

КНИЖНАЯ ПОЛКА СПЕЦИАЛИСТА

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Практическое пособие для слесаря

Москва
Издательство НЦ ЭНАС
2006

УДК 682/683

ББК 34.671

С47

- С47** **Слесарное дело: Практическое пособие для слесаря / Сост. Е. М. Костенко. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. — 144 с. — (Книжная полка специалиста).**

ISBN 5-93196-659-5

Пособие содержит необходимые сведения по технологии слесарных работ, включая все основные операции при изготовлении металлических изделий, монтаже, демонтаже и ремонте оборудования.

Приведены рекомендации по использованию материалов, основного и вспомогательного инструмента, оборудования, средств технических измерений, по организации выполнения работ и оборудованию рабочих мест. Рассмотрены вопросы охраны труда и производственной санитарии.

В пособие включены также краткие общие сведения по металловедению и металлообработке, сварочному делу, допускам и посадкам, технике измерений.

Пособие предназначено для профессиональной подготовки и повышения квалификации слесарей, учащихся ПТУ и УКК, а также для мастеров и инженерно-технического персонала.

УДК 682/683

ББК 34.671

ISBN 5-93196-659-5

© ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС», 2006

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СЛЕСАРНЫХ РАБОТАХ

1.1. Слесарное дело

Слесарное дело — это ремесло, состоящее в умении обрабатывать металл в холодном состоянии при помощи ручных слесарных инструментов (молотка, зубила, напильника, ножовки и др.). Целью слесарного дела является ручное изготовление различных деталей, выполнение ремонтных и монтажных работ.

Слесарь — это работник, выполняющий обработку металлов в холодном состоянии, сборку, монтаж, демонтаж и ремонт всевозможного рода оборудования, машин, механизмов и устройств при помощи ручного слесарного инструмента, простейших вспомогательных средств и оборудования (электрический и пневматический инструмент, простейшие станки для резки, сверления, сварки, гибки, запрессовки и т. д.).

Процесс обработки или сборки (применительно к слесарным работам) состоит из отдельных операций, строго определенных разработанным технологическим процессом и выполняемых в заданной последовательности.

Под *операцией* понимается законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Отдельные операции отличаются характером и объемом выполняемых работ, используемым инструментом, приспособлением и оборудованием.

При выполнении слесарных работ операции подразделяются на следующие виды: подготовительные (связанные с подготовкой к работе), основные технологические (связанные с обработкой, сборкой или ремонтом), вспомогательные (демонтажные и монтажные).

К *подготовительным операциям* относятся: ознакомление с технической и технологической документацией, подбор соответствующего материала, подготовка рабочего места и инструментов, необходимых для выполнения операции.

Основными операциями являются: отрезка заготовки, резание, отпиливание, сверление, развертывание, нарезание резьбы, шабрение, шлифование, притирка и полирование.

К *вспомогательным операциям* относятся: разметка, кернение, измерение, закрепление обрабатываемой детали в приспособлении или слесарных тисках, правка, гибка материала, клепка, туширование, пайка, склеивание, лужение, сварка, пластическая и тепловая обработки.

К *операциям при демонтаже* относятся все операции, связанные с разборкой (с помощью ручного или механизированного инструмента) машины на комплекты, сборочные единицы и детали.

В *монтажные операции* входят сборка деталей, сборочных единиц, комплектов, агрегатов и сборка из них машин или механизмов. Кроме сборочных работ монтажные операции включают контроль соответствия основных монтажных размеров технической документации и требованиям технического контроля, в отдельных случаях — изготовление и подгонку деталей. К монтажным операциям относится также регулировка собранных сборочных единиц, комплектов и агрегатов, а также всей машины в целом.

1.2. Профессиональная специализация

Специалистом в определенной профессии называют работника, который выполняет узкий диапазон работ. Узкая специализация дает работнику возможность глубже и точнее знать и выполнять порученные операции.

В профессии слесаря существует профессиональная специализация, связанная с обслуживанием и ремонтом специализированных машин, оборудования и различного рода инструмента, например: обслуживание и ремонт железнодорожной техники, металлургического оборудования, автомобильных, тракторных и сельскохозяйственных машин, систем городского водоснабжения и канализации и т. д.

Основное различие между мастерской и специализированным слесарным участком состоит в том, что в слесарной мастерской нет специализации. В ней выполняются все операции, относящиеся к слесарной профессии. Слесарная мастерская в сфере местной промышленности, обслуживания и ремонта имеет ограниченное количество работников, выполняющих все возможные виды работ.

Специализированные слесарные участки в заводских цехах имеют большое число работников различных специальностей, которые выполняют только слесарные работы в соответствии с производственным и технологическим процессом цеха.

Профессиональная бригада — это группа работников одной или нескольких профессий и разных специальностей, которая специализируется на выполнении работ, близких по характеру. Например, слесарные работы при ремонте автотранспорта, слесарные работы при водопроводно-канализационных работах и др. В настоящее время в таких бригадах получает развитие совмещение профессий, позволяющее работникам выполнять более широкий круг работ.

В ремонтных и специализированных мастерских могут работать работники следующих профессий: слесари, кузнецы, жестянщики, механики по ремонту автомобилей, бытовой техники, электромехани-

ки, сварщики, котельщики, чеканщики, механики точных машин, литейщики и др.

На промышленных предприятиях могут работать слесари различных специальностей: слесарь-инструментальщик, слесарь-лекальщик, слесарь-разметчик, слесарь-сборщик, слесарь-регулировщик, слесарь по ремонту оборудования, слесарь по ремонту электрооборудования, санитарной техники, промышленных тепловых сетей и др.

1.3. Рабочее место слесаря

На рабочем месте слесарь выполняет операции, связанные с его профессией. Рабочее место оснащается оборудованием, необходимым для проведения слесарных работ.

Рабочее место слесаря может находиться как на закрытой, так и на открытой площадке в соответствии с планировкой производственного помещения и технологией производственного процесса.

Площадь рабочего места слесаря зависит от характера и объема выполняемой работы. На промышленных предприятиях рабочее место слесаря может занимать 4–8 м², в мастерских — не менее 2 м².

Рабочее место слесаря в закрытом помещении, как правило, постоянное. Рабочее место вне помещения может перемещаться в зависимости от производственной обстановки и климатических условий.

На рабочем месте слесаря должен быть установлен верстак, оборудованный соответствующими приспособлениями, в первую очередь слесарными тисками. Большинство операций слесарь выполняет за слесарным верстаком с использованием тисков.

Рабочее место слесаря-сборщика или слесаря по ремонту оборудования может размещаться на сборочном участке.

Помимо основного рабочего места (за верстаком) у слесаря могут быть вспомогательные рабочие места, например, у разметочной, притирочной или контрольной плит, у кузнечного горна или наковальни, у сварочного аппарата, сверлильного станка, механической пилы, ручного пресса, плиты для правки и т. д.

Вспомогательное рабочее место становится основным, если работа имеет специальный характер, например, рабочее место у сверлильного станка, который обслуживает слесарь-сверловщик, рабочее место у притирочной плиты, за которой работает слесарь-притирщик, рабочее место у сварочного аппарата, на котором работает слесарь-сварщик и т. д.

1.4. Слесарная мастерская

Слесарная мастерская — это помещение, специально предназначенное для слесарных работ и укомплектованное необходимым оборудованием, приспособлениями, инструментом и техническим инвентарем.

Слесарная мастерская должна быть оборудована верстаками (по количеству работников), инструментами, плитой для правки, плитой для притирки, механической плитой, рычажными ножницами, сверлильным станком, ручным сверлильным инструментом, заточным станком, электрическим переносным шлифовальным станком, винтовым прессом, домкратами, кузнечным горном с наковальней.

В больших мастерских могут быть установлены токарный, строгальный, иногда фрезерный и шлифовальный станки, а также электрический сварочный аппарат, оборудование для газовой сварки, печь для термической обработки, ванна для охлаждения деталей, подвергнутых термической обработке, вспомогательное оборудование.

Ацетиленовый генератор размещают в отдельном помещении, поскольку его неправильная эксплуатация может привести к взрыву с серьезными последствиями.

Штат слесарной мастерской обычно состоит из мастера, слесарей и учеников. Характер работы — выполнение услуг и ремонтных работ, реже — производство продукции определенного профиля.

1.5. Слесарный участок цеха

Слесарный участок на промышленном предприятии — это самостоятельное производственное подразделение цеха, которое занимает значительную площадь и оснащено верстаками, инструментом, основным и вспомогательным оборудованием.

Штат участка состоит из нескольких десятков или даже нескольких сот человек. В зависимости от величины предприятия могут быть организованы независимые сборочные и слесарные цеха, в состав которых могут входить производственные подразделения (инструментальная кладовая, кладовая материалов и комплектующих деталей, контрольное отделение и ряд других производственных и вспомогательных подразделений).

Изготовленные на других участках отдельные детали машин и приспособлений поступают на слесарно-монтажный участок. Из этих деталей работники участка собирают сборочные единицы, комплекты или агрегаты, из которых монтируются машины. Продукция слесарно-монтажного участка цеха может быть представлена в виде деталей. Однако другие услуги по обслуживанию цеха или завода участок, как правило, не выполняет.

Слесарный участок цеха должен быть оборудован верстаками, укомплектованными тисками, ручными и механическими сверлильными станками, станками для заточки инструмента, механическими пилами, рычажными ножницами, плитами для правки и притирки, разметочной плитой, переносными электрическими шлифовальными станками, станками и инструментом для пайки, средствами механиз-

ции подъемных и транспортных работ, стеллажами и тарой для деталей, емкостями для отходов, инструментальной кладовой.

