы.

Оловянно-свинцовые припои изготовляют следующих марок:

бессурьмянистые – ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10, ПОС 61М и ПОСК 50-18;

малосурьмянистые – ПОССу 61-05, ПОССу 50-0,5, ПОССу 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 25-0,5 и ПОССу 18-0,5;

сурьмянистые – ПОССу 95-5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу30-2. ПОССу 25-2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-1 и ПОССу 4-6.

В обозначении марки буквы указывают. ПОС – припой оловянно-свинцовый; М – медь; К – калий; числа указывают: первое – на содержание олова, %; последующие – на содержание меди и калия, % (остальное – до 100 % – свинец). При слесарных работах чаще применяют припой ПОС 40.

Легкоплавкие припои применяют при паянии тонких оловянных предметов, стекла с металлической арматурой, деталей, которые особенно чувствительны к нагреву, а также в тех случаях, когда припой должен выполнять роль температурного предохранителя (в электрических тепловых приборах и др.).

Тугоплавкие припои представляют собой тугоплавкие металлы и сплавы. Из них широко применяют медно-цинковые и серебряные. Для получения определенных свойств и температуры плавления в эти сплавы добавляют олово, марганец, алюминий, железо и другие металлы.

Добавка в небольших количествах бора повышает твердость и прочность припоя, но повышает хрупкость паяных швов.

Соединения, паяные медью и припоями на ее основе, имеют высокую коррозионную стойкость; большинство из них выдерживает высокие механические нагрузки. Температура пайки припоями на медной основе составляет 850...1150 °С. Эти припои применяют для получения соединений, которые должны быть прочными при высоких температурах, вязкими, стойкими против усталости и коррозии. Этими припоями можно паять сталь, чугун, медь, никель и их сплавы, а также другие металлы и сплавы с высокой температурой плавления. Твердые припои делят на две основные группы – медно-цинковые и серебряные.

Согласно ГОСТу медно-цинковые припои выпускают трех марок: ПМЦ-36 для паяния латуни с содержанием 60...68 % меди; ПМЦ-48 – для паяния медных сплавов, содержащих меди свыше 68 %; ПМЦ-54 – для паяния бронзы, меди, томпака и стали. Медно-цинковые припои плавятся при 700...950 °С.

В марке буква П обозначает слово "припой", МЦ – медно-цинковый; цифра указывает на содержание меди (%).

Эти припои поставляют в виде зерен. Зерна припоев в зависимости от размера разделяют на два класса: А – зерна размером 0,2...3 мм; Б – зерна размером 3...5 мм.

Флюсы. С повышением температуры скорость окисления поверхности спаиваемых деталей значительно возрастает, в результате чего припой не пристает к детали. Для удаления оксида применяют химические вещества, называемые флюсами. Флюсы улучшают условия смачивания поверхности паяемого металла расплавленным припоем, предохраняют поверхность паяного металла и расплавленного припоя от окисления при нагреве и в процессе пайки, растворяют имеющиеся на поверхности паяемого металла и припоя оксидные пленки.

Различают флюсы для мягких и твердых припоев, а также для пайки алюминиевых сплавов, нержавеющих сталей и чугуна.

Флюсы для мягких припоев. К этим флюсам относятся хлористый цинк, нашатырь, канифоль, паяльные пасты и др.

Хлористый цинк, называемый также травленой кислотой, является очень хорошим флюсующим средством при паянии черных и цветных металлов (кроме цинковых и оцинкованных деталей, алюминия и его сплавов). Получают хлористый цинк растворением 1 ч. мелко разрубленного цинка в 5 ч. соляной кислоты.

Для того чтобы хлористый цинк в меньшей степени способствовал коррозии паяного шва, к раствору добавляют нашатырный спирт, вливая его в хлористый цинк тонкой струей до исчезновения молочного цвета.

Нашатырь (хлористый аммоний) – белая горько-соленая на вкус соль. Применяется в виде порошка и кристаллов. При нагревании нашатырь разлагается с выделением вредного для здоровья белого газа, поэтому при паянии рекомендуется пользоваться не чистым нашатырем, а раствором, состоящим из 0,5 л воды, 100 г нашатыря и небольшого количества хлористого цинка.

Довольно энергичным является следующий флюс (%): хлористого цинка – 25...20; нашатыря – 5...20; воды – 70...30.

Канифоль – желтовато-коричневое смолистое вещество, полу-

чающееся в виде палочек или порошка при перегонке сосновой смолы. Флюсующие свойства канифоли значительно слабее, чем у других флюсов, но она не вызывает коррозии паяного шва. Благодаря этому канифоль преимущественно применяют для пайки электро- и радиоаппаратуры.

Канифоль применяют в виде порошка, палочек или раствора в спирте.

Паяльная паста — это жидкость, приготовленная из хлористого цинка и аммония или хлористого цинка и крахмала.

Для приготовления паяльной пасты крахмал растворяют в воде, затем раствор кипятят до тех пор, пока не получится клейстер. Крахмальный клейстер в холодном виде прибавляют к раствору хлористого цинка или хлористого аммония, перемешивая до тех пор, пока не получится слегка липкая жидкость.

При паянии нержавеющих и жаропрочных сталей применяют смесь, составленную из 50 % плавленой буры и 50 % борной кислоты, разведенных в растворе хлористого цинка до густоты пасты. При пайке серого чугуна к буре добавляют хлористый калий, перекись марганца или оксид железа.

При паянии паяльную пасту ровным слоем наносят на спаиваемые поверхности. После пайки остатки смывают водой с помощью волосяной щетки или ветоши.

Флюсы для твердых припоев. К этим флюсам относятся бура, борная кислота и некоторые другие вещества.

Буру применяют в виде порошка, для чего ее толкут в ступе и просеивают. Чтобы при нагревании бура не пенилась, перед применением ее прокаливают. Бура легко впитывает влагу из воздуха, поэтому ее хранят в банке с притертой пробкой. Рекомендуется применять безводную буру, так как иначе флюс при нагреве теряет воду, набухает и трескается, вследствие чего затрудняется процесс пайки.

Недостатком буры является то, что после остывания она оставляет на шве весьма прочную пленку. Для понижения температуры плавления в буру иногда добавляют хлористый цинк.

Борная кислота представляет собой белые, жирные на ощупь чешуйки. По своим флюсующим свойствам борная кислота лучше буры, но применяется реже, так как стоимость ее выше.

Флюсы для пайки алюминиевых сплавов. В качестве флюсов при пайке алюминиевых сплавов применяют сложные по химическому составу смеси, состоящие их фтористого натрия, хлористых лития, калия, цинка и др. Хлористые соли обладают способностью растворять оксиды алюминия, поэтому их роль во флюсах является основной. Хлористые литий и калий вводят в состав флюсов с целью понижения температуры плавления.

При пайке алюминия мягкими припоями применяют следующую смесь: 3 мас. ч. деревянного масла; 2 мас. ч. канифоли; 1 мас. ч. кальцинированного хлористого цинка.

Для пайки алюминия и его сплавов используют также флюс 34А, состоящий из 10 % фтористого натрия, 8 % хлористого цинка, 32 % хлористого лития, 50 % хлористого калия.

Флюсы для пайки нержавеющей стали. Одним из таких флюсов является пастообразная смесь буры и борной кислоты (поровну), замешанная в насыщенном растворе хлористого цинка. Применяют также флюс 200, состоящий из 70 % борной кислоты, 21 % буры и 9 % фтористого калия. Этот флюс пригоден для паяния конструкционных и нержавеющих сталей, а также жаропрочных сплавов латунью и твердыми припоями.

Флюсом для пайки чугуна (серого или ковкого) служит бура (~ 60 %) с добавкой хлористого цинка (~ 38 %) и марганцовокислого калия (~ 2 %). В этот флюс, кроме того, входит перекись марганца (или хлорат калия), способствующая выгоранию графита с поверхности металла и тем самым обеспечивающая получение чистой, хорошо смачиваемой припоем поверхности.

Флюсом для пайки свинцовых сплавов может служить стеарин.

§ 87. ПАЯЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

Паяльными лампами нагревают спаиваемые детали и расплавляют припой. Ими пользуются чаще всего при пайке легкоплавкими припоями, но иногда применяют и при пайке тугоплавкими припоями со сравнительно невысокой температурой плавления (например, серебряными).

На рис. 350 показана керосиновая паяльная лампа, а на рис. 351 — лампа, работающая на бензине, спирте или керосине.

Применение несоответствующего топлива нарушает нормальную работу паяльной лампы.

По внешнему виду паяльные керосиновые лампы отличаются от бензиновых только расположением змеевика, который у керосиновых ламп расположен внутри трубы, а у бензиновых — снаружи.

Основными частями керосиновой паяльной лампы (см. рис. 350) являются резервуар *1* для горючего ручка *6* для переноски, заливная пробка *8*, насос *5* для накачивания воздуха в резервуар, горелка с вентилем *4* для регулирования количества подаваемого горючего, змеевик для подогрева горючего, труба *3*, направляющая пламя.

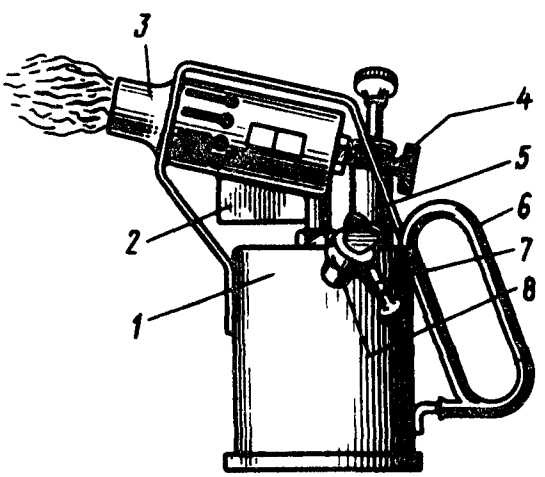


Рис. 350. Керосиновая паяльная лампа

В трубе имеются отверстия для доступа свежего воздуха к горелке. Под трубой помещается чашечка (нагревательная ванночка) *2*, в которую наливают горючее, необходимое для розжига паяльной лампы.

Перед розжигом лампы вентиль *4* закрывают, воздух из резер-

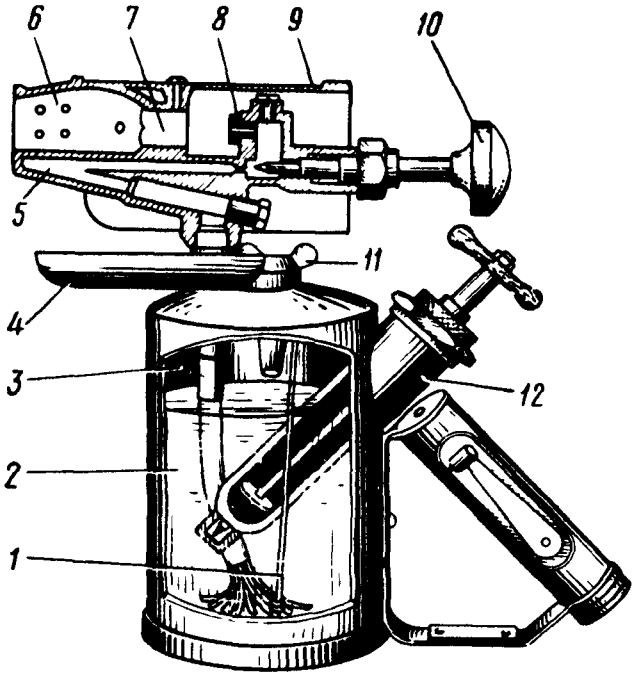


Рис. 351. Лампа, работающая на бензине, спирте или керосине: *1* – предохранительный стержень, *2* – резервуар для горючего, *3* – воздушное пространство, *4* – нагревательная ванночка (чашечка), *5* – каналы смесителя, *6* – труба, *7* – смесительная трубка, *8* – сопло, *9* – защитное устройство от ветра, *10* – вентиль, *11* – крышка заливного отверстия, *12* – насос

вуара выпускают через воздушный клапан *7*, имеющийся в заливной пробке. После выпуска воздуха воздушный клапан закрывают. Затем поджигают бензин, залитый в чашечку, и подогревают змеевик горелки.

К моменту полного сгорания бензина в чашечке следует подкачать воздух в резервуар, слегка открыть вентиль и поднести лампу к кирпичу на расстояние 10...15 мм. Воспламенившееся распыленное горючее окончательно подогревает горелку, из которой вылетает синеватое пламя. После этого вентилем регулируют интенсивность горения.

Гасят лампу только закрытием вентиля, после чего выпускают воздух из резервуара через воздушный клапан.

Малогабаритная нагревательная лампа, созданная В.М. Доробой (рис. 352, *а*), состоит из тонкостенного (0,3 мм) корпуса *2*, в торце которого имеется отверстие ⌀ 0,2 мм, регулятора *1* температуры пламени, пробки *4*, бензостойкой резиновой прокладки *3* и сферической латунной сеточки *5*, установленной в корпусе внутреннего торца во избежание засорения отверстия и в целях создания камеры для паров бензина. Лампу заправляют бензином Б-70. Температура горения достигает 1000...1200 °С. Время работы между заправками составляет 20...25 мин. Подача паров бензина происходит за счет давления, возникающего при расширении бензина, которое происходит вследствие подогревания тонкой корпусной части лампы.

В дальнейшем давление внутри корпуса лампы поддерживается за счет передачи теплоты от сопла через регулятор температуры пламени в тонкостенную часть корпуса.

Эту лампу применяют при выполнении монтажных, слесарно-сборочных, авторемонтных и других работ. Горит лампа в горизонтальном и вертикальном положениях.

Паяльная трубка (рис. 352, *б*) применяется для пайки мелких деталей или пайки в труднодоступных местах. Приставив трубку од-

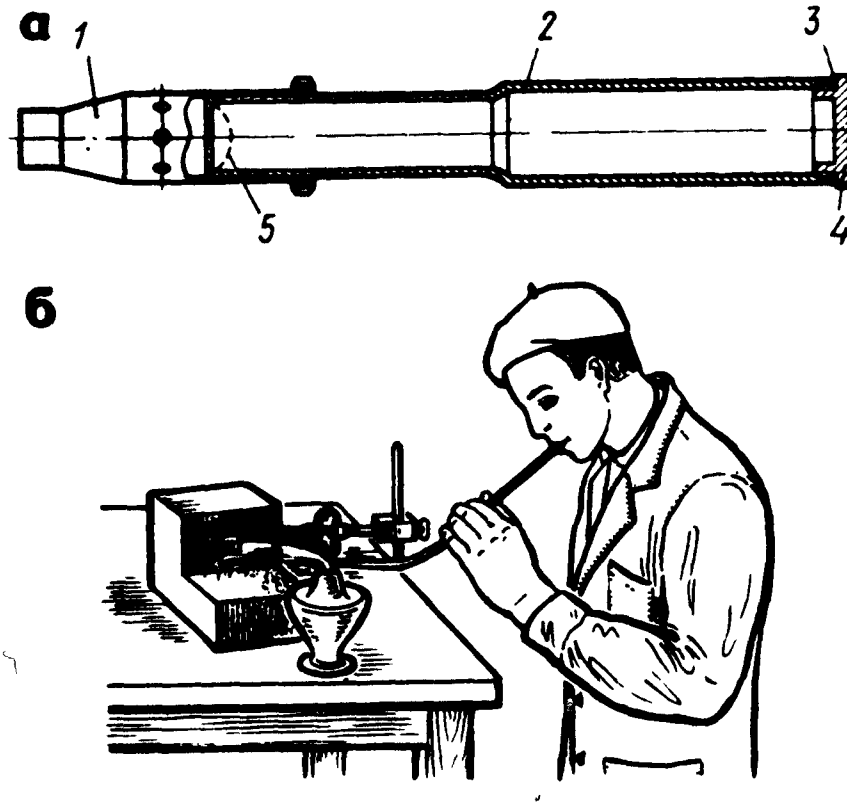


Рис. 352. Малогабаритная нагревательная лампа (*а*) и паяльная трубка (*б*)

ним концом к пламени спиртовой лампочки, дуют в нее с другого конца, направляя пламя в место пайки.

Несмотря на то что паяльная лампа является несложным приспособлением, неправильная ее эксплуатация может привести к несчастным случаям, поэтому необходимо выполнять следующие основные правила безопасности:

хранить бензин, необходимый для розжига паяльной лампы, в отдельном сосуде;

заправлять паяльную лампу только в безопасном в пожарном отношении месте;

заливать горючее только из сосуда, имеющего тонкую сливную трубку, или через небольшую воронку на противне; количество залитого горючего не должно превышать $^3/_4$ объема резервуара;

заправлять паяльную лампу разрешается только тем горючим, для которого она предназначена;

заправка неостывшей паяльной лампы категорически запрещается;

розжиг паяльной лампы производить возле кирпича (рис. 353, *а*) или специализированного защитного устройства (рис. 353, *б*); на случай воспламенения разлитого горючего нужно иметь вблизи рабочего места сухой песок для тушения огня.

Лучшим способом нагрева паяльников является нагрев на обыкновенной электрической плитке, в которую надо поставить две включенные параллельно спирали вместо одной. Для более быстрого нагрева

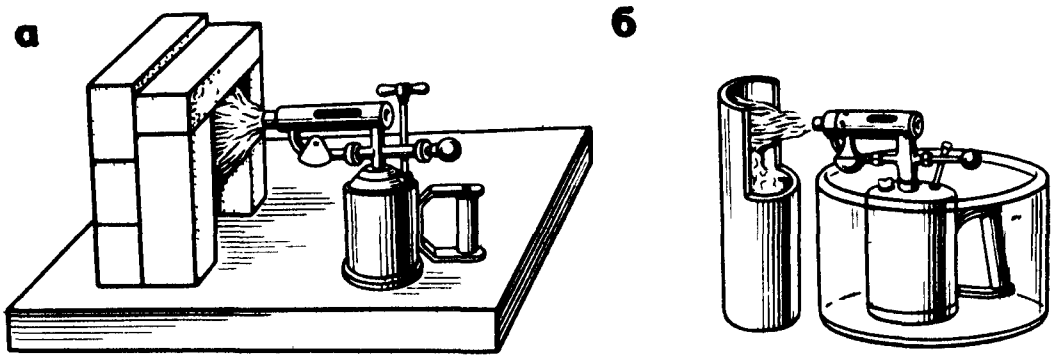


Рис. 353. Розжиг лампы:
а – возле кирпича, *б* – у защитного устройства

аяльника и уменьшения потерь теплоты можно использовать сделанную з жести защитную коробочку. Преимущество нагрева паяльника на лектроплитке состоит в том, что паяльник не соприкасается с пламе-ем и равномерно нагревается.

§ 88. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПАЙКИ. ВИДЫ ПАЯНЫХ ШВОВ

Паяльники. Основным инструментом для выполнения пайки явля-ется паяльник. По способу нагрева паяльники разделяют на три группы – ериодического подогрева, непрерывного подогрева газом или жидким опливом и электрические. Особую группу составляют паяльники специ-льного назначения: ультразвуковые с генератором ультразвуковой частоты (УП-21); с дуговым обогревом; с вибрирующими устройства-ми и др.

Независимо от способа нагрева и конструкции основное назначение паяльника состоит в следующем: нагрев припоя до расплавления; нака-ливание расплавленного припоя и нанесение его на соединение; прогрев металла по месту пайки; удаление излишков расплавленного припоя.

Паяльники периодического подогрева подразделяют на угловые, или молотковые (рис. 354, *а*), и прямые, или торцовые (рис. 354, *б*). Первые применяют наиболее широко. Прямые паяльники используют для пайки в труднодоступных местах. Паяльник представляет собой определенной формы кусок меди *3*, закрепленный на железном стержне *2* с деревянной рукояткой *1* на конце.

К паяльникам непрерывного подогрева относят газовые и бензиновые.

Газовый паяльник (рис. 355) имеет ацетилено-кислородную горелку *4*, к которой на стержне *2* прикреплен с помощью хомутика *3* обычный паяльник *1* из меди. Ниппели *7*, *8* под шланги прикреплены к рукоятке *6*. Кислород и ацетилен подаются по шлангам ниппелей *7* и *8*. Подача в горелку ацетилено-кислородной смеси регулируется с помощью вентилей *5* и *9*. Ацетилено-кислородную смесь на выходе из сопла *10* горелки зажигают, образовавшееся пламя осуществляет нагрев рабочей части паяльника.

В бензиновом паяльнике (рис. 356) рабочая головка *1*

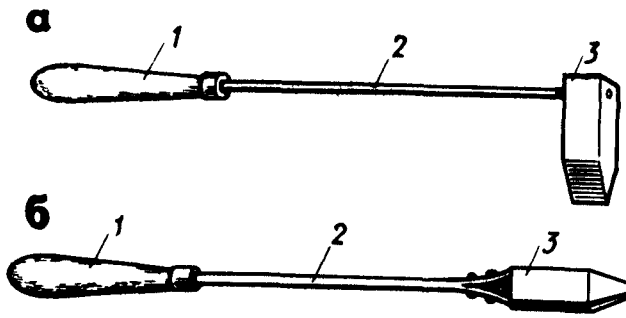


Рис. 354. Паяльники периодического подогрева: *а* – угловой, *б* – прямой

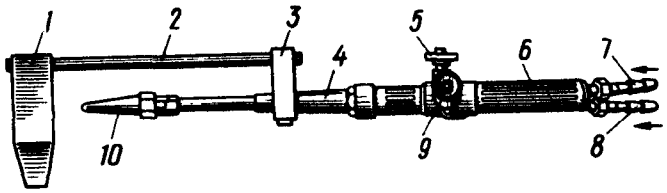


Рис. 355. Газовый паяльник непрерывного подогрева

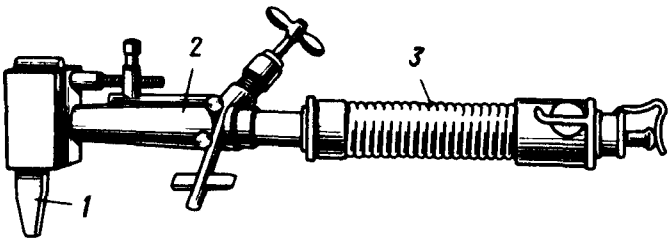


Рис. 356. Бензиновый паяльник непрерывного подогрева

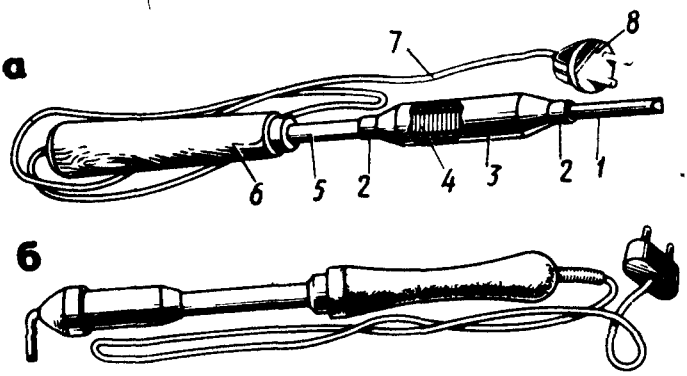


Рис. 357. Электрические паяльники:
а – прямой, *б* – угловой, *1* – медный стержень (теплопередатчик), *2* – хомутик, *3* – накладные боковины, *4* – нагревательный элемент, *5* – стальная трубка, *6* – рукоятка, *7* – шнур, *8* – штепсельная вилка

непрерывно подогревается пламенем бензиновой горелки *2*. Рукоятка *3* является одновременно резервуаром для бензина. Резервуар наполняют неполностью, оставляя небольшое свободное пространство. После заполнения резервуара бензином крепко завертывают вентиль на конце рукоятки. Категорически запрещается заполнять бензином резервуар вблизи огня.

Электрические паяльники применяют широко, так как они просты по устройству и удобны в обращении. При их работе не образуются вредные газы, разъедающие полуду на медном стержне, и нагрев спаиваемых мест осуществляется равномерно при постоянной температуре, что значительно повышает качество пайки. Такие паяльники нагреваются быстро – в течение 2...8 мин.

Электрические паяльники бывают прямыми (рис. 357, *а*) и угловыми (рис. 357, *б*).

Для пайки оловянно-свинцовыми припоями изготовляют электрические паяльники ПЦН-10, ПЦН-16, ПЦН-25, ПЦН-40, ПЦН-65, ПЦН-100, ПЦН-160, ПЦН-250 (буквы обозначают: П – паяльник электрический; Ц – несменный паяльный стержень; Н – непрерывный режим нагрева; цифрой обозначена номинальная мощность (Вт).

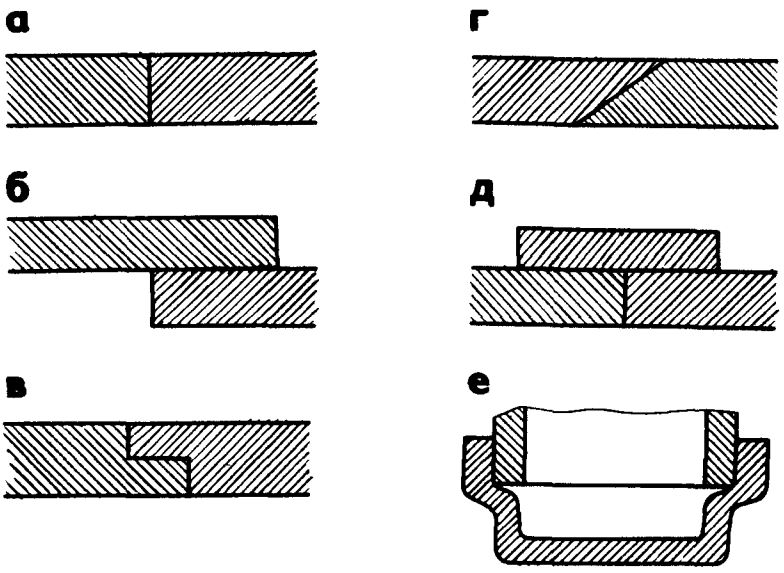


Рис. 358. Паяные швы:
а – стыковой, *б* – нахлесточный, *в* – ступенчатый, *г* – с косым срезом, *д* – стыковой с накладкой, *е* – герметичный

Виды паяных швов (рис. 358, *а–е*). В зависимости от предъявляемых к спаиваемым изделиям требований паяные швы разделяют на три группы:

прочные, обладающие определенной механической прочностью, но не обязательно герметичностью;

плотные – сплошные герметичные швы, не допускающие проникновения какого-либо вещества;

плотнопрочные, обладающие и прочностью, и герметичностью.