В зависимости от производственной необходимости и вида выпускаемой предприятием продукции слесарный участок может быть оборудован пневматическими зубилами и молотками, прессами для штамповки и правки, оборудованием для нанесения покрытий, домкратами, компрессорами, станками, кранами, оборудованием для газовой и электрической сварки.

1.6. Охрана труда, безопасность и гигиена труда*

Работа безопасна, если она выполняется в условиях, не угрожающих жизни и здоровью работников.

На промышленных предприятиях всю ответственность за охрану труда и технику безопасности несут руководители предприятия, цеха, участка (директор, начальник цеха, мастер). На каждом предприятии должен быть организован отдел охраны труда, контролирующий соблюдение условий безопасной работы и внедряющий мероприятия по улучшению этих условий.

Работники обязаны выполнять требования *инструкций по охране труда*.

Прежде чем приступить к работе, работник должен пройти инструктаж по охране труда.

Гигиена труда — это раздел профилактической медицины, изучающий влияние на организм человека трудового процесса и факторов производственной среды с целью научного обоснования нормативов и средств профилактики профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий воздействия условий труда на работников.

Работник, приступающий к работе, должен быть здоров, опрятно одет. Волосы необходимо заправить под головной убор (берет, косынку).

Слесарные помещения должны иметь достаточное освещение в соответствии с действующими нормами. Различают естественное (дневной свет) и искусственное (электрическое) освещение. Электрическое освещение может быть общим и местным.

Пол в слесарном помещении должен быть выложен из торцевой пашки, деревянного бруса или асфальтовых масс. Следует избегать

*Вопросы охраны труда при выполнении слесарных работ подробно рассмотрены в следующих изданиях:

Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда при выполнении работ с ручным инструментом и приспособлениями (сборник типовых инструкций). — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

Сборник типовых инструкций по охране труда при выполнении слесарных и сборочных работ. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

загрязнения пола маслом или смазкой, так как это может послужить причиной несчастного случая.

Во избежание несчастных случаев на предприятии и на рабочем месте необходимо соблюдать требования техники безопасности.

Все подвижные и вращающиеся части машин, оборудования и инструмента должны иметь защитные экраны. Машины и оборудование должны быть правильно заземлены. Источники электроэнергии должны соответствовать действующим техническим требованиям. В местах установки предохранителей необходимо использовать специальные средства защиты.

Обслуживание и ремонт оборудования и приспособлений должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и ремонту. Инструмент должен быть исправным.

На видных местах должны быть вывешены информационные (например, «Вода для питья», «Раздевалка», «Туалеты» и др.), предупреждающие (например, «Внимание — поезд», «Стой! Высокое напряжение» и др.) и запрещающие (например, «Не курить!», «Шлифование без очков запрещено» и др.) указатели.

Стальные и пеньковые канаты различного подъемно-транспортного оборудования и принадлежностей, ремни безопасности должны систематически подвергаться контролю на прочность.

Пожарные и подъездные пути, проходы для пешеходов (как на территории предприятия, так и внутри помещений) должны быть безопасны для движения.

Не следует пользоваться поврежденными лестницами. Открытые каналы и лазы должны быть хорошо обозначены и ограждены.

На предприятии и на рабочем месте мысли работника должны быть сосредоточены на порученной ему работе, которую нужно выполнить быстро и качественно. На работе недопустимы нарушения трудовой и производственной дисциплины, употребление алкоголя.

По окончании работы следует привести в порядок рабочее место, сложить инструменты и приспособления в инструментальный ящик, вымыть руки и лицо теплой водой с мылом или принять душ.

Спецодежду следует убирать в специально предназначенный для этой цели шкаф.

Каждый участок или мастерская должны быть оснащены аптечкой (пунктом оказания первой помощи). В аптечке должны быть стерильные бинты, вата, дезинфицирующие средства, пластырь, биндажи, жгуты, стерильные пакеты, треугольные платки, шины и носилки, валериановые капли, болеутоляющие средства, таблетки от кашля, нашатырный спирт, йод, чистый спирт, питьевая сода.

На предприятии или в мастерской из числа специально обученных работников формируют команды (звенья) спасателей или санитарных инструкторов.

Спасатель или санитарный инструктор оказывает пострадавшему первую помощь при несчастных случаях, вызывает неотложную по-

мощь, транспортирует пострадавшего домой, в поликлинику или больницу и не покидает пострадавшего до того времени, пока ему не будет обеспечена необходимая медицинская помощь.

У работников предприятий и слесарных мастерских, работающих с металлом, чаще всего возможны следующие производственные травмы: порезы или повреждения поверхности тканей острым инструментом, поражения глаз осколками металла или стружкой, ожоги, поражения электрическим током.

Ожог — это повреждение тканей тела, которые непосредственно соприкасались с горячим предметом, паром, горячей жидкостью, электрическим током, кислотой.

Различают три степени ожогов: первая степень — покраснение кожи, вторая — появление пузырей, третья — омертвление и обугливание тканей.

При небольших ожогах (первой степени) оказывается первая помощь с применением очищающих средств. Нельзя делать компресс с маслом или какой-либо мазью, так как это может привести к дальнейшему раздражению или к заражению, что потребует длительного лечения. Обожженное место следует забинтовать стерильным бинтом. Пострадавшего с ожогами первой, второй и третьей степени нужно немедленно направить в больницу.

При *поражении электрическим током* пострадавшего прежде всего освобождают от источника поражения (для этого необходимо разорвать соединение, выключить напряжение или оттащить пострадавшего от места поражения, надев при этом диэлектрическую обувь и рукавицы) и укладывают на сухую поверхность (доски, двери, одеяло, одежда), расстегивают сдавливающую горло, грудь и живот одежду.

Стиснутые зубы необходимо разжать, вытянуть язык (лучше всего платком) и вложить в рот деревянный предмет, не позволяющий рту самопроизвольно закрыться. После этого начинают делать искусственное дыхание (15—18 движений плеч или вдохов в минуту). Искусственное дыхание следует прервать только по рекомендации врача или в том случае, если пострадавший начал дышать самостоятельно.

Наиболее результативным методом искусственного дыхания является метод «изо рта в рот» и «изо рта в нос»*.

При *возникновении пожара* следует прекратить работу, отключить электроустановки, оборудование, вентиляцию, вызвать пожарную охрану, сообщить руководству организации и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения**.

Меры безопасности при выполнении отдельных видов работ кратко рассмотрены в соответствующих разделах.

* См. также: Межотраслевая инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

** См. также: Пособие по пожарной безопасности. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

2.1. Технологический процесс

Технологический процесс — это часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров или физических свойств материалов или полуфабрикатов до получения изделия требуемой конфигурации и качества. Технологический процесс определяется также как часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

Технологический процесс состоит из операций.

Операция — это часть технологического процесса, выполняемая слесарем на одном рабочем месте с использованием или без использования механизированного или ручного инструмента, механизмов, приспособлений при обработке одной детали.

Примеры операций: выполнение канавки для смазки на подшипнике скольжения, нарезание винтовой поверхности на стержне, нарезание резьбы в отверстии и др.

Элементами технологической операции являются установ, технологический переход, вспомогательный переход, рабочий ход, вспомогательный ход, позиция.

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой детали или собираемой сборочной единицы. Например, сверление в детали одного или нескольких отверстий разного диаметра при неизменном закреплении детали, нарезание резьбы на стержне.

Технологический переход — законченная часть операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых при обработке или соединяемых при сборке. Например, сверление детали сверлом одного диаметра или соединение втулки с валом.

Вспомогательный переход — часть операции без изменения геометрии обрабатываемой поверхности или положения собираемых деталей, необходимая для выполнения технологического перехода (установка заготовки, смена инструментов и т. д.).

Рабочий ход — законченная часть операции, связанная с однократным перемещением инструмента относительно обрабатываемой детали, необходимая для осуществления изменения геометрии детали.

Вспомогательный ход не связан с изменением геометрии детали, но необходим для осуществления рабочего хода.

Позиция — это фиксированное положение, занимаемое закрепленной обрабатываемой деталью или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Карта технологического процесса является технологическим документом, содержащим описание процесса изготовления, сборки или ремонта изделия (включая контроль и перемещения) по всем операциям одного вида работ, выполняемых в одном цехе, в технологической последовательности с указанием данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых нормативах. В ней определяются также место работы, вид и размеры материала, основные поверхности обработки детали и ее установка, рабочий инструмент и приспособления, а также продолжительность каждой операции.

Технологический процесс разрабатывается на основе *чертежа*, который для массового и крупносерийного производства должен быть выполнен очень детально. При единичном производстве часто дается только маршрутный технологический процесс с перечислением операций, необходимых для обработки или сборки.

Время, необходимое для изготовления изделия при единичном и мелкосерийном производстве, устанавливается приблизительно на основе хронометража или принятых норм, а при крупносерийном и массовом производстве — на основе расчетно-технических норм.

Базированием называется придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База — это поверхность, сочетание поверхностей, ось или точка, принадлежащие заготовке либо изделию и используемые для базирования.

По назначению базы подразделяются на конструкторские, основные, вспомогательные, технологические и измерительные.

Конструкторская база используется для определения положения детали или сборочной единицы в изделии.

Основная база — это конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии. Например, основными базами вала, собираемого с подшипниками, являются его опорные шейки и упорный буртик или фланец.

Вспомогательная база — это конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения положения присоединяемого к ним изделия. Например, при со-

единении вала с фланцевой втулкой вспомогательной базой может быть посадочный диаметр вала, его буртик и шпонка.

Технологическая база — это поверхность, сочетание поверхностей или ось, используемые для определения положения заготовки либо изделия в процессе изготовления или ремонта. Например, плоскость основания детали и два базовых отверстия.