Соединяемые детали должны хорошо подгоняться одна к другой.

§ 89. ПАЙКА МЯГКИМИ ПРИПОЯМИ

Пайка мягкими припоями делится на кислотную и бескислотную. При кислотной пайке в качестве флюса употребляют хлористый цинк или техническую соляную кислоту при бескислотной – флюсы, не содержащие кислот: канифоль, терпентин, стеарин, паяльную пасту и др. Бескислотной пайкой получают чистый шов; после кислотной пайки не исключена возможность появления коррозии.

Процесс пайки мягкими припоями включает в себя подготовку изделий к пайке, подготовку паяльника, расплавление припоя, охлаждение и очистку шва.

Подготовка изделий к пайке. Прочное паяное соединение может

быть получено только в том случае, если место пайки предварительно очищено от грязи, жиров, продуктов коррозии и оксидных пленок, которые сильно мешают растеканию припоя и его проникновению в шов. Поверхность изделий перед пайкой очищают, обезжиривают, травят, промывают и сушат.

Механическую очистку поверхности изделий от ржавчины и окалины выполняют наждачной бумагой, напильниками, металлическими щетками, шлифовальными кругами, стальной или чугунной дробью.

Химическое обезжиривание в щелочных ваннах является наиболее простым и эффективным способом; заключается оно в обработке изделий в тонко размолотой и разведенной водой до кашицеобразного состояния венской извести, которую кистью наносят на изделие. Поверхность затем тщательно протирают и смывают водой.

Обезжиривание в органических растворителях применяют для удаления толстого слоя масла с изделий со сложными поверхностями, внутренними полостями и глубокими отверстиями. Для этого используют ацетон, бензол, скипидар, бензин, метиловый и этиловый спирты и др.

Химическое травление применяют в тех случаях, когда имеющиеся на поверхности изделия оксидные пленки и другие соединения не удаляются обезжириванием и препятствуют образованию прочного соединения припоя с паяемым металлом. Травление осуществляют погружением изделий в растворы серной, соляной, фосфорной и других кислот.

Очистку с помощью ультразвука применяют в тех случаях, когда другие способы не обеспечивают нужную чистоту поверхности. В ультразвуковых ваннах в качестве очищающей среды используют органические растворители, щелочные растворы, горячую воду, мыльный раствор и др.

Подготовка паяльника заключается прежде всего в доводке его под углом 30...40° и очистке от следов окалины. Затем обушок паяльника нагревают, следя, чтобы его рабочая часть находилась в некоптящей зоне пламени и нагрев осуществлялся до определенных температур – 250...300 °С при пайке мелких деталей и 340...400 °С при пайке крупных. Необходимо следить, чтобы паяльник не перегрелся. Нагрев паяльника выше 500 °С повышает окалинообразование и затрудняет лужение наконечника. Признаком перегрева является появление зеленоватого пламени и быстрое сгорание канифоли с выделением дыма вместо ее плавления. При перегреве паяльник снимают с огня, дают ему немного остыть, зажимают в тисках, опиливают плоским напильником рабочий конец дочиста с обеих сторон и снимают с ребер заусенцы (рис. 359, *а*).

О нормальном нагреве паяльника судят по легкому покраснению обушка. Если паяльник недостаточно нагрет, то припой на спаиваемых поверхностях быстро остывает и превращается в кашицеобразную массу. Такая пайка очень непрочна. Во время длительной пайки периоди-

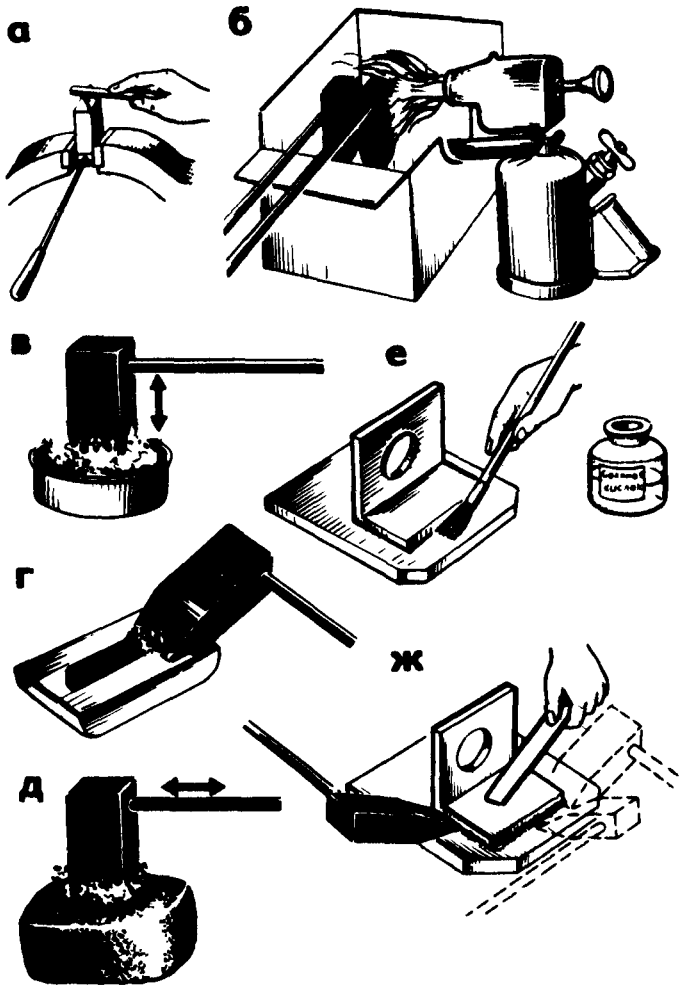


Рис. 359. Пайка мягкими припоями:
а – доводка паяльника, *б* – нагрев обушка, *в* – очистка от окалины хлористым цинком, *г* – захват расплавленного припоя, *д* – облуживание на куске нашатыря, *е* – протравливание места пайки (нанесение флюса), *ж* – нанесение припоя (заполнение зазора)

чески очищают рабочую часть паяльника от окалины стальной щеткой и напильником.

Нагретый паяльник (рис. 359, *б*) быстро снимают с огня, очищают от окалины погружением в хлористый цинк (рис. 359, *в*), затем набирают с прутка 1...2 капли припоя (рис. 359, *г*) и двигают паяльником по куску нашатыря (рис. 359, *д*), пока конец паяльника не покроется ровным слоем припоя. Затем протравливают места пайки (рис. 359, *е*).

Паяльник накладывают на место спая (рис. 359, *ж*), немного придерживают его на одном месте для прогрева детали, затем медленно и равномерно перемещают по месту спая. При этом расплавленный припой стекает с паяльника и заполняет зазоры шва (0,05...0,15 мм).

Для предохранения от нагрева соседние со швом участки детали покрывают мокрыми тряпками или погружают в воду. После охлаждения паяный шов очищают, промывают, протирают сухой ветошью.

Нагретый паяльник нельзя класть на стол или верстак, так как он

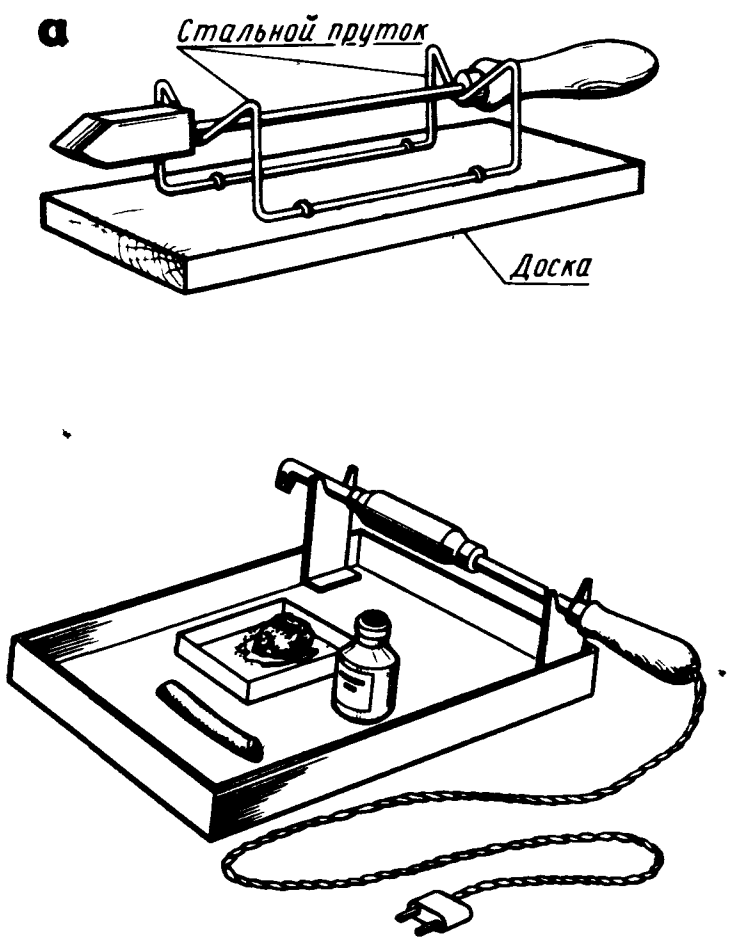


Рис. 360. Паяльник на подставке (*а*) и рабочее место паяльщика (*б*)

быстро охладится и загрязнится; паяльник кладут на подставку (рис. 360, *а*). Рабочее место паяльщика показано на рис. 360, *б*.

При массовом изготовлении деталей пайку осуществляют погружением в ванну с расплавленным припоем.

Приемы пайки показаны на рис. 361, *а–д*.

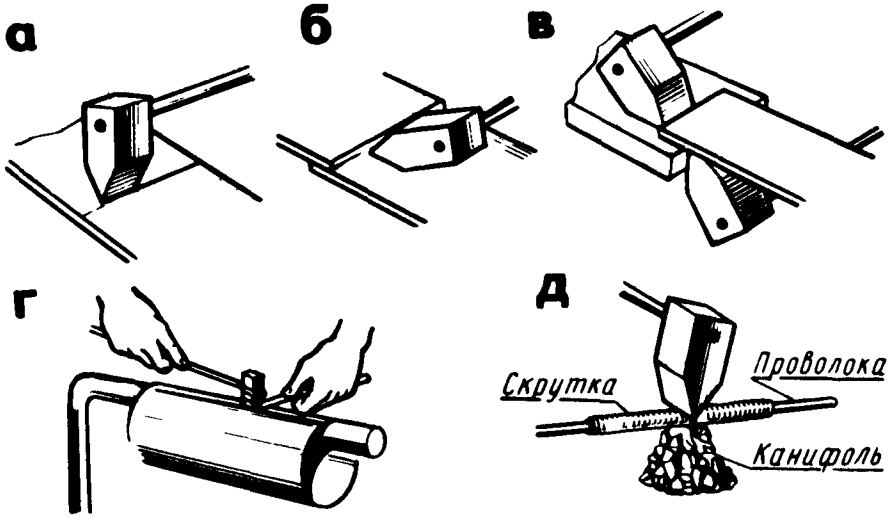


Рис. 361. Приемы пайки:
а – стыковым швом, *б* – нахлесточным швом, *в* – тонкой пластины с толстым нахлесточным швом, *г* – трубы, *д* – толстых проводов

Особенности пайки сосудов для хранения горючих жидкостей. Пайка сосудов (бочек, бидонов) для горючих жидкостей или газов во избежание взрыва требует особых мер предосторожности.

Прежде всего сосуды тщательно промывают. Перед пайкой их доверху наполняют водой и выдерживают некоторое время, чтобы пары остатков горючего вытеснились полностью. Слив воду, приступают к пайке.

Перед пайкой можно также пропарить или промыть бак горячей водой до исчезновения запаха горючего (лучше промыть 6 %-ным раствором каустической соды). Непромытый сосуд к рабочему месту подносить нельзя, так как при работающей паяльной лампе малейшая неосторожность может повлечь за собой взрыв сосуда.

Когда пайка закончена и изделие полностью охладилось, со шва снимают излишек припоя, изделие промывают и высушивают в сушилке сухими опилками или сжатым воздухом.

Пайку труб выполняют в следующем порядке: очищают напильником или шабером место пайки; на место спая наносят кисточкой флюс; прикладывают нагретый и облуженный паяльник и пруток припоя к месту спая, расплавляют припой, равномерно, медленно непрерывно перемещают паяльник по линии шва, давая припою заполнить шов. После окончания пайки и полного остывания трубы удаляют флюс и промывают трубу в теплой воде.

Особенности пайки некоторых металлов и сплавов. Низкоуглеро-

дистые стали хорошо подвергаются пайке как мягкими, так и твердыми припоями. В качестве мягких припоев применяют оловянно-свинцовые, а в качестве флюса – хлористый цинк или канифоль.

Высокоуглеродистые и инструментальные стали можно паять медно-цинковыми и серебряными припоями.

Пайку чугунных деталей выполняют латунями и серебряными припоями. Перед пайкой детали очищают от оксидов, масла и обрабатываемую поверхность зачищают механическим способом. Затем в месте спая кислородно-ацетиленовым пламенем с избытком кислорода выжигают свободный графит, детали прогревают, очищают от оксидов и покрывают бурой. Нагревание можно производить паяльной лампой, не допуская нагрева детали свыше 900 °С.

После окончания пайки чугунные детали отжигают – нагревают до 700...750 °С, выдерживают при этой температуре в течение 20...25 мин, затем охлаждают на воздухе. Доброкачественный шов получается в том случае, когда поверхности спаиваемых деталей до пайки покрывают медью.

Пайка нержавеющих сталей сопряжена с некоторыми трудностями, так как вследствие химического воздействия кислорода на легирующие элементы при нагреве происходит окисление поверхности стали. В целях удаления оксидов и дальнейшего предупреждения их образования применяют различные флюсы (например, буру). Нержавеющие стали паяются припоем ПСр45.

Медь и ее сплавы хорошо паяются всеми способами.

Пайка алюминия является весьма трудной операцией, так как алюминий быстро окисляется на воздухе, покрываясь очень тонкой оксидной пленкой, которая трудно поддается пайке.

Оксидную пленку удаляют в процессе пайки механическим, химическим или ультразвуковым способом. Перед пайкой поверхность изделия обезжиривают в бензине либо горячем 10 %-ном растворе каустической соды, а затем протравливают в растворе кислоты или зачищают. При механическом способе удаления оксидов место шва нагревают до температуры плавления припоя, наносят расплавленный припой (цинк, олово или их сплавы) и шабером либо щеткой под слоем припоя разрушают оксидную пленку. Припой смачивает поверхность алюминия и после охлаждения образует шов.

Лучшие результаты пайки алюминия дает применение ультразвуковых паяльников, которые создают в расплавленном припое колебания ультразвуковой частоты (от 20 кГц до 1 ГГц); частички припоя начинают двигаться, ударяются о поверхность алюминия и разрушают оксидную пленку. Для ультразвуковой пайки применяют припой на цинковой или оловянной основе с добавлением кадмия и алюминия.

При химическом способе оксидная пленка разрушается активными флюсами. В качестве флюса применяют смесь из 10 % фтористого натрия, 8 % хлористого цинка, 32 % хлористого лития и 50 % хлористого калия. Место пайки и пруток припоя подогревают до 300...400 °С. Припой погружают в порошкообразный флюс, а место пайки дополнительно подогревают до температуры несколько большей температуры плавле-

ния припоя. Проводя припоем с нажимом и быстро по подогреваемому шву, флюсом удаляют оксидную пленку. Припой плавится и заполняет шов. Для удаления остатков флюса изделие после пайки промывают.

§ 90. ПАЙКА ТВЕРДЫМИ ПРИПОЯМИ

Пайку твердыми припоями применяют для получения прочных и термостойких швов и осуществляют следующим образом:

поверхности подгоняют друг к другу припиливанием (рис. 362, *а*) и тщательно очищают от грязи, оксидных пленок и жиров механическим или химическим способом;

подогнанные поверхности в месте спая покрывают флюсом (рис. 362, *б*); на место спая накладывают кусочки припоя – медные пластинки (рис. 362, *в*) и закрепляют их мягкой вязальной проволокой (рис. 362, *г*); подготовленные детали нагревают паяльной лампой (рис. 362, *д*), в кузнечном горне или электропечи;

когда припой расплавится, деталь снимают с огня и держат в таком положении, чтобы припой не мог стекать со шва;

затем деталь медленно охлаждают (охлаждать в воде детали с напаянной пластинкой нельзя, так как это ослабит прочность соединения).

Применяют также другой способ пайки: подготовленную деталь нагревают и посыпают бурой, затем снова нагревают и к месту соединения подводят конец медной или латунной проволоки, которая, расплавляясь, заливает место спая. По мере охлаждения спаянные детали

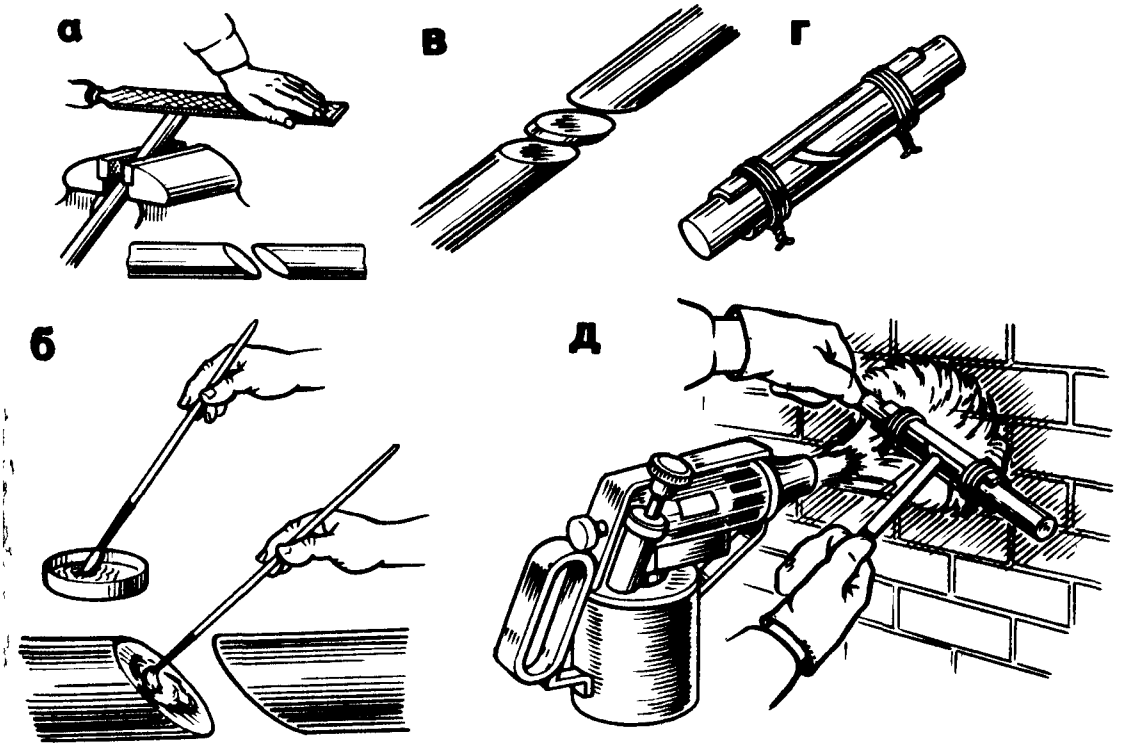


Рис 362 Пайка твердыми припоями
а – подгонка поверхностей, *б* – смазывание поверхностей флюсом, *в* – вставка медной пластины, *г* – фиксирование соединяемых деталей направляющей прокладкой, *д* – нагрев деталей

промывают в воде, протирают сухими тряпками и просушивают; шов зачищают наждачной бумагой или опиливают напильником.

Дефекты. Наиболее распространенные при пайке дефекты, причины их возникновения и способы устранения приведены в табл. 9.

9. Виды дефектов при пайке

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
Припой не смачивает поверхность паяемого металла	Недостаточная активность флюса	Увеличить количество флюса или добавить в него фтористые соли
	Наличие на поверхности оксидной пленки, жировых и других загрязнений	Улучшить обработку поверхностей
Наплывы (натеки) припоя	Недостаточный прогрев деталей (припой не расплавился)	Повысить температуру пайки
Припой при хорошей смачиваемости не затекает в зазор	Мал зазор	Подобрать оптимальный размер зазора
Поверхность паяного шва имеет большую шероховатость	Превышена температура или время пайки	Уменьшить температуру или время пайки
Трещины в шве	Значительная разница в коэффициентах теплового расширения припоя и металла	Подобрать соответствующий припой
Смещение и перекосы в паяных соединениях	Некачественное скрепление деталей перед пайкой	Исключить смещение соединяемых деталей при затвердевании припоя

Безопасность труда. При паяльных работах и лужении следует выполнять определенные требования безопасности. Рабочие места, предназначенные для выполнения работ по пайке мелких деталей, должны оборудоваться местными вытяжными устройствами, обеспечивающими непосредственно на месте пайки скорость движения воздуха не менее 0,6 м/с.

В помещениях, где выполнялись паяльные работы, должно произво-

диться мытье полов (сухая уборка пола не разрешается). Хранение одежды в помещениях, где производится пайка, запрещается.

В непосредственной близости от рабочих мест, предназначенных для выполнения работ по пайке мелких деталей мягкими припоями, должны устанавливаться: умывальник; бачок с 1 %-ным раствором уксусной кислоты для предварительного обмывания рук; легкообмываемые переносные емкости для сбора бумажных или хлопчатобумажных салфеток и ветоши. Около умывальника постоянно должны быть мыло, щетки и салфетки для вытирания рук (применение полотенец общего пользования не разрешается).

Подготовка металлов и процесс пайки связаны с выделением пыли, а также вредных паров цветных металлов и солей, которые вызывают раздражение слизистой оболочки глаз, поражение кожи и отравление. Поэтому при пайке и лужении необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

рабочее место паяльщика должно быть оборудовано местной вентиляцией;

не допускается работа в загазованных помещениях;

по окончании работы и перед принятием пищи следует тщательно мыть руки с мылом;

химикаты нужно засыпать осторожно, малыми порциями, не допуская возникновения брызг (попадание кислоты в глаза может вызвать слепоту; испарения кислот также очень вредны);

серную кислоту следует хранить в стеклянных бутылях с притертыми пробками; бутыли помещают в плетеные корзины и прокладывают мягкими прокладками;

пользоваться нужно только разведенной кислотой; при разведении кислоту следует вливать в воду тонкой струей, непрерывно помешивая раствор (запрещается лить воду в кислоту, так как при соединении воды с кислотой происходит сильная химическая реакция с выделением большого количества теплоты; даже при небольшом количестве воды, попадающей в кислоту, вода быстро нагревается и превращается в пар, что может привести к взрыву);

не допускаются ручные операции (промывка, протирка изделий, розлив и др.), при которых возможно непосредственное соприкосновение кожи работающего с дихлорэтаном (огнеопасная ядовитая жидкость) или содержащими его смесями;

при нагреве паяльника следует соблюдать общие правила безопасного обращения с источником нагрева;

при работе с паяльной лампой необходимо проверить ее исправность; горючее следует наливать в лампу не более 75 % емкости; запрещается доливать или наливать горючее в неостывшую лампу; керосиновую лампу нужно заправлять только керосином;

у электрического паяльника рукоятка должна быть сухой и не проводящей тока.

§ 91. ЛУЖЕНИЕ

Покрытие поверхности металлических изделий тонким слоем соответствующего назначению изделий сплава (олова, сплава олова со свинцом и др.) называется л у ж е н и е м, а наносимый слой — п о л у д о й.

Лужение, как правило, применяют при подготовке деталей к пайке, а также для предохранения изделий от коррозии, окисления.

Лужение является подготовительной операцией при заливке подшипников баббитом. Полуду приготовляют так же, как и припой. В качестве полуды используют олово и сплавы на его основе.

Сплавами олова со свинцом и цинком лудят металлические изделия в целях предохранения их от ржавчины. Красивую белую и блестящую полуду для лужения художественных изделий получают из сплавов олова с висмутом (соответственно 90 и 10 %).

Процесс лужения состоит из подготовки поверхности, приготовления полуды и ее нанесения на поверхность.

Подготовка поверхности к лужению зависит от требований, предъявляемых к изделиям, и способа нанесения полуды. Перед покрытием оловом поверхность обрабатывают щетками, шлифуют, обезжиривают и травят.

Щетками обрабатывают обычно поверхности, покрытые окалиной или сильно загрязненные. Перед обработкой изделия промывают чистой водой, а при обработке применяют для ускорения процесса мелкий песок, пемзу и известь.

Неровности на изделиях удаляют шлифованием абразивными кругами и шкурками.