Измерительная база используется для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

2.2. Универсальный измерительный инструмент

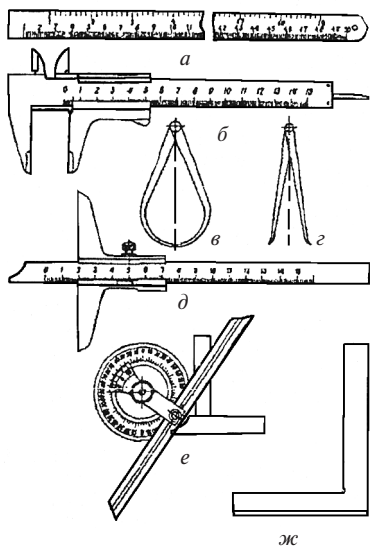


Рис. 1. Универсальные измерительные инструменты:

а — мерная металлическая линейка; *б* — штангенциркуль; *в* — кронциркуль нормальный; *г* — нутромер нормальный; *д* — штангенглубиномер; *е* — угломер универсальный; *жс* — угольник плоский на 90°

ний длины, диаметра и глубины. Он состоит из направляющей штанги, выполненной заодно с губкой, имеющей две опорные поверхности (нижнюю — для наружных и верхнюю — для внутренних замеров), ползуна, который составляет одно целое с нижней подвижной губкой для наружных измерений и верхней подвижной губкой — для внутренних измерений, зажимной рамки и выдвигающейся рейки глубиномера. На направляющей штанге нанесены миллиметровые деления.

К универсальным измерительным инструментам для контроля размеров, используемым в слесарном деле, относятся складная мерная металлическая линейка или металлическая рулетка, штангенциркуль универсальный, кронциркуль нормальный для наружных замеров, нутромер нормальный для измерения диаметра, простой штангенглубиномер, угломер универсальный, угольник на 90° , а также циркули (рис. 1).

К простым специальным инструментам для контроля размеров, используемым в слесарном деле, относятся линейка угловая с двух сторонним скосом, линейка прямоугольная, шаблон резьбовой, щуп, пробка сборная односторонняя, пробка двухсторонняя предельная, скоба предельная односторонняя и скоба предельная двухсторонняя (рис. 2).

Универсальный штангенциркуль — это мерный инструмент, служащий для внутренних и наружных измерений

На нижней части ползуна даны деления нониуса. Штангенциркули односторонние и двухсторонние отличаются от штангенциркуля универсального конструкцией. Диапазон измерений штангенциркулей разных размеров от 0 до 2000 мм.

Нониус — это деления, нанесенные на нижней части ползуна штангенциркуля.

При отсчете при помощи нониуса к числу целых делений штанги, расположенных ниже нуля шкалы нониуса, следует прибавить число десятых или сотых долей миллиметра, которое соответствует числу интервалов на шкале нониуса до штриха этой шкалы, совпадающего с одним из штрихов шкалы штанги. В зависимости от градуировки нониуса штангенциркулем можно измерять размеры с точностью 0,1, 0,05 или 0,02 мм.

Штангенциркуль с точностью измерений до 0,1 мм имеет нониус с десятью делениями на длине 9 мм, т. е. расстояние между делениями нониуса составляет 0,9 мм.

Штангенциркуль с точностью измерений до 0,05 мм имеет нониус с двадцатью делениями на длине 19 мм, т. е. расстояние между делениями нониуса составляет 0,95 мм.

Штангенциркуль с точностью измерений до 0,02 мм имеет нониус с пятьюдесятью делениями на длине 49 мм, т. е. расстояние между делениями равно 0,98 мм.

Кронциркуль — это мерный инструмент, используемый в слесарном деле для снятия и переноса размеров детали на масштаб. Различают следующие виды кронциркулей и нутромеров: нормальные для наружных или внутренних замеров; пружинные для наружных или внутренних замеров.

В кронциркуле может быть шкала для внутренних замеров.

Циркуль служит для вычерчивания окружностей, кривых линий или для последовательного переноса положения точек на линии при разметке деталей. Различают пружинные циркули и циркули с дуговым установом.

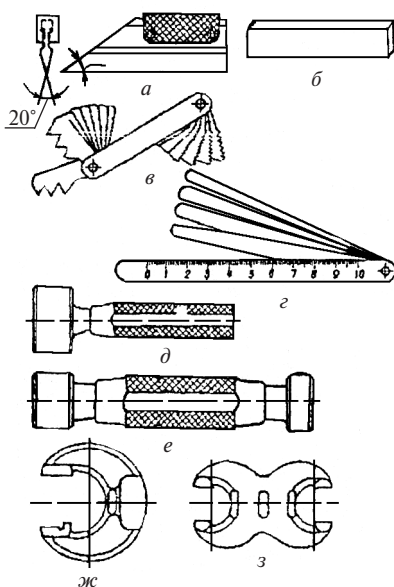


Рис. 2. Простые специальные инструменты для контроля размеров: *a* — линейка угловая с двухсторонним скосом; *b* — линейка прямоугольная; *v* — шаблон резьбовой; *z* — шуп; *d* — пробка сборная односторонняя; *e* — пробка сборная двухсторонняя предельная; *ж* — скоба предельная односторонняя; *з* — скоба предельная двухсторонняя

Шаблон угла, называемый *угольником*, служит для проверки или вычерчивания углов на плоскости обрабатываемого изделия. Угольники бывают плоские (обычные и лекальные), а также плоские с широким основанием. Угольник на 90° — это стальной шаблон прямого угла. Часто, используются стальные угольники с углом 120° , 45° и 60° .

Прямоугольные и граненые *линейки* являются простым слесарным вспомогательным инструментом для проверки плоскостности или прямолинейности поверхности.

К прямоугольным линейкам относятся сплошные прямоугольные, с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения и линейки-мостики с широкой рабочей поверхностью. Граненые линейки бывают с двухсторонним скосом, трехгранные, четырехгранные. Граненые линейки выполняются с высокой точностью.

К *шаблонам*, которые часто использует слесарь, относятся угольники, шаблоны для резьбы, щупы, шаблоны для фасонных поверхностей.

2.3. Измерительный инструмент и приборы для точных измерений

К *инструментам и приборам для точных измерений* относятся штангенциркули одно- или двухсторонние, эталонные и угловые плитки, микрометры для наружных измерений, нутромеры микрометрические, глубиномеры микрометрические, индикаторы, профилометры, проекторы, измерительные микроскопы, измерительные машины, а также разного вида пневматические и электрические приборы и вспомогательные устройства.

Измерительные индикаторы предназначены для сравнительных измерений путем определения отклонений от заданного размера. В сочетании с соответствующими приспособлениями индикаторы могут применяться для непосредственных измерений.

Измерительные индикаторы, являющиеся механическими стрелочными приборами, широко применяются для измерения диаметров, длин, для проверки геометрической формы, соосности, овальности, прямолинейности, плоскостности и т. д. Кроме того, индикаторы часто используются как составная часть приборов и приспособлений для автоматического контроля и сортировки. Цена деления шкалы индикатора обычно 0,01 мм, в ряде случаев — 0,002 мм. Разновидностью измерительных индикаторов являются миниметры и микрокаторы.

Измерительные приспособления предназначены для измерения изделий больших размеров.

Измерительные проекторы — это приборы, относящиеся к группе оптических, основанные на использовании метода бесконтактных измерений, т. е. измерений размеров не самого предмета, а его изображения, воспроизведенного на экране в многократном увеличении.

Измерительные микроскопы, как и проекторы, относятся к группе оптических приборов, в которых используется бесконтактный метод измерений. Они отличаются от проекторов тем, что наблюдение и измерение выполняются не на изображении предмета, спроектированном на экране, а на увеличенном изображении предмета, наблюдаемом в окуляре микроскопа. Измерительный микроскоп служит для измерения длин, углов и профилей разнообразных изделий (резьб, зубьев, шестерен и т. д.).

К *вспомогательным измерительным приспособлениям* относятся: плиты, линейки, призмы, измерительные скалки, синусные линейки, уровни, измерительные стойки и клинья для измерения отверстий (рис. 3).

Все измерительные приборы отличаются высокой точностью исполнения и требуют тщательного ухода. Обеспечение соответствующих условий использования и хранения является гарантией долговечности их работы и точности. Неправильное обращение ведет к преждевременному износу и порче, невозможности эксплуатации и даже к повреждению измерительных приборов.

При эксплуатации измерительного инструмента и приборов недопустимы механические повреждения, резкие перепады температуры, намагничивание, коррозия.

Необходимыми требованиями при эксплуатации измерительного инструмента и приборов являются соблюдение чистоты, квалифицированное обслуживание и, прежде всего, хорошее знание конструкций и условий эксплуатации измерительных приборов.

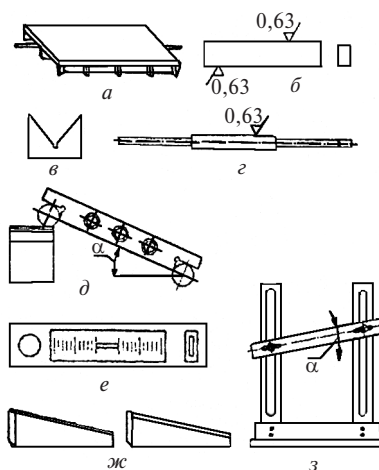


Рис. 3. Вспомогательные измерительные приспособления:

а — плита для измерений; *б* — мерительная линейка; *в* — призма; *г* — мерительная скалка; *д* — синусная линейка; *е* — уровень; *ж* — мерительная стойка; *з* — клинья для измерения отверстий

2.4. Слесарный инструмент, приспособления и станки

К *слесарным инструментам* относятся: зубило, крейц-мейсель, канавочник, пробойник, слесарные молотки, выколотки, кернер, напильники, надфили, плоские гаечные ключи, ключ универсальный гаечный, торцевой, накладной, рычажный для труб, крюковый для труб, цепной трубный, разного рода щипцы, плоскогубцы, круглозуб-

цы, дрели ручные и верстачные, сверла, развертки, метчики слесарные, плашки, слесарные ручные тиски, отвертки, струбцины, захваты, плита для гибки труб, труборез, ручные ножницы для жести, оправка с клинком для разрезания материала, воротки и оправки для плашек, шаберы и инструменты для наведения декоративного рисунка, плита для притирки и притиры, паяльники, паяльная лампа, пневматический молоток, съемник для подшипников, плита для разметки, разметочный инструмент и винтовые хомуты.