Химическое обезжиривание поверхностей производится в водном растворе каустической соды (на 1 л воды 10 г соды). Раствор наливают в металлическую посуду и нагревают до кипения. В нагретый раствор погружают на 10...15 мин деталь, затем вынимают ее, промывают в чистой, несколько раз сменяемой теплой воде и просушивают. На хорошо обезжиренной поверхности капли чистой воды растекаются.

Жировые вещества удаляют венской известью, минеральные масла — бензином, керосином и другими растворителями. Медные, латунные и стальные изделия травят в течение 20...23 мин в 20...30 %-ном растворе серной кислоты с подогревом.

Способы лужения. Лужение осуществляют двумя способами — погружением в полуду (небольшие изделия) и растиранием (большие изделия).

Л у ж е н и е п о г р у ж е н и е м выполняют в чистой металлической посуде, в которую закладывают, а затем расплавляют полуду, насыпая на поверхность маленькие кусочки древесного угля для предохранения от окисления. Медленно погрузив изделие в расплавленную полуду (рис. 363, *а*), держат его в ней до прогрева, а затем вынимают, быстро встряхивая. Излишки полуды снимают, протирая паклей, обсыпанной порошкообразным нашатырем. Затем изделие промывают в воде и сушат в древесных опилках.

Л у ж е н и е р а с т и р а н и е м выполняют, предварительно нанеся

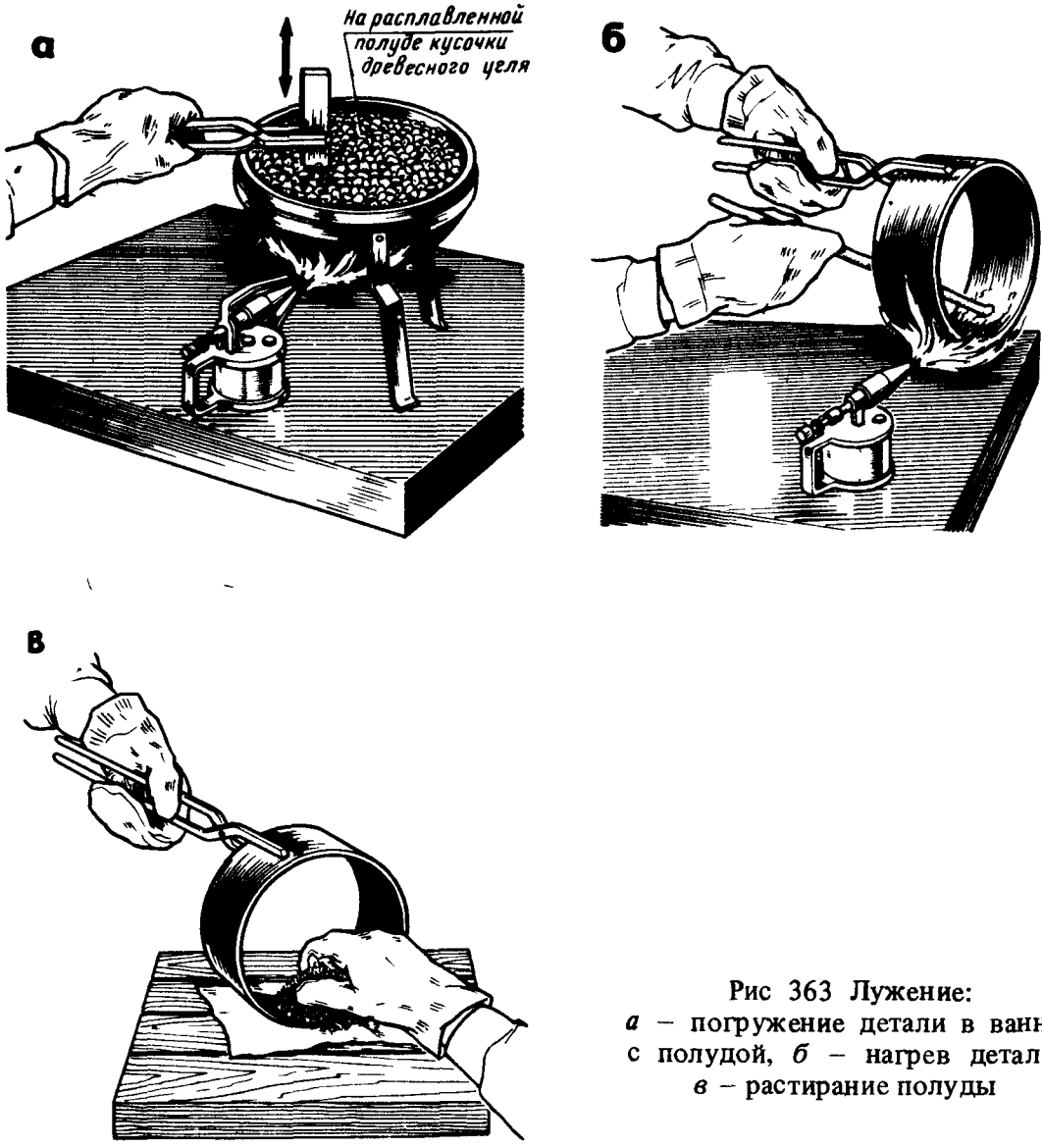


Рис 363 Лужение:
а – погружение детали в ванну с полудой, *б* – нагрев детали, *в* – растирание полуды

на очищенное место волосяной щеткой или паклей хлористый цинк. Затем равномерно нагревают поверхность изделия до температуры плавления полуды, которая наносится от прутка (рис. 363, *б*). Обсыпав паклю порошкообразным нашатырем, растирают ей нагретую поверхность так, чтобы полуда распределилась равномерно (рис. 363, *в*). После этого нагревают и в таком же порядке облуживают другие места. По окончании лужения охладившееся изделие протирают смоченным водой песком, промывают водой и сушат.

§ 92. СКЛЕИВАНИЕ

Общие сведения. Склеивание – это процесс соединения деталей машин, строительных конструкций и других изделий с помощью клеев. Клеевое соединение является неразъемным.

Соединение материалов склеиванием находит все более широкое применение. Клеевые соединения обладают достаточной герметичностью, водо- и маслостойкостью, высокой стойкостью к вибрационным и удар-

ным нагрузкам. Склеивание во многих случаях может заменить пайку, клепку, сварку, посадку с натягом.

К недостаткам клеевых соединений относятся: незначительная тепловая стойкость (при температуре выше +90 °С прочность их резко снижается); склонность к ползучести при длительном воздействии больших статических нагрузок; длительные сроки сушки; необходимость нагрева для приобретения стойкости и герметичности; низкая прочность на сдвиг и др.

Надежное соединение деталей малой толщины возможно, как правило, только склеиванием.

Клеевые соединения осуществляют различными способами. Чаще всего применяют нахлесточное и стыковое соединения с помощью планки, втулки и т. п. Наиболее распространенные клеевые соединения показаны на рис. 364, *а–в*.

Клеящие вещества. Существуют различные виды клеящих веществ. Наиболее известен клей БФ, выпускаемый под марками БФ-2, БФ-4, БФ-6 и др.

Универсальный клей БФ-2 применяют для склеивания металлов, стекла, фарфора, бакелита, текстолита и других материалов. Его механическая прочность сохраняется при нагреве до температуры не более 80 °С. Этот клей применяют для заделки трещин в неответвленных местах чугунных корпусов, упрочнения неподвижных сопряжений, крепления накладок на дисках муфт сцепления и др.

Клей БФ-2 бензо- и маслостоек, огнеопасен, является хорошим диэлектриком, защищает склеенные поверхности от коррозии. Хранить его следует в закупоренной посуде и беречь от попадания воды.

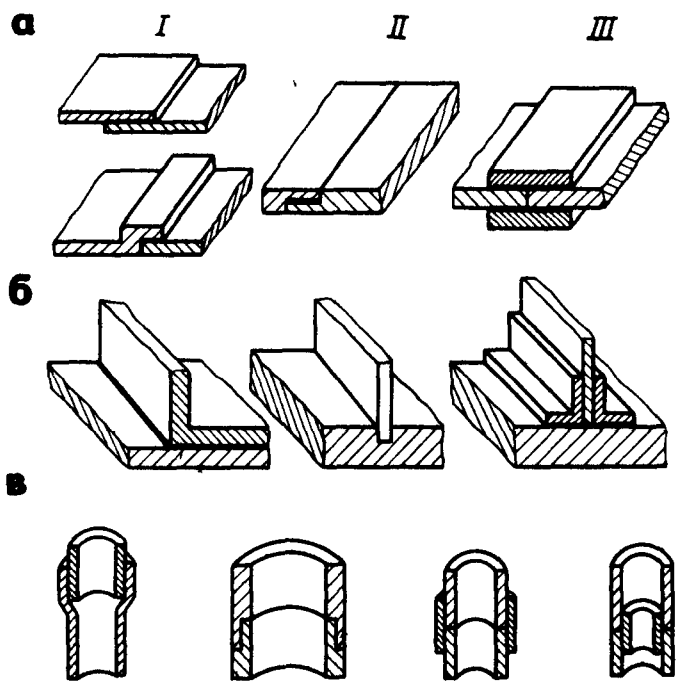


Рис. 364. Клеевые соединения:
а – плоскостные, *б* – тавровые, *в* – цилиндрические;
I – нахлесточные, *II* – врезные (шпунтовые), *III* – стыковые

Клей БФ-2 в жидком виде наносят на подготовленные поверхности соединяемых деталей возможно более тонким слоем. Затем пленка клея сушится до отлипа при 20...60 °С в течение 50...60 мин. После этого наносится и вновь сушится второй слой, за ним – третий. Потом склеиваемые детали соединяют и сушат при 140...150 °С в течение 30... ...60 мин под давлением 1...2 МПа (10...20 кгс/см^2).

Клеи БФ-4 и БФ-6 применяют для получения эластичного шва при соединении тканей, резины, фетра. По сравнению с другими клеями они имеют небольшую прочность.

Клей ВС-10Т применяют для склеивания деталей, длительное время работающих при температуре до 300 °С. Он обладает высокой прочностью и стойкостью к воздействию керосина, смазочных масел, воды. Часто этим клеем прикрепляют накладки к тормозным колодкам автомобилей.

Клей ВС-10Т выпускают в готовом для употребления виде. Хранят его в герметичной посуде в темном помещении. В течение 6 мес он сохраняет свои клеящие свойства.

Клей наносят в жидком виде в один-два слоя. После нанесения первый слой сушат при нормальной температуре в течение 1 ч, а затем наносят второй слой. После этого детали соединяют и сушат при 140... ...180 °С в течение 1...2 ч под давлением 50...200 кПа (0,5 ..2 кгс/см^2).

Карбинольный клей может быть жидким или пастообразным (с наполнителем). Основой этого клея является карбинольный сироп, к которому добавляют перекись бензола. Клей пригоден для соединения стали, чугуна, алюминия, фарфора, эбонита и пластмасс и обеспечивает прочность склеивания только при использовании его в течение 3...5 ч после приготовления. Механическая прочность швов, выполненных карбинольным клеем, сохраняется при температуре до 60 °С.

Склеенные детали сушат на воздухе в течение 1 сут. Карбинольный клей бензо- и маслостоек, не поддается воздействию кислот и щелочей, воды, спирта и ацетона. Применяют его для склеивания деталей карбюраторов, аккумуляторных банок и других работ.

Пастообразный карбинольный клей применяют преимущественно для склеивания мрамора, фарфора, пористых материалов, для заделки трещин, отверстий и т. д. Недостатком этих клеевых соединений является низкая стойкость против высокой температуры.

Бакелитовый лак – раствор смол в этиловом спирте. Детали, склеенные бакелитовым лаком, сушат при 140...160 °С. Хранят бакелитовый лак в закрытой посуде при температуре не свыше 30 °С в темном месте. Применяют для наклейки накладок на диски муфт сцепления.

Пластмассовые и стеклянные детали склеивают карбинольным клеем и бакелитовым лаком. Эпоксидные клеи исключают необходимость тепловой обработки склеиваемых деталей.

Для склеивания применяют эпоксидные клеевые составы, затвердевающие при 18...20 °С. Для приготовления этих составов в эпоксидные смолы (ЭД-5, ЭД-6, ЭД-40) добавляют отвердитель – полиэтилен-полиамин (примерно 10 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы), дибутил-

фталат (10...15 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы) и наполнитель, в качестве которого используют алюминиевую или бронзовую пудру, стальной или чугунный порошок, портландцемент, сажу, стекловолокно и т. д. Наполнители увеличивают вязкость эпоксидного состава и повышают прочность клеевого шва.

Термостойкие клеи применяют для склеивания деталей из различных металлов и неметаллических материалов, работающих в условиях высоких температур и вибраций. Клеем ВК-32-200 склеивают детали, работающие непрерывно до 300 ч при 200 °С и до 20 ч при 300 °С. Клей наносят в два слоя. После нанесения первый слой выдерживают 15...20 мин при 20 °С, второй слой – 15...20 мин при 20 °С и 90 мин при 65 °С. Материалы, соединяемые клеем ВК-32-200, могут работать в интервале температур от 60 до 120 °С. Клей бензо-, масло- и водостоек. В течение 4 мес материалы, соединенные этим клеем, могут работать в условиях близких к тропическим (при влажности 90 % и температуре 50 °С) без заметных снижений прочности соединения.