К основным станкам, вспомогательному оборудованию и приспособлениям, применяемым при слесарных работах, относятся: токарные, фрезерные, строгальные, сверлильные, шлифовальные станки, винтовой пресс, кузнечный горн с наковальней и комплектом кузнечного инструмента, оборудование и инструмент для пайки, механической клепки и термической обработки, ручная таль, тиски настольные, тара для готовых изделий, деталей и отходов, а также материалы для чистки.

Вспомогательным слесарным инструментом и вспомогательными материалами являются: ручная щетка, металлическая щетка для очистки напильников, инструмент для разметки, материалы для чистки, мел, накладки на щеки тисков, колодки деревянные, масла и смазки, маркеры стальные — цифровые и буквенные, рашпиль для древесины, монтерский нож, деревянный молоток, резиновый молоток, наждачное полотно, кисти, ложка для растапливания олова, тигель для растапливания легкоплавких сплавов цветных металлов, лента масляная и изоляционная, сурик, краски.

Слесарные верстаки могут быть разной конструкции, одно- и двухместные, постоянные и передвижные. Они могут быть выполнены из древесины или металла; изготавливают также комбинированные верстаки — из древесины и металла. Плита слесарного верстака всегда изготавливается из твердой древесины. В нижней части стола (под плитой) находится выдвижной ящик для инструмента. В зависимости от конструкции стола с правой (или левой) стороны ящика располагается шкафчик с полочками.

Одноместный слесарный верстак имеет обычно следующие размеры: длина 1200 мм, ширина 800 мм, высота 800–900 мм.

Верстаки многоместные (рис. 4) устанавливаются на больших слесарных участках или в слесарных цехах. Длина двухместного стола составляет 3000–3200 мм. Расстояние между осями тисков на двух- или многоместных верстаках составляет 1250–1500 мм.

Если слесарный участок не имеет естественного верхнего освещения, слесарный верстак должен быть установлен вблизи окон таким образом, чтобы естественное освещение (через окна) падало прямо или под углом с левой стороны от рабочего места.

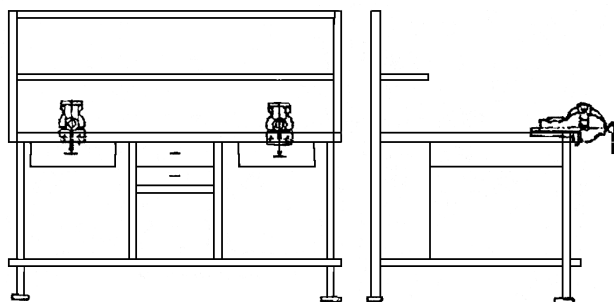


Рис. 4. Верстак слесарный двухместный

Слесарные тиски по конструктивному исполнению разделяют на параллельные с подвижной задней или передней щекой и стуловые (рис 5).

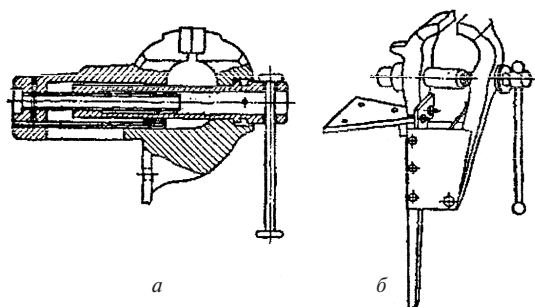


Рис. 5. Слесарные тиски:
а — параллельные; б — стуловые

К группе параллельных слесарных тисков относятся стационарные, поворотные, передвижные и переносные тиски. Ручные слесарные тиски относятся к группе стуловых тисков. Параллельные слесарные тиски отличаются от стуловых прежде всего взаимным расположением щек: в параллельных слесарных тисках щеки расходятся параллельно и охватывают предмет всей поверхностью; щеки стуловых тисков расходятся под углом, и предмет закрепляется только нижней поверхностью щек.

Стуловые тиски изготавливают из стальных поковок, благодаря чему они стойки к ударам. Используются в кузнечном деле, реже — в слесарном. Слесарные параллельные тиски изготавливают из чугуна, поэтому они нестойки к ударам. Сменные рифленные губки щек выполняют из стали и закаливают.

Параллельные тиски используются в основном для слесарных работ и служат для выполнения операций, связанных с ручной обработкой металла напильниками, пилами, зубилом или другим инструментом без значительных усилий и ударов. Они применяются также в случаях, когда обрабатываемый предмет должен быть надежно закреплен без повреждения зажимаемой поверхности. Это обеспечивается зажимом по всей поверхности щек и применением сменных накладок из мягкого металла.

Параллельные тиски состоят из следующих деталей: неподвижной и подвижной щек, основания, резьбовой втулки, винта. Неподвижная щека у неповоротных тисков составляет с основанием единое целое. В основании имеются отверстия для прикрепления тисков к столу. Неподвижная щека имеет втулку с нарезанной внутри резьбой. Винт, имеющий прямоугольную или трапецеидальную резьбу, проходит через гладкое отверстие в подвижной щеке и ввинчивается в резьбовую втулку неподвижных щек. На утолщенной цилиндрической части винта имеется отверстие, в которое вставляется рукоятка. Ввинчивая или вывинчивая винт, можно сводить или разводить щеки тисков.

Стуловые тиски состоят из неподвижной и подвижной щек, кронштейна и обоймы, служащих для прикрепления тисков к столу, втулки с внутренней резьбой, винта, заканчивающегося шаровой головкой, и рукоятки.

Величину тисков определяют ширина губок, щек, наибольшее расстояние, на которое они могут расходиться, а также вес тисков.

Слесарные параллельные стационарные тиски имеют ширину щек в пределах 60–140 мм, расстояние, на которое расходятся щеки — от 45 до 180 мм, вес — от 3 до 40 кг.

Боковые накладки, выполненные из мягких металлов (медь, алюминий, свинец), древесины, резины, искусственных и подобных материалов, значительно отличаются по твердости от материалов обрабатываемых предметов. Они предохраняют поверхности этих предметов от повреждений или изменения формы. Боковые накладки применяются только для губок щек параллельных тисков.

Винтовой зажим (струбцина) — это вспомогательное слесарное приспособление, изготовленное из стали. Конструкция зажимов бывает различной в зависимости от их назначения. Зажатие обрабатываемых

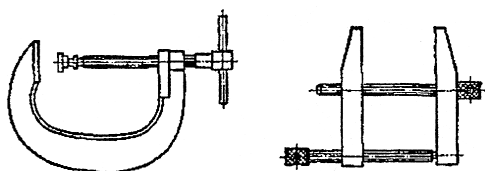


Рис. 6. Винтовые слесарные зажимы

или собираемых деталей осуществляется с помощью винта (рис. 6). В зависимости от характера операций (обработки, сборки) струбцины выполняют роль либо основного зажима, либо

дополнительного при обработке детали в тисках. Используются при мелких слесарных работах.

Ключи служат для заворачивания и отворачивания гаек и болтов, а также для того чтобы держать болт при доворачивании гаек. Различают два вида ключей: нерегулируемые и разводные универсальные.

Нерегулируемые ключи имеют постоянный размер зева под шестигранник гайки или болта, в то время как *универсальные разводные ключи* имеют изменяемое в определенных границах раскрытие зева ключа.

Нерегулируемые ключи делятся на плоские односторонние и двусторонние (рис. 7, а и б), накладные односторонние прямые и двухсторонние выгнутые (рис. 7, в и г), прямые и изогнутые торцевые (рис. 7, д и е), а также крюковые (рис. 7, ж).

Ключи универсальные делятся на разводные с головкой (рис. 7, з, и), рычажные (рис. 7, к), а также специальные. В группу специальных ключей входят ключи с трещоткой для гаек, ключи кривошипные, ключи для болтов с шестигранным или четырехгранным гнездом, трубные, крюковые, рычажные и цепные ключи, а также торцевые ключи со сменными головками.

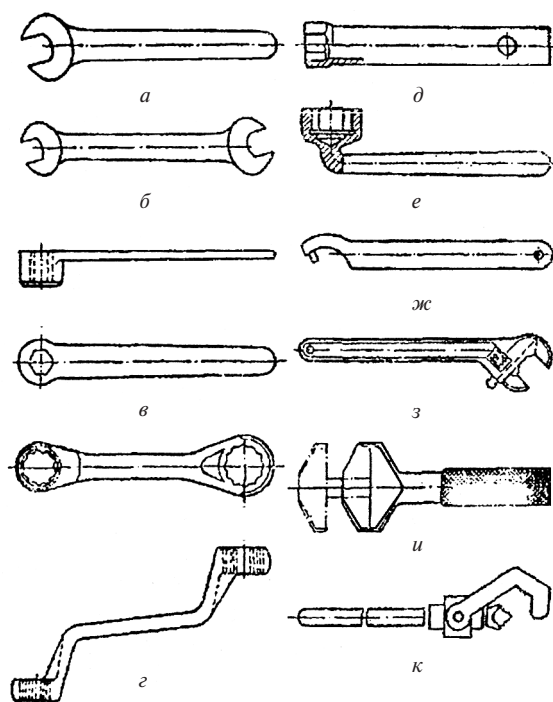


Рис. 7. Ключи гаечные

Щипцы служат для вспомогательных слесарных работ. Ими можно гнуть тонкие металлические материалы, а также удерживать детали при обработке и сборке, отвинчивать и закручивать гайки малых размеров. В зависимости от назначения и конструкции различают следующие виды щипцов: плоскозубцы обычные (рис. 8, а), плоскозубцы комбинированные, круглозубцы (рис. 8, б), регулируемые прямые и изогнутые (рис. 8, в) щипцы, острогубцы (кусачки) плоские и торцевые, кусачки шарнирные. В группу щипцов входят также универсальные клещи для труб и клещи для гвоздей (рис. 8, г).