Термостойкие клеи на основе кремнийорганических смол предназначены для склеивания металлических и неметаллических материалов. Клей ИП-9 образует швы небольшой прочности, но обеспечивает высокую термо- и водостойкость, а также герметичность.

Клеем ИПЭ-9 соединяют металлы, керамику, резину и другие материалы. Соединения очень прочны при температуре 300 °С.

Клей БФК-9 обладает высокой термостойкостью; его применяют для соединения металлов с неметаллами. Клей наносят на обе поверхности тонким слоем и сушат в течение 1 ч при 20 °С и 15 мин при 60 °С. Затем наносят второй слой и сушат в течение того же времени.

Технологический процесс склеивания независимо от склеиваемых материалов и марок клеев состоит из следующих этапов: подготовка поверхностей к склеиванию – взаимная подгонка, очистка от пыли и жира и придание необходимой шероховатости; нанесение клея кистью, шпателем, пульверизатором; выдержка после нанесения клея (время выдержки в зависимости от сортов клея и материала склеиваемых деталей колеблется от 5 мин до 30 ч и выше); затвердевание клея (используют печи с обогревом газами, горелки, установки с электронагревателями, установки ТВЧ и др.; температурный режим колеблется от 25 до 250 °С и выше); контроль качества клеевых соединений (с помощью лупы, ультразвуковых установок и др.).

Дефекты. Основной дефект, который часто имеет место при склеивании, – так называемый "непроклей" (участки, на которых не осуществилось соединение склеиванием).

Причины непрочности клеевых соединений:

плохая очистка склеиваемых поверхностей;

неравномерное нанесение слоя на склеиваемые поверхности (отдельные участки поверхности не смазаны клеем или смазаны густо);

затвердевание нанесенного на поверхности клея до их соединения;

недостаточное давление на соединяемые части склеиваемых деталей;

неправильный температурный режим и недостаточное время сушки клеевого соединения.

Глава XIX. ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ

§ 93. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЛОСКОСТНОСТИ И ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ

Средства измерения и контроля. Под измерением понимается сравнение одноименной величины (длины с длиной, угла с углом, площади с площадью и т. д.) с величиной, принимаемой за единицу.

Все средства измерения и контроля, применяемые в слесарном деле, можно разделить на контрольно-измерительные инструменты и измерительные приборы.

К контрольно-измерительным инструментам относят:

инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности;

плоскопараллельные концевые меры длины (плитки);

штриховые инструменты, воспроизводящие любое кратное или дробное значение единицы измерения в пределах шкалы (штангенинструменты, угломеры с нониусом);

микрометрические инструменты, основанные на действии винтовой пары (микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры).

К измерительным приборам относят:

рычажно-механические (индикаторы, индикаторные нутромеры, рычажные скобы, миниметры);

оптико-механические (оптиметры, инструментальные микроскопы, проекторы, интерферометры);

электрические (профилометры и др.).

Указанные выше измерительные приборы являются точным и дорогостоящим инструментом, поэтому при пользовании и хранении необходимо соблюдать правила, изложенные в соответствующих инструкциях.

Инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности. Далее кратко описаны устройство и использование наиболее часто применяемых при слесарных работах инструментов.

Лекальные линейки изготовляют трех типов: с двусторонним скосом (ЛД) длиной 80, 125, 200, 320 и (500) мм; трехгранные (ЛТ) длиной 200 и 320 мм; четырехгранные (ЛЧ) длиной 200, 320 и (500) мм. Проверка прямолинейности лекальными линейками производится по способу световой щели (на просвет) или по способу следа. При проверке прямолинейности по способу световой щели лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают сзади линейки и детали. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз, наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью в разных местах по длине линейки. Наличие просвета между линейкой и деталью свидетельствует об отклонении от прямолинейности. При достаточном навыке такой способ контроля позволяет уловить просвет от 0,003 до 0,005 мм (3...5 мкм).

При проверке способом следа рабочим ребром линейки проводят по чистой проверяемой поверхности. Если поверхность прямо-

линейна, на ней останется сплошной след; в противном случае след будет прерывистым (пятнами).

Поверочные линейки с широкой рабочей поверхностью изготовляют четырех типов (сечений): прямоугольные ШП; двутавровые ШД; мостики ШМ; угловые трехгранные УТ.

В зависимости от допустимых отклонений от прямолинейности поверочные линейки типов ШП, ШД и ШМ делят на три класса – 0, 1 и 2, а линейки типа УТ делят на 2 класса – 1 и 2. Линейки 0-го и 1-го классов применяют для контрольных работ высокой точности, а линейки 2-го класса – для монтажных работ средней точности.

Проверка прямолинейности и плоскостности этими линейками производится по линейным отклонениям и по краске (способ пятен). При измерении линейных отклонений от прямолинейности линейку укладывают на проверяемую поверхность или на две концевые меры одинакового размера. Просветы между линейкой и контролируемой поверхностью измеряют щупом.

Точные результаты дает применение полосок папиросной бумаги, которые с определенными интервалами укладывают под линейку. Вытягивая полоску из-под линейки, по силе прижатия каждой из них судят об отклонении от прямолинейности.

При проверке на краску рабочую поверхность линейки покрывают тонким слоем красителя (сажа, сурик), затем линейку накладывают на проверяемую поверхность и плавно без сильного нажима перемещают по ней После этого линейку осторожно снимают и по расположению, количеству и размеру пятен на поверхности судят о прямолинейности последней. При хорошей плоскостности пятна краски располагаются равномерно по всей поверхности. Чем больше количество пятен на проверяемой поверхности квадрата 25X25 мм, тем выше плоскостность. Трехгранные поверочные линейки изготовляют с углами 45, 55 и 60°.

Поверочные плиты применяют главным образом для проверки широких поверхностей на краску, а также используют в качестве вспомогательных приспособлений при различных контрольных работах в цеховых условиях. Плиты делают из серого мелкозернистого чугуна. По точности рабочей поверхности плиты бывают четырех классов – 0, 1, 2 и 3; первые три класса – поверочные плиты, четвертый – разметочные. Проверка на краску с помощью поверочных плит выполняется, как описано выше.

Плиты оберегают от ударов, царапин, загрязнения, после работы тщательно вытирают, смазывают минеральным маслом, скипидаром или вазелином и накрывают деревянным щитом (крышкой).

Линейки ШД, ШМ и УТ недопустимо хранить прислоненными друг к другу, к стене под некоторым углом, так как они прогибаются и становятся не годными к использованию.

§ 94. ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Штангенинструменты широко распространены в машиностроении. Их применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и т. д.

Штангенциркули применяют трех типов – ШЦ-I, ШЦ-II и ШЦ-III. Их изготовляют с различными пределами измерения, мм: 0...125 (ШЦ-I); 0...160 (ШЦ-II); 0...400 (ШЦ-III); отсчеты по нониусу составляют 0,1 мм (ШЦ-I) и 0,05 мм (ШЦ-II и ШЦ-III).

Штангенциркуль ШЦ-I (рис. 365) применяют для измерения наружных, внутренних размеров и глубин с величиной отсчета по нониусу 0,1 мм. Штангенциркуль имеет штангу *1*, на которой нанесена шкала с основными миллиметровыми делениями. На одном конце этой штанги имеются измерительные губки *2* и *7*, а на другом – линейка *6* для измерения глубин. По штанге перемещается подвижная рамка *3* с губками.

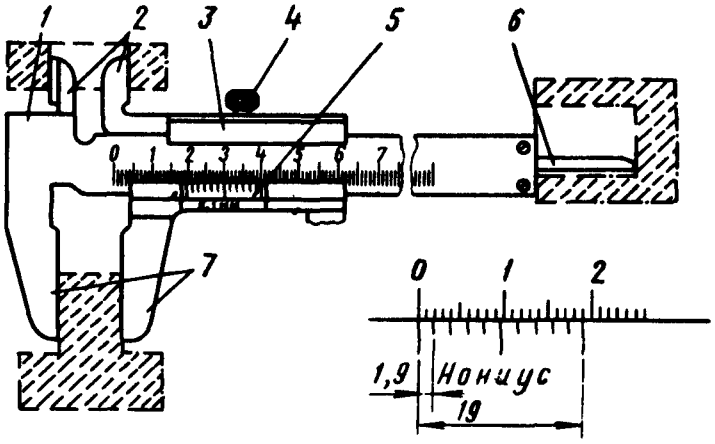


Рис. 365. Штангенциркуль ШЦ-I

Рамку в процессе измерения закрепляют на штанге зажимом *4*. Нижние губки *7* служат для измерения наружных размеров, а верхние *2* – внутренних. На скошенной грани рамки *3* нанесена шкала *5* с дробными делениями, называемыми нониусом. Нониус предназначен для определения дробной величины цены деления штанги, т.е. для определения доли миллиметра. Шкала нониуса длиной 19 мм разделена на 10 равных частей, следовательно, каждое деление нониуса равно 19 : 10 = 1,9 мм, т.е. оно короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкалу штанги, на 0,1 мм (2–1,9=0,1). При сомкнутых губках начальный штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом шкалы штангенциркуля, а последний (10-й) штрих – с 19-м штрихом шкалы.

При измерении губки *7* должны прилегать друг к другу без просветов. Перед измерением при сомкнутых губках нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. При отсутствии просвета между губками для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,012 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги.

При измерении деталь берут в левую руку, которая должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок (рис. 366, *а*). Правая рука должна поддерживать штангу, при этом большим пальцем

этой руки перемещают рамку до соприкосновения губок с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок при нормальном измерительном усилии.

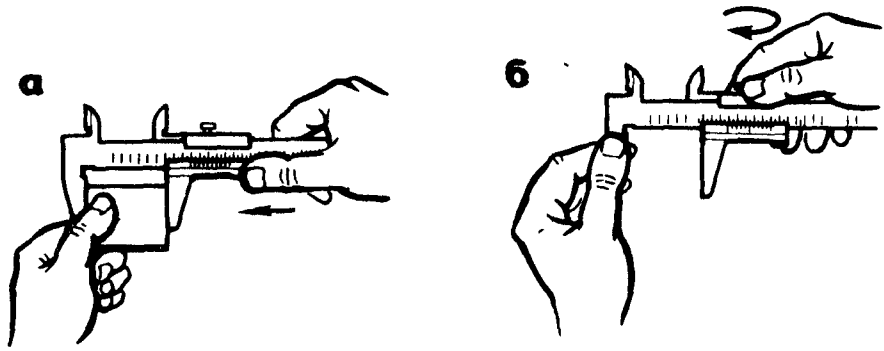


Рис. 366. Прием измерения штангенциркулем ШЦ-I:
а – установка инструмента на деталь, *б* – закрепление рамки

Рамку зажимают большим и указательным пальцами правой руки, поддерживая штангу остальными пальцами этой руки; левая рука при этом должна поддерживать нижнюю губку штанги (рис. 366, *б*). При чтении показаний штангенциркуль держат прямо перед глазами (рис. 367, *а*). Целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета (0 1 мм) на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого, совпадающего со штрихом штанги. Примеры отсчета показаны на рис. 367, *б*.

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 368, *а*) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измере-

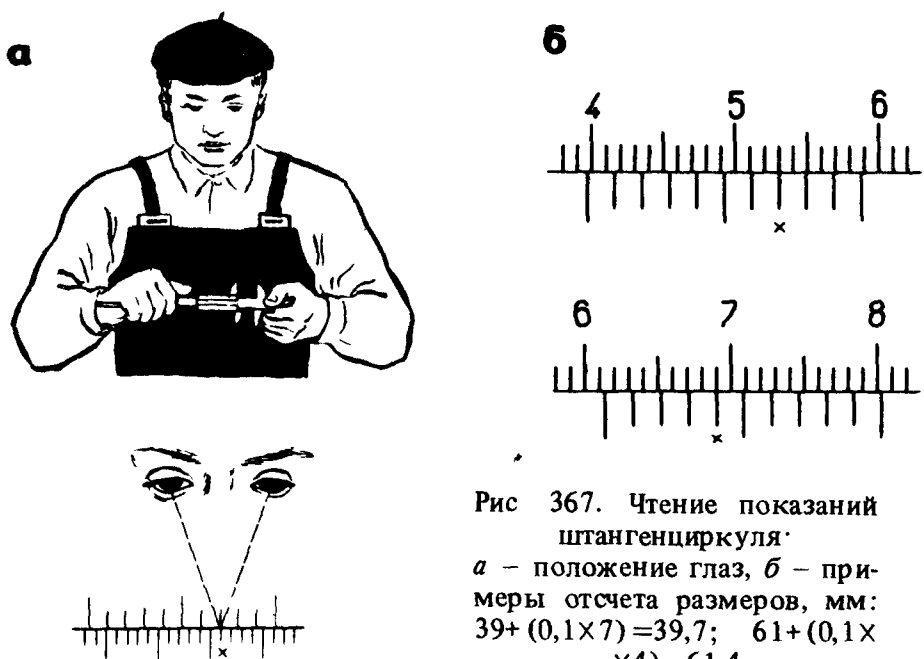


Рис 367. Чтение показаний штангенциркуля·
а – положение глаз, *б* – примеры отсчета размеров, мм: 39+ (0,1×7) =39,7; 61+(0,1× ×4) =61,4

ний и разметки. Это инструмент высокой точности. Верхние губки штангенциркуля заострены и используются для разметочных работ.