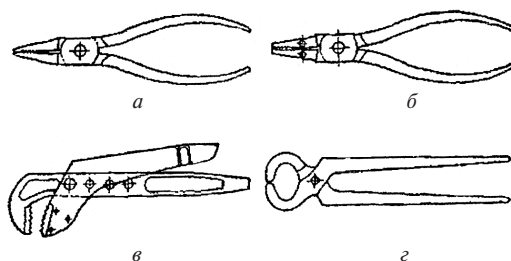


Рис. 8. Слесарные щипцы

Съемник — это слесарный инструмент для съема с валов зубчатых колес, муфт, шкивов, подшипников, рычагов и т. д. Съемник для подшипников состоит из двух или трех прихватов (щек) и обоймы, соединяющей плечи прихватов, втулки с внутренней резьбой, а также из винта с шестигранной или квадратной головкой или рукояткой.

Слесарная ручная щековая таль относится к слесарному вспомогательному оборудованию и используется для подъема и перемещения тяжелых деталей или материалов. Направление перемещения может быть произвольным. Тали используются также на ремонтно-сборочных работах. Грузоподъемность талей — до 1,5 т.

На *строгальном станке* выполняется черновая обработка плоских поверхностей изделий с целью сокращения до минимума ручной обработки этих поверхностей напильником. Поперечно-строгальный станок состоит из литой станины, стола и ползуна. В станине расположены механизмы привода. Ползун, находящийся в верхней части станины, с помощью специального механизма приводится в возвратно-поступательное движение по направляющим станины (рабочий и холостой ход). На конце ползуна находится поворотная головка суппорта с державкой для строгального резца. На вертикальных направляющих станины на кронштейне установлен стол станка, который приводится в движение с помощью ходового винта. На столе крепятся параллельные тиски или зажимное приспособление для зажатия обрабатываемых деталей.

Вспомогательные инструменты и материалы в зависимости от потребностей технологического процесса и условий производства имеют разное назначение. Они служат для очистки поверхностей предметов или инструментов для их консервации, смазки, окраски и т. д. С помощью вспомогательных материалов можно придать изделию эстетичный, приятный внешний вид. Вспомогательный инструмент может применяться при обработке изделия, разборке или сборке его, а также иметь другое назначение в зависимости от необходимости и характера выполняемых операций.

2.5. Разметка

Разметкой называется операция нанесения линий и точек на заготовку, предназначенную для обработки. Линии и точки обозначают границы обработки.

Существуют два вида разметки: плоская и пространственная. Разметка называется *плоской*, когда линии и точки наносятся на плоскость, *пространственной* — когда разметочные линии и точки наносятся на геометрическое тело любой конфигурации.

Пространственная разметка может быть выполнена на разметочной плите с помощью разметочного ящика, призм и угольников. При пространственной разметке для поворота размечаемой заготовки используются призмы.

Для плоской и пространственной разметки требуются чертеж детали и заготовки для нее, разметочная плита, разметочный инструмент и универсальные разметочные приспособления, измерительный инструмент и вспомогательные материалы.

К *разметочному инструменту* относятся: чертилка (с одним острием, с кольцом, двухсторонняя с изогнутым концом), маркер (несколько видов), разметочный циркуль, кернеры (обычные, автоматические для трафарета, для круга), кронциркуль с конусной оправкой, молоток, циркуль центровой, прямоугольник, маркер с призмой.

К *приспособлениям для разметки* относятся: разметочная плита, разметочный ящик, разметочные угольники и бруски, подставка, рейсмус с чертилкой, рейсмус с подвижной шкалой, прибор для центрирования, делительная головка и универсальный разметочный захват, поворотная магнитная плита, струбцины сдвоенные, регулируемые клинья, призмы, винтовые подпорки.

Измерительными инструментами для разметки являются: линейка с делениями, штангенрейсмус, рейсмус с подвижной шкалой, штангенциркуль, угольник, угломер, кронциркуль, уровень, контрольная линейка для поверхностей, щуп и эталонные плитки.

К *вспомогательным материалам для разметки* относятся: мел, белая краска (смесь разведенного в воде мела с льняным маслом и добавлением состава, препятствующего высыханию масла), красная краска (смесь шеллака со спиртом с добавлением красителя), смазка, моющие и травящие материалы, деревянные бруски и рейки, небольшая жестяная посуда для красок и кисть.

Простыми разметочными и измерительными инструментами, используемыми при слесарных работах, являются: молоток, чертилка, маркер, кернер обыкновенный, угольник, циркуль, разметочная плита, линейка с делениями, штангенциркуль и кронциркуль.

Плоскую или пространственную разметку детали проводят на основании чертежа.

До разметки заготовка должна пройти обязательную подготовку, которая включает в себя следующие операции: очистка детали от грязи и коррозии (не производить на разметочной плите); обезжиривание детали (не производить на разметочной плите); осмотр детали с целью обнаружения дефектов (трещин, раковин, искривлений); проверка габаритных размеров, а также припусков на обработку; определение разметочной базы; покрытие белой краской поверхностей, подлежащих разметке и нанесению на них линий и точек; определение оси симметрии.

Если за разметочную базу принято отверстие, то в него следует вставить деревянную пробку.

Разметочная база — это конкретная точка, ось симметрии или плоскость, от которой отмеряются, как правило, все размеры на детали.

Накерниванием называется операция нанесения мелких точек-углублений на поверхности детали. Они определяют осевые линии и центры отверстий, необходимые для обработки, определенные прямые или кривые линии на изделии. Накернивание делают с целью обозначения на детали стойких и заметных знаков, определяющих базу, границы обработки или место сверления. Операция накернивания выполняется с использованием чертилки, кернера и молотка.

Разметка с использованием шаблона применяется при изготовлении значительного количества одинаковых деталей. Шаблон, выполненный из жести толщиной 0,5–2 мм (иногда придается жесткость уголком или деревянной рейкой), накладывается на плоскую поверхность детали и обводится чертилкой по контуру. Точность нанесенного контура на детали зависит от степени точности шаблона, симметрии острия чертилки, а также от способа продвижения острия чертилки (острие должно двигаться перпендикулярно к поверхности детали). Шаблон является зеркальным отображением конфигурации деталей, линий и точек, которые должны быть нанесены на поверхность детали.

Точность разметки (точность перенесения размеров с чертежа на деталь) зависит от степени точности разметочной плиты, вспомогательных приспособлений (угольников и разметочных ящиков), мерительных инструментов, инструмента, используемого для перенесения размеров, от степени точности метода разметки, а также от квалификации разметчика. Точность разметки обычно составляет от 0,5 до 0,08 мм; при использовании эталонных плиток — от 0,05 до 0,02 мм.

При разметке следует осторожно обращаться с заостренными чертилками. Для предохранения рук работника до начала разметки на острие чертилки необходимо надевать пробку, деревянный или пластмассовый чехол.

Для установки на разметочную плиту тяжелых деталей следует пользоваться таями, тельферами или кранами.

Разлитые на полу или разметочной плите масло или другая жидкость могут послужить причиной несчастного случая.

2.6. Рубка, разрезание, обрезание и профильное вырезание деталей из листового материала

Слесарное зубило (рис. 9) — это инструмент из инструментальной углеродистой стали У7А или У8А прямоугольного или скругленного профиля, один конец которого имеет форму клина. Размеры зубила: длина 100—200 мм, толщина 8—20 мм, ширина 12—30 мм. Слесарное зубило служит для рубки или снятия слоя металла, когда не требуется точность обработки. Им можно производить также разрезание, обрезание и вырезание материала.

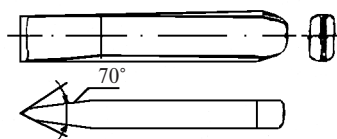


Рис. 9. Зубило слесарное

В зависимости от вида разрезаемого или обрезаемого материала угол заострения зубила составляет: 60° — для стали, 70° — для чугуна и бронзы, 45° — для меди и латуни, 35° — для цинка и алюминия.

Разрезаемый материал (жесть, полосовое железо, стальная лента, профиль, прутки) следует положить на стальную плиту или на наковальню так, чтоб он прилегал всей своей поверхностью к поверхности плиты или наковальни. Материал, от которого нужно отрубить заготовку, может быть закреплен в тисках. Если металл имеет длину больше плиты или наковальни, его свешивающийся конец должен опираться на соответствующие подпорки.

Лист или кусок жести с размеченным на нем контуром элемента кладут на стальную плиту для разрезания жести. Острие зубила ставят

на расстояние 1–2 мм от размеченной линии. Ударяя молотком по зубилу, разрезают жечь. Передвигая зубило вдоль контура и одновременно ударяя по нему молотком, вырубает фасонный элемент по контуру и отделяют его от листа жести.

Вырезание элемента из толстого листового материала выполняют сначала с одной стороны листа, затем его переворачивают на другую сторону и вырезают окончательно (продвигая зубило по полученному следу от острия зубила). Вырезанный элемент по контуру обрабатывают ручным напильником.

Искривленную или помятую жечь перед разметкой следует отрихтовать на плите резиновым или деревянным молотком. Перед укладкой листа на плиту при рихтовке, разметке и рубке следует тщательно очистить и протереть плиту. Жечь должна прилегать к плите всей своей поверхностью. Нельзя пользоваться тупым или выщербленным зубилом и выщербленным или расклепанным молотком.

Зубило используют для разрезания материала в случаях, когда трудно или невозможно использовать ножницы либо пилу из-за сложности требуемой конфигурации детали, когда отсутствуют (вообще или в данный момент) необходимые ножницы, когда разрезаемый материал слишком твердый.

При разрезании вязких материалов (толстая жечь или полосовое железо) с целью предохранения зубила от заклинивания режущую часть зубила следует смазывать маслом или водой с мылом, что уменьшает трение и дает возможность получать гладкую поверхность разреза.

Обрезание — это удаление края материала с помощью зубила, а также удаление наплывов и литников на поверхности отливок.

Крейцмейсель — это слесарный инструмент, похожий на зубило, но имеющий узкую или фасонную (канавочник) режущую часть. Он служит для вырезания прямоугольных или фасонных канавок. Изготавливается из инструментальной углеродистой стали У7А или У8А. Размеры крейцмейселя: длина 150–200 мм, ширина 12–25 мм, толщина 8–16 мм; размеры канавочника: длина 80–350 мм, ширина 6–25 мм, толщина 6–16 мм.

Существует несколько видов крейцмейселей: прямоугольные, полукруглые и специальные (рис. 10).

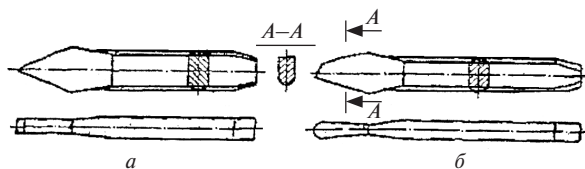


Рис. 10. Крейцмейсели:

a — прямоугольный; *б* — полукруглый (канавочный)

Вырезание — это выполнение с помощью крейцмейселя канавок, углублений, а также вспомогательных бороздок при разрезании большой поверхности.

Для разрезания используют зубило, для вырезания — крейцмейсель.

Зубило изготавливают из углеродистой инструментальной стали У7А или У8А с содержанием углерода в пределах 0,65–0,74 % (сталь У7А) и 0,75–0,84 % (сталь У8А). После нагревания одного конца заготовки зубила до температуры 900–350 °С его отковывают, придавая ему форму острия.

Послековки (получения клина) эту часть заготовки предварительно затачивают и нагревают повторно до температуры заковки (770–790 °С; цвет пламени — вишневый), после чего острие опускают в воду на глубину до 15 мм на две секунды с целью его заковки. После заковки заготовку еще в нагретом состоянии очищают от окалины на стальной плите или напильником, одновременно наблюдая за окраской налета, постепенно появляющегося на острие во время охлаждения. Отпуск ведут при температуре 200–290 °С (цвет налета — от светло-соломенного до фиолетово-голубого). Отпуск головки зубила производят в зависимости от сорта стали при температуре 300–330 °С (цвет налета — от темно-голубого до серого).

Второй способ отпуска основан на полном охлаждении инструмента после заковки, его очистке и новом нагревании до соответствующей температуры отпуска (температура и цвета налета приведены выше), при достижении которой инструмент быстро охлаждается. После отпуска режущая часть затачивается. Твердость рабочей части зубила и крейцмейселей на длине 0,3–0,5 конусной части *HRC* 52–57, ударной части на длине 15–25 мм — *HRC* 32–40 (методы определения и обозначения твердости металлов рассмотрены в п. 4.3).

Для механического обрезания используется ручной пневматический молоток с вставленным в него зубилом.

Пневматический молоток приводится в движение сжатым воздухом. Пневматические молотки применяются также при клепальных и строительных работах. Они обеспечивают (в зависимости от конструкции) от 750 до 3000 ударов в минуту. Используются как в закрытых помещениях, так и на открытых площадках при монтажно-строительных работах.

Головки зубила и крейцмейселей имеют скошенные, закругленные с торца отшлифованные поверхности. В случае затупления или повреждения острия режущую часть зубила следует заточить на соответствующий угол. Инструмент после работы необходимо очистить от грязи и протереть обтирочным материалом, смоченным в масле.

При несоблюдении требований техники безопасности при разрезании, вырезании и обрезании слесарь чаще всего получает ранения рук или лица от осколков обрабатываемых материалов или инструмента. Работать с зубилом или крейцмейселем следует в защитных очках и в рукавицах. Рабочее место слесаря, работающего с зубилом, обязательно должно быть ограждено защитной сеткой.

2.7. Ручная и механическая правка и гибка металла

Для правки фасонного, листового и полосового металла используют разного рода молотки, плиты, наковальни, валки (для правки жести), ручные винтовые прессы, гидравлические прессы, валковые приспособления и ворота.

Гибка металла в зависимости от его толщины, конфигурации или диаметра выполняется с помощью молотка с использованием слесарных щипцов или кузнечных клещей на плите для правки, в тисках или в формах или на наковальне. Можно также гнуть металл в различных гибочных приспособлениях, гибочных машинах, в штампах на гибочных прессах и на другом оборудовании.

Молоток — это ударный инструмент, состоящий из металлической головки, рукоятки и клина (рис. 11).

Молоток широко используется при выполнении разных операций в слесарном деле; это один из основных инструментов при выполнении слесарных работ.

Металлическая часть состоит из следующих элементов: клиновидной части, слегка закругленного обуха (ударная часть) и отверстия. Рукоятку для молотка делают из твердого дерева с сечением и длиной, зависящими от величины от-

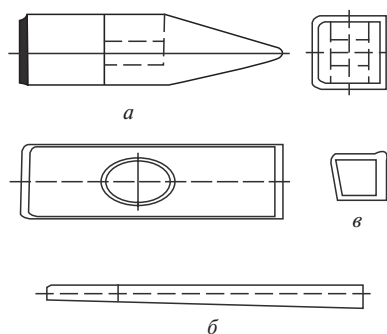


Рис. 11. Слесарный молоток:
а — металлическая головка; б — рукоятка; в — клин

верстия в молотке и от его веса. После насадки молотка на рукоятку в нее вбивают деревянный или металлический клин, предохраняющий молоток от спадания с рукоятки.

Молотки бывают с круглым и с квадратным бойком.

Слесарные молотки изготавливаются из инструментальной углеродистой стали У7 или У8 (табл. 1). Рабочая часть молотков подвергается закалке до твердости *HRC* 49–56.

Таблица 1

Вес и размеры слесарных молотков

Вес молотка, г	С квадратным бойком, мм			С круглым бойком, мм		
	Длина бойка	Вылет бойка от центра ручки	Сечение бойка	Длина бойка	Вылет бойка от центра ручки	Диаметр бойка
50	70	30	12×12	—	—	—
100	80	34	15×15	—	—	—
200	100	42	19×19	80	34	20
400	115	48	25×25	100	42	26
500	120	50	27×27	105	44	28
600	125	52	29×29	110	46	30
900	130	54	33×33	120	50	32
1000	135	56	35×35	130	54	34

Правкой называют операцию возвращения кривым или погнутым металлическим изделиям первоначальной прямолинейной или другой формы. Правку производят горячим или холодным способом вручную, а также с использованием приспособлений или машин.

Чаще всего подвергают правке проволоку, горячекатаный или холодноотянутый прут, полосовой и листовой металл. Реже правке подвергается сортовой металл (угольники, швеллеры, тавры, двутавры и рельсы).

Материал или изделие из цветных металлов следует править с учетом его физико-механических свойств молотком, изготовленным из соответствующего металла. Используют молотки из следующих цветных металлов: меди, свинца, алюминия или латуни, а также деревянные и резиновые молотки.

Гибкой называют операцию придания металлу определенной конфигурации без изменения его сечения и обработки металла резанием. Гибку производят холодным или горячим способом вручную либо с использованием приспособлений и машин. Гибку можно осуществлять в тисках или на наковальне. Гибку металла и придание ему определенной формы может облегчить использование шаблонов, стержневых форм, гибочных штампов и приспособлений. Гибка большого количества металлических прутков для придания им определенной формы возможна только в специально сконструированных и изготовленных для этой цели штампах и гибочном оборудовании.

Проволока гнется под определенным радиусом или по окружности круглозубцами, а при гибке под небольшим углом — плоскозубцами;

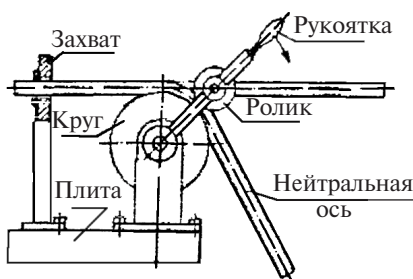


Рис. 12. Гибочное приспособление для труб

при сложной гибке могут одновременно использоваться круглозубцы и плоскогубцы. В ряде случаев при гибке проволоки используются тиски.

Гибку труб можно производить горячим или холодным способом с использованием специальных шаблонов или роликов при помощи гибочных приспособлений (рис. 12) или трубогибочных машин.