Для точной установки подвижной рамки относительно штанги штангенциркуль снабжен микрометрической подачей (винт и гайка).

Деления на штанге *4* нанесены через один миллиметр. Шкала нониуса *6* длиной 39 мм разделена на 20 равных частей. Следовательно, каждое деление нониуса равно 1,95 мм (39 : 20 = 1,95), т.е. короче расстояния между каждыми двумя делениями, нанесенными на шкале штанги, на 0,05 мм (2 – 1,95 = 0,05).

Перед измерением необходимо убедиться в совпадении нулевых штрихов нониуса и штанги.

Для грубых измерений рамку *3* перемещают по штанге до плотного прилегания губок *1* к поверхности измеряемой детали и после закрепления зажимом *2* производят отсчет. Для точной установки штангенциркуля и точных измерений пользуются микрометрической подачей.

На рис. 368, *б* показан пример определения доли миллиметра нониуса штангенциркуля с отсчетом по нониусу 0,05 мм.

Дробная величина 0,35 мм получена в результате умножения величины отсчета (0,05 мм) на порядковый номер штриха нониуса, т.е. 7-го (крестиком указан 7-й штрих нониуса), совпадающего со штрихом штанги, не считая нулевого деления: 0,05 мм × 7 = 0,35 мм. Для ускорения отсчета используют цифры нониуса 25, 50 и т. д., обозначающие сотые доли миллиметра.

Штангенциркуль ШЦ-III (рис. 369, *а*) с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм предназначен для наружных и внутренних измерений; применяют его реже.

Штангенциркуль ШЦ-III состоит из подвижной рамки *1*, зажима *2* этой рамки, рамки *3* микрометрической подачи, зажима *4* рамки микрометрической подачи, штанги *5* с миллиметровыми делениями, гайки и винта *6* микрометрической подачи, нониуса *7*, подвижной измерительной губки *8* и неподвижной измерительной губки *9*. Измерения и отсчет выполняют так же, как и по штангенциркулю ШЦ-II (рис. 369, *б*).

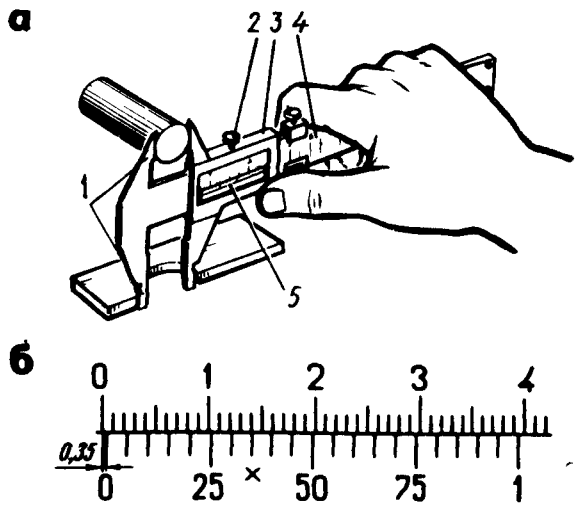


Рис. 368. Штангенциркуль ШЦ-II: *а* – устройство, *б* – пример отсчета (0,05×7=0,35 мм); *1* – губки, *2* – зажимы, *3* – рамка, *4* – штанга, *5* – шкала нониуса

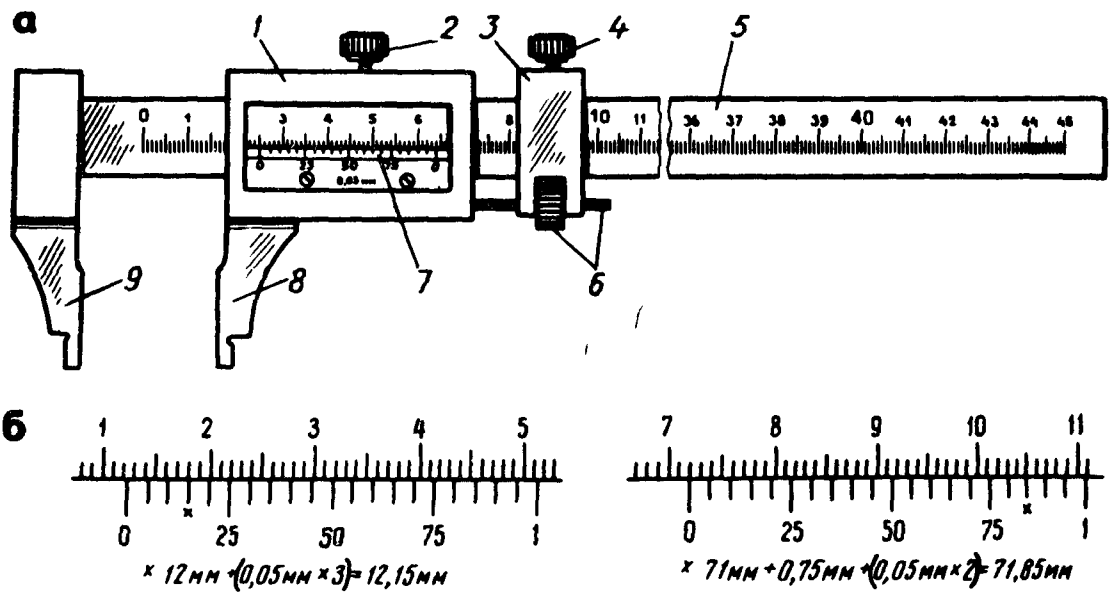


Рис 369. Штангенциркуль ШЦ-III:
а – устройство, *б* – примеры отсчета

При измерении штангенциркулями внутренних размеров к показаниям инструмента добавляется толщина губок, указанная на них.

Штангенглубиномер служит для измерения глубины глухих отверстий, канавок, пазов, высоты уступов. Штангенглубиномеры изготовляют с пределами измерений 0...250 мм (отсчет по нониусу 0,05 мм) и 0...500 мм (отсчет по нониусу 0,1 мм).

Штангенглубиномер (рис. 370, *а*) состоит из основания *9* с рамкой *8* и нониусом *1*, зажима *2* рамки, штанги *5* с миллиметровыми делениями, микрометрической подачи (винт *6* и гайка *7*) и зажима *3*. Измерительными поверхностями штангенглубиномера служат плоское основание *9* и торец *10* штанги.

Перед измерением проверяют нулевое положение инструмента. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с лекальной линейкой (рис. 370, *б*) или плитой (рис. 370, *в*) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать.

При измерении основание *9* устанавливают на измеряемую поверхность (рис. 370, *г*), от которой начинается измерение, и прижимают основание левой рукой к измеряемой поверхности, а правой рукой штангу *5* передвигают до упора в другую поверхность, до которой измеряют расстояние. В этом положении рамку *4* микрометрической подачи стопорят зажимом *3*. Затем вращают гайку *7* и рамку *8* стопорят зажимом *2*.

Результат измерения отсчитывается так же, как и по штангенциркулю – по основной шкале (целые миллиметры) и по нониусу *1* (дробные доли миллиметра).

В некоторых случаях для измерения труднодоступных мест применяют глубиномер со штангами с изогнутым концом.

Штангенрейсмасы предназначаются для измерения высот от плоских поверхностей и точной разметки.

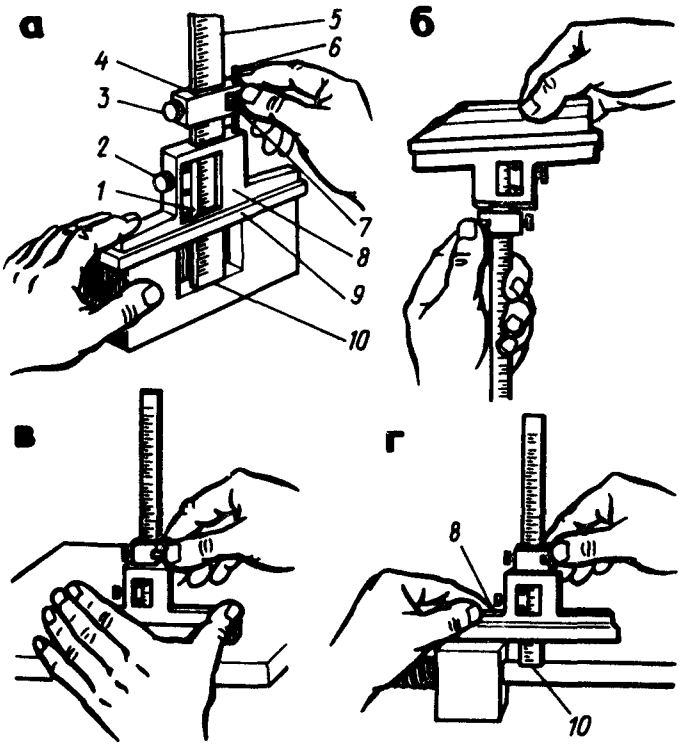


Рис. 370. Штангенглубиномер:
а – устройство, *б*, *в* – проверка нулевого положения соответственно лекальной линейкой и на плите, *г* – прием измерения

Штангенрейсмас (рис. 371, *а*, *б*) состоит из основания *9*, в котором жестко закреплена штанга *8* со шкалой, рамки *7* с нониусом *5* и стопорным винтом *6*, устройства *4* микрометрической подачи, включающего движок, винт, гайку и стопорный винт, сменных ножек *1* (для разметки с острием и для измерения высоты) с двумя измерительными поверхностями (нижней плоской и верхней в виде острых ребер шириной не более 0,2 мм), стопорного винта *2* для закрепления ножки *1* и державки *3* на выступе рамки *7* для игл различной длины.

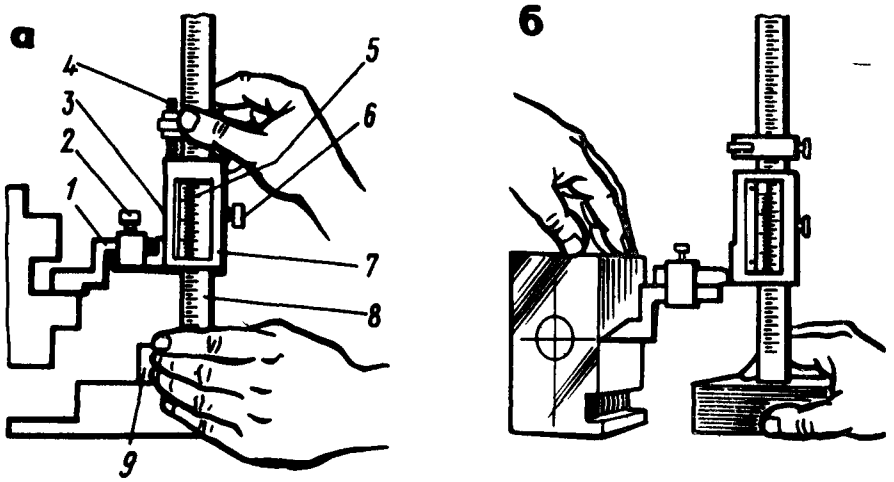


Рис. 371. Штангенрейсмас.
а – устройство и прием измерения, *б* – прием разметки

Для проверки нулевого положения штангенрейсмаса последний перед использованием устанавливают на поверочную плиту и рамку опускают вниз до соприкосновения измерительной поверхности ножки с пли-