Толстостенные трубы диаметром не более 25 мм и радиусом гибки свыше 30 мм можно гнуть в холодном состоянии без заполнения их сухим мелким песком, свинцом, канифолью и не вставляя в них винтовую пружину. Трубы больших диаметров (в зависимости от толщины стенки и марки металла, из которого изготовлена данная труба) гнутся, как правило, с подогревом места гiba и наполнением трубы соответствующим материалом. При этом концы трубы заглушают пробками, что уменьшает возможность ее поломки или сплющивания при гибке. Трубы со швом следует гнуть в таком положении, чтобы действующее гибочное усилие прилагалось в плоскости, перпендикулярной шву.

Развальцовка труб — это диаметральная раздача наружу торцов труб с целью получения плотного и прочного прессового соединения торцов труб с отверстиями, в которые они вставлены. Применяется при изготовлении котлов, цистерн и др. Развальцовка выполняется в основном ручным развальцовочным роликовым инструментом или коническими дорнами.

Пружина — это деталь, которая под действием внешних сил упруго деформируется, а после прекращения действия этих сил возвращается в первоначальное состояние. Пружины используются в разных машинах, приспособлениях, станках и оборудовании. Пружины классифицируют по форме, условиям работы, виду нагрузки, виду натяжения и т. д. По форме пружины делятся на плоские, винтовые (цилиндрические, фасонные, телескопические) и конусные. По виду нагружения они подразделяются на пружины растяжения, кручения и сжатия. Пружины изготавливают с правой или левой навивкой, спиральные тарельчатые, гнутые, плоские, фигурные и кольцевые (рис. 13).

Пружина должна поддерживать в определенном положении детали или сборочные единицы машин, ликвидировать или успокаивать колебания, а также воспринимать энергию детали или узла машины в движении, давать возможность упруго подвесить детали машин или противодействовать определенной силе. Пружина выполняет также роль индикатора определенной силы.

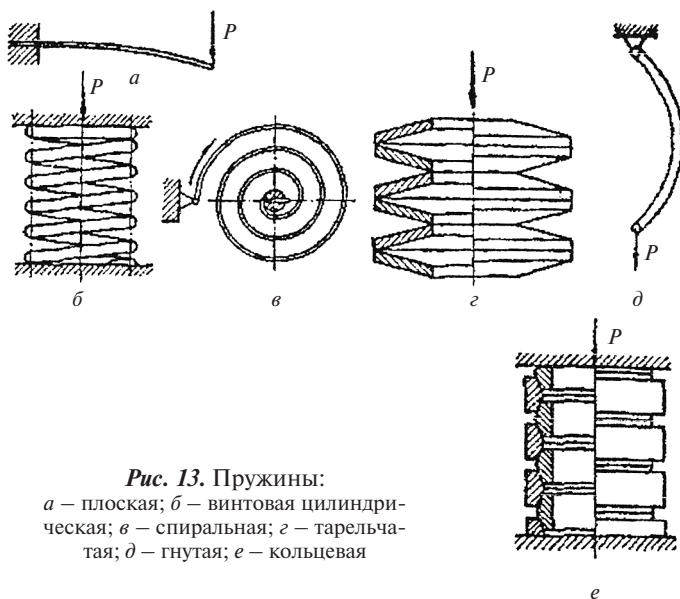


Рис. 13. Пружины:
a — плоская; *б* — винтовая цилиндрическая; *в* — спиральная; *г* — тарельчатая; *д* — гнутая; *е* — кольцевая

Пружины изготавливают из пружинной или рессорной стали. Это может быть высокоуглеродистая сталь или легированная пружинная и рессорная сталь с добавлением марганца, хрома, вольфрама, ванадия, кремния. Химический состав пружинной и рессорной стали, условия термической обработки, а также механические свойства определяются соответствующими ГОСТ и техническими условиями.

Пружины изготавливают вручную или машинным способом. Одним из самых простых ручных способов является изготовление пружин в тисках (рис. 14) с помощью круглого стержня с рукояткой диаметром, несколько меньшим внутреннего диаметра пружины, и специальных деревянных щек, вложенных между губками щек тисков. Винтовые пружины можно навивать также на сверлильном, токарном или специальном навивочном станках.

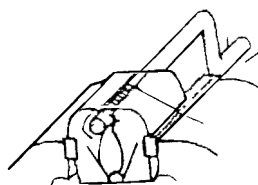


Рис. 14. Навивка винтовой пружины в тисках вручную

Длина проволоки круглого сечения, необходимая для навивки винтовой пружины, определяется по формуле:

$$L = \pi D_{\text{ср}} n,$$

где L — полная длина проволоки;

$D_{\text{ср}}$ — средний диаметр витков пружины (равен внутреннему диаметру плюс диаметр проволоки);

n — число витков.

Резиновая соединительная пружинящая муфта — это разновидность пружины. Резиновые соединительные пружинящие детали находят применение в разных машинах, механизмах и оборудовании для соединения валов и ряда других деталей, работающих в условиях динамических нагрузок. Они обладают способностью принимать и накапливать энергию, гасить колебания и используются как гибкие и упругие муфты.

Перед установкой пружины или резиновой соединительной пружинящей детали следует прежде всего проверить соответствие вида, характеристики и качества пружины чертежу и техническим требованиям на сборку машины или механизма. Не соответствующие этим требованиям или имеющие механические повреждения пружина или резиновая соединительная пружинящая деталь не обеспечат работоспособности машины или механизма.

При правке и гибке металла необходимо проверить техническое состояние используемых инструментов, правильно и точно закрепить материал на плите, в тисках или другом приспособлении. Рукава одежды на запястьях должны быть застегнуты, на руки следует надеть рукавицы.

2.8. Ручная и механическая разрезка и распиловка

Разрезкой называется операция разделения материала (предмета) на две отдельные части с помощью ручных ножниц, зубила или специальных механических ножниц.

Распиловкой называется операция разделения материала (предмета) с помощью ручной либо механической ножовки или круглой пилы.

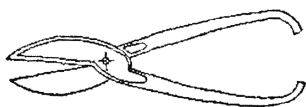


Рис. 15. Ручные ножницы для резки металлов

Простейшим инструментом для разрезки металла являются обычные *ручные ножницы* (рис. 15), правые и левые (верхняя режущая кромка может находиться справа или слева от нижней режущей кромки).

Ножницы могут быть ручными или стационарными, закрепленными на верстаке.

К механическим устройствам и оборудованию относятся вибрационные ножницы и машинки, рычажные механические ножницы, а также гильотинные ножницы и прессы. Резка листового материала, особенно вырезка фасонных деталей, производится газовой ацетилено-кислородной горелкой, а в ряде случаев — на фрезерных станках пальцевыми и другими специальными фрезами. Резка пруткового материала может производиться на токарных станках отрезными резцами. Отрезка труб производится специальными трубобрезами. Для рас-

пиловки материалов используются ручные и механические ножовки с постоянной или раздвижной рамкой, ленточные пилы, круглые пилы и другие механизмы.

Ручные ножницы служат для резки жести и железного листа толщиной до 1 мм, а также для разрезания проволоки. Листовой материал толщиной до 5 мм разрезается на рычажных ножницах, а материал толщиной более 5 мм — на механических ножницах. Перед резкой режущие кромки следует смазать маслом.

Угол заострения режущих частей ножниц зависит от характера и марки разрезаемого металла и материала. Чем меньше этот угол, тем легче врезаются режущие кромки ножниц в материал, и наоборот. Однако при малом угле заострения режущие кромки быстро выкрашиваются. Поэтому на практике угол заточки выбирают в пределах 75–85°. Затупившиеся кромки ножниц затачивают на шлифовальном станке. Правильность заточки и разводки между фомками проверяют, разрезая бумагу.

Ручная ножовка состоит из постоянной или регулируемой рамки, рукоятки и ножовочного полотна. Полотно крепится в рамке с помощью двух стальных штифтов, болта и гайки-барашка. Болт с гайкой служит для натяжения полотна в рамке (рис. 16).

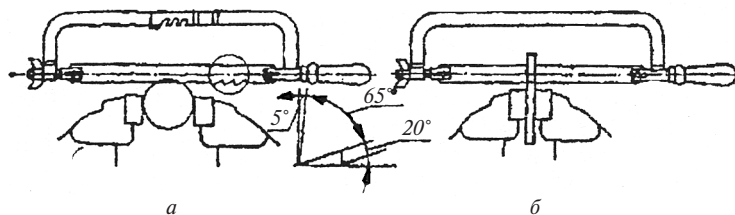


Рис. 16. Ручные ножовки для металла
а — регулируемая; б — нерегулируемая

Ручное ножовочное полотно — это тонкая стальная закаленная полоса толщиной от 0,6 до 0,8 мм, шириной 12–15 мм и длиной 250–300 мм с нарезанными зубьями вдоль одной или обеих кромок. Ножовочное станочное полотно имеет толщину 1,2–2,5 мм, ширину 25–45 мм и длину 350–600 мм.

Зуб полотна характеризуется следующими углами: для ручного ножовочного полотна передний угол 0°, задний угол 40–45°, шаг 0,8 мм, ширина развода зубьев 1,2–1,5 мм; для ножовочных станочных полотен передний угол 0–5°, задний угол 35–40°, угол заострения зуба 50–55°, шаг зубьев 2–6 мм. Зубья бывают волнообразные и разведенные. Мягкие металлы и искусственные материалы распиливаются ножовкой с зубьями большого шага, твердые и тонкие материалы — мелкими зубьями.

Ножовочные полотна выполняют из инструментальной высокоуглеродистой стали У10, У12, У10А, У12А, для особо ответственных работ — из стали Р9, Х6ВФ, Х12Ф1, вольфрамовой и хромистой. После нарезки зубьев полотно подвергается закалке полностью или частично (только зубья) до твердости *HRC* 60–61. Рабочая длина полотна составляет около 2/3 его длины. Каждый зуб ножовочного полотна представляет собой строгальный резец (рис. 17).

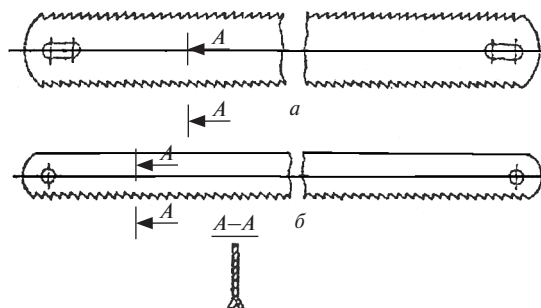


Рис. 17. Полотна с нарезанными зубьями:
а — двухстороннее; б — одностороннее

Перед распиловкой или разрезанием материала следует подготовить материал, разметить его чертилкой или обозначить накерниванием.

Перекося ножовки в процессе распиловки вызывает значительные напряжения изгиба полотна, что может послужить причиной появления трещины или поломки полотна.

В случае поломки одного или нескольких зубьев на полотне следует прервать распиловку, вынуть полотно из рамки и сошлифовать выкрошенные зубья. После этого можно продолжать использование полотна.

Распиловку труб большого диаметра нужно выполнять обязательно с постепенным поворотом трубы: в противном случае может произойти поломка зубьев. Тонкую трубу следует закреплять в тисках или приспособлениях с обжимом по радиусу при незначительном усилии зажатия, иначе может произойти смятие трубы. Для распиловки труб следует использовать полотно с целыми и острыми зубьями малого шага. В место реза, где треснуло старое полотно или выкрошились его зубья, не следует вставлять новое полотно.

Если линия реза пошла под углом к поверхности металла, следует прервать распиловку с этой стороны и начать с другой. Чтобы избежать скольжения полотна по материалу, нужно первоначальный рез произвести трехгранным напильником.

Твердые материалы распиливают, как правило, механической рамной, ленточной или дисковой пилами. Ручное распиливание этих материалов очень трудоемко, а иногда просто невозможно. При механической распиловке получается ровный рез.

Труборез — это инструмент для разрезания труб (рис. 18). Труборезы бывают разных видов: одно-, двух- и трехножевые, а также цепные.

В труборезе роль режущей части выполняет ролик с заточенными кромками. Трехножевой труборез состоит из щеки, в которой находятся два ножа-ролика, обоймы, в которой установлен один ролик, рукоятки и рычага. На закрепленную в тисках или захватывающем приспособлении трубу накладывают труборез и с помощью рукоятки затягивают до упора. Колебательным или вращательным движением рычага и постепенным сближением ножей-роликов производится разрезка трубы. Равномерную и чистую линию реза трубы можно получить с помощью цепного трубореза.

В целях безопасности при разрезании и распиловке материала следует проверить инструмент, правильно и надежно закрепить материал в тисках или приспособлениях, а также правильно и крепко осадить рукоять рамной пилы. Опасные места возле механических ножниц закрывают кожухом или щитами. Механические ножницы обслуживаются согласно инструкции по эксплуатации специально обученным работником.

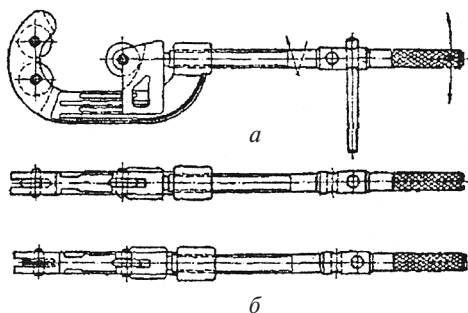


Рис. 18. Труборезы ножевые (роликовые):
а — трехножевые; б — с одним ножом и двумя роликами

2.9. Ручное и механическое опилование

Опиливание — это процесс снятия припуска напильниками, надфилями или рашпилями. Оно основано на ручном или механическом снятии с обрабатываемой поверхности тонкого слоя материала. Опиливание относится к основным и наиболее распространенным операциям. Оно дает возможность получить окончательные размеры и необходимую шероховатость поверхности изделия.

Опиливание может производиться напильниками, надфилями или рашпилями. Напильники подразделяются на следующие виды: слесарные общего назначения, слесарные для специальных работ, машинные, для затачивания инструмента и для контроля твердости.

Напильники изготавливают из инструментальной высокоуглеродистой стали У12А, У13А, а также из стали марок Р9, Р7Т, ШХ9, 11Х15.

Зубья напильника могут быть образованы насечением, фрезерованием, нарезанием, протягиванием и точением методом обкатывания. Наиболее распространен способ насечки. Насечка напильников общего назначения двойная перекрестная, а у напильников для специальных работ — двойная и одинарная. Благодаря перекрестной насечке на опиливаемой поверхности не получается риска от следов движения зубьев. Насечение зубьев производится на заготовках до их термической обработки. После насечки напильники закаляются до твердости не ниже *HRC* 54.

При ремонте износившихся напильников перед нанесением насечки производится отпуск и шлифовка поверхности напильников. Все напильники должны быть тестированы.

В зависимости от формы различают следующие типы напильников (рис. 19): *а* — слесарные плоские тупоносые; *б* — круглые; *в* — полукруглые; *г* — квадратные; *д* — трехгранные; *е* — плоские остроносые; *ж* — ножовочные; *з* — овальные; *и* — линзовые; *к* — ромбические; *л* — полукруглые широкие; *м* — рашпили, *н* — для опилоочных станков; *о* — для мягких металлов, а также выгнутые напильники. Размеры напильников даны в табл. 2.

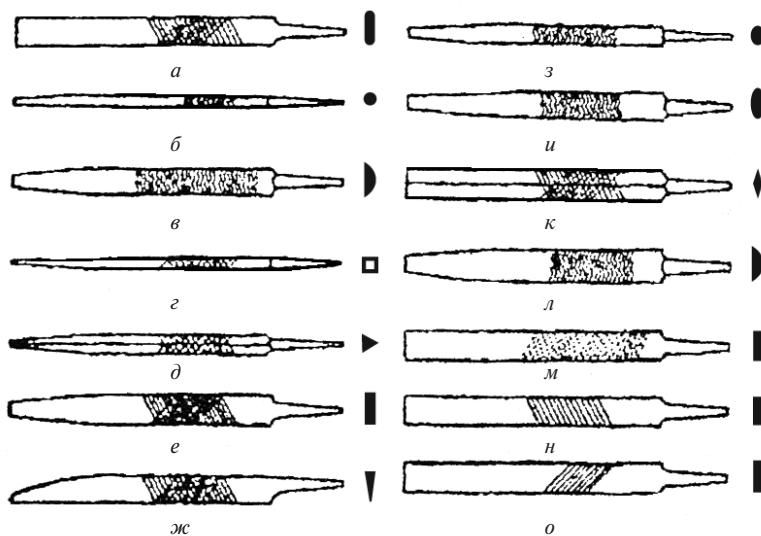


Рис. 19. Формы слесарных напильников

Таблица 2

Формы и размеры напильников, мм

Типы напильников	Номер насечки	Длина								
		100	125	150	200	250	300	350	400	450
		Размеры сечения								
Плоские	0—5	12×3	16×4	18×4,5	22×5,5	28×7	32×8	36×9	40×10	45×11
Квадратные	0—5	4	5	6	8	10	12	16	18	20
Треугольные	0—5	8	10	12	16	18	20	22	25	28
Ромбические	1—3	12×3	16×4	18×4,5	22×5,5	28×7	32×9	36×12	—	—
Овальные	0—5	8×5,5	10×7	12×9	14×10	18×12	22×16	25×18	28×22	—
Линзовые	0—5	12×3	16×4	18×4,5	12×5,5	25×7	28×9	31×11	—	—
Полукруглые Полукруглые широкие	0—5	10×3	12×4	16×5	20×6	25×8	32×10	36×11	20×12	45×14
	0—5	—	—	—	28×5	32×5,5	36×6	40×7	—	—
Круглые	0—5	4	5	6	8	10	12	16	18	20

По величине и густоте насечек в зависимости от числа насечек на 10 мм длины напильники разделяются на драчевые № 0, и 1, личные № 2 и 3 и бархатные № 4 и 5. Драчевый № 0 имеет самую грубую насечку. При длине драчевого напильника 100 мм число насечек на длине 10 мм составляет 14, в то время как бархатный № 5 имеет очень мелкую насечку — 56 насечек на 10 мм при той же длине напильника (табл. 3—5).

Таблица 3

Величина припуска и точность обработки напильниками различных классов, мм

Класс напильника	Припуск на обработку	Слой металла, снимаемый за один ход	Достижимая точность обработки
Драчевый № 0 и 1	0,5—12	0,1—0,2	0,25—0,6
Личной № 2 и 3	0,1—0,3	0,02—0,03	0,02—0,005
Бархатный № 4 и 5	0,025—0,05	0,025—0,01	До 0,01

Таблица 4

Количество насечек на 10 мм длины напильника

Длина напильника, мм	Количество основных насечек					
	0	1	2	3	4	5
100	—	14	20	28	40	56
125	—					
160	—	12	17	24	34	48
200	—	10	14	20	28	40
250	—	8,5	12	17	24	34
315	—	7	10	14	20	28
400	4,5	6	8,5	12	—	—

Таблица 5

Количество вспомогательных насечек на 10 мм длины напильника

Для напильников с количеством основных насечек	До 5	6–8,5	10–14	17–24	28–40	Свыше 40
Количество вспомогательных насечек меньше, чем основных, на	1,5	2	3	4	5	6

Напильники бывают с единичной и двойной насечкой (рис. 20). Единичная насечка может быть с наклоном в одну сторону, наклонная с промежутками, волнистая, рашпильная. При опиливании поверхностей мягких металлов используют напильники с единичной насечкой. Двойная насечка характеризуется