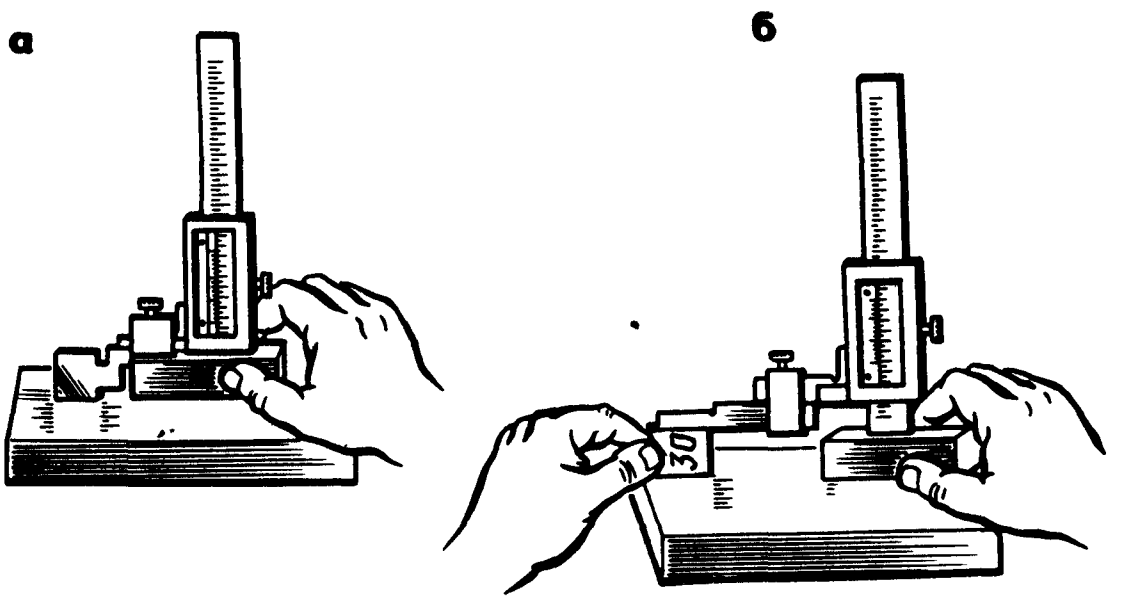


Рис. 372. Проверка нулевого положения штангенрейсмаса:
а – на плите, *б* – с помощью концевых мер длины

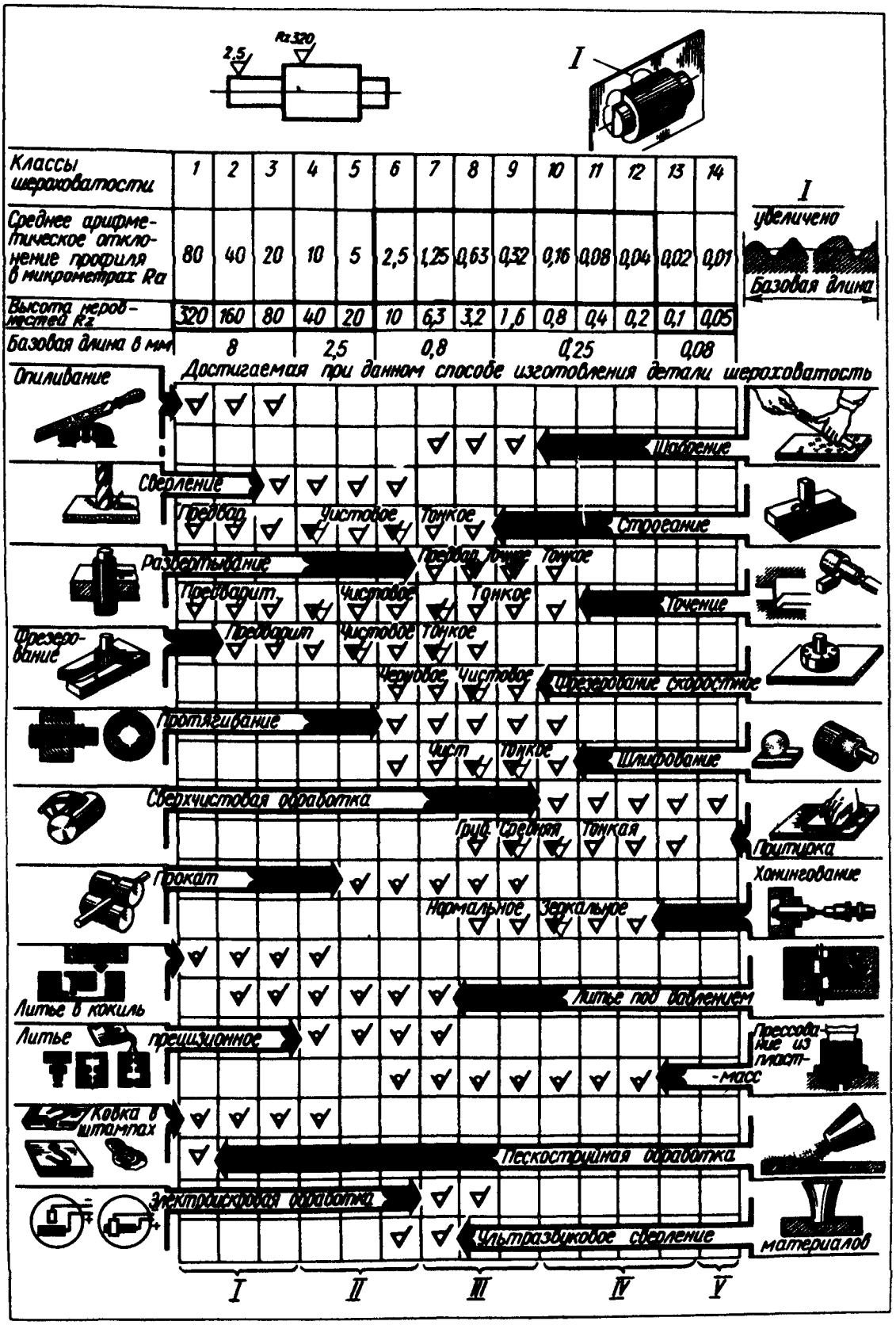
той (рис. 372, *а*). При этом нулевой штрих шкалы нониуса должен совпадать с нулевым штрихом шкалы штанги. Если штангенрейсмас имеет нижние пределы измерения выше 40 мм, то проверка производится установкой под ножку плоскопараллельных концевых мер (рис. 372, *б*). При отсутствии зазора между ножкой и плитой (или концевой мерой, равной нижнему пределу) нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпасть.

При измерении (см. рис. 371, *а*) левой рукой прижимают основание к плите и подводят ножку к проверяемой поверхности, затем правой рукой с помощью микрометрической подачи *4* доводят измерительную ножку до соприкосновения ее нижней части с проверяемой поверхностью. При разметке (см. рис. 371, *б*) правой рукой устанавливают требуемый размер (высоту), слегка прижимают левой рукой основание к плите, перемещая штангенрейсмас относительно размечаемой детали. Острием ножки наносят риски.

Показания штангенрейсмаса читают так же, как и штангенциркуля. При измерении высоты верхней измерительной плоскостью необходимо к полученному размеру прибавить высоту ножек.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПО ВИДАМ ОБРАБОТКИ



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. М., 1982.

Берков В.И. Технические измерения. М., 1988.

Лоскутов В.В. Сверлильные и расточные станки. М., 1981.

Макиенко Н И. Слесарное дело. Учеб. плакаты. М., 1984.

Макиенко Н.И. Практические работы по слесарному делу. М., 1987.

Скакун В.А. Руководство по обучению слесарному делу. М., 1982.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. **Общие сведения о слесарном деле** 5

§ 1. Профессия слесаря 5
§ 2. Виды слесарных работ 6
§ 3. Культура и производительность труда. Качество продукции 7

Глава II. **Организация труда слесаря** 8

§ 4. Научная организация труда 8
§ 5. Общие требования к организации рабочего места слесаря 19
§ 6. Организация рабочего места слесаря 23
§ 7. Режим труда 25
§ 8. Санитарно-гигиенические условия труда 27

Глава III. **Безопасные условия труда слесаря и противопожарные мероприятия** 30

§ 9. Безопасные условия труда 30
§ 10. Противопожарные мероприятия 32

Глава IV. **Плоскостная разметка** 34

§ 11. Общие понятия 34
§ 12. Приспособления для плоскостной разметки 35
§ 13. Инструменты для плоскостной разметки 39
§ 14. Подготовка к разметке 46
§ 15. Приемы плоскостной разметки 48
§ 16. Накернивание разметочных линий 52

Глава V. **Рубка металла** 56

§ 17. Общие сведения 56
§ 18. Инструменты для рубки 58
§ 19. Процесс рубки 63
§ 20. Приемы рубки 66
§ 21. Механизация рубки 70

Глава VI. **Правка и рихтовка металла (холодным способом)** 72

§ 22. Общие сведения 72
§ 23. Правка металла 73
§ 24. Оборудование для правки 78
§ 25. Особенности правки (рихтовки) сварных изделий 80

Глава VII. **Гибка металла** 81

§ 26. Общие сведения 81
§ 27. Гибка деталей из листового и полосового металла 83
§ 28. Механизация гибочных работ 86
§ 29. Гибка и развальцовка труб 87

Глава VIII. Резка металла 93

§ 30. Общие сведения 93
§ 31. Резка ручными ножницами 93
§ 32. Резка ножовкой 98
§ 33. Резка ножовкой круглого, квадратного, полосового и листового металла 103
§ 34. Резка труб ножовкой и труборезом 106
§ 35. Механизированная резка 107
§ 36. Особые виды резки 111

Глава IX. Опиливание металла 112

§ 37. Общие сведения. Напильники 112
§ 38. Классификация напильников 115
§ 39. Рукоятки напильников. Уход за напильниками и их выбор 121
§ 40. Подготовка к опиливанию и приемы опиливания. Контроль опиленной поверхности 126
§ 41. Виды опиливания 130
§ 42. Механизация опиловочных работ 138

Глава X. Сверление 149

§ 43. Общие сведения. Сверла 149
§ 44. Заточка спиральных сверл 157
§ 45. Ручное и механизированное сверление 161
§ 46. Сверлильные станки 168
§ 47. Установка и крепление деталей для сверления 170
§ 48. Крепление сверл 179
§ 49. Режим сверления (резания) 183
§ 50. Сверление отверстий 186
§ 51. Особенности сверления труднообрабатываемых сплавов и пластмасс 192

Глава XI. Зенкерование, зенкование и развертывание отверстий 194

§ 52. Зенкерование 194
§ 53. Зенкование 198
§ 54. Развертывание отверстий 200
§ 55. Приемы развертывания 206

Глава XII. Нарезание резьбы 209

§ 56. Понятие о резьбе. Образование винтовой линии 209
§ 57. Основные элементы резьбы 211
§ 58. Профили резьб 211
§ 59. Инструмент для нарезания резьбы 215
§ 60. Нарезание внутренней резьбы 222
§ 61. Нарезание наружной резьбы 225
§ 62. Нарезание резьбы на трубах 229
§ 63. Механизация нарезания резьбы 231
§ 64. Способы удаления сломанных метчиков 235

Глава XIII. Клепка 237

§ 65. Общие сведения 237
§ 66. Типы заклепок 238
§ 67. Виды заклепочных швов 241
§ 68. Ручная клепка 243
§ 69. Механизация клепки 246
§ 70. Машинная клепка 248
§ 71. Чеканка 251

Глава XIV. **Пространственная разметка** 253

§ 72. Приспособления для разметки 253
§ 73. Приемы и последовательность разметки 257

Глава XV. **Шабрение** 262

§ 74. Общие сведения. Шаберы 262
§ 75. Заточка и доводка плоских шаберов 268
§ 76. Процесс шабрения 270
§ 77. Шабрение прямолинейных и криволинейных поверхностей 272
§ 78. Заточка и доводка трехгранных шаберов 276
§ 79. Механизация шабрения 277
§ 80. Замена шабрения другими видами обработки 279

Глава XVI. **Распиливание и припасовка** 283

§ 81. Распиливание 283
§ 82. Пригонка и припасовка 284

Глава XVII. **Притирка и доводка** 287

§ 83. Общие сведения. Притирочные материалы 287
§ 84. Притиры 290
§ 85. Приемы притирки и доводки. Механизация притирочных и доводочных работ 292

Глава XVIII. **Пайка, лужение, склеивание** 299

§ 86. Общие сведения о пайке. Припои и флюсы 299
§ 87. Паяльные лампы 304
§ 88. Инструменты для пайки. Виды паяных швов 307
§ 89. Пайка мягкими припоями 309
§ 90. Пайка твердыми припоями 315
§ 91. Лужение 318
§ 92. Склеивание 319

Глава XIX. **Основы измерения** 323

§ 93. Средства измерения и контроля. Инструменты для контроля плоскостности и прямолинейности 323
§ 94. Штангенинструменты 324

Приложение 331

Рекомендуемая литература 332

Учебное издание

Макиенко Николай Иванович

ОБЩИЙ КУРС СЛЕСАРНОГО ДЕЛА

Редактор *Р.К. Сапожникова*
Мл. редактор *О.В. Каткова*
Художник *И.Н. Веселов-Новицкий*
Художественный редактор *Т.В. Панина*
Технический редактор *Е.В. Фельдман*
Корректор *Г.А. Чечеткина*
Оператор *Г.А. Цветкова*

ИБ № 7922

Изд. № М—376 а. Сдано в набор 10.06.88. Подп. в печать 22.12.88. Формат 60x90/16. Бум. офс. № 2. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Объем 21 усл. печ. л. 21,25 усл. кр.-отт. 22,03 уч.-изд. л. Тираж 100 000 экз. (1-й завод 1-50 000 экз.) Зак. № 74. Цена 55 к.

Издательство "Высшая школа", 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14

Набрано на наборно-пишущих машинах издательства.

Отпечатано в Московской типографии № 6 Союзполиграфпрома, 109088, Москва, Южнопортовая ул., д. 24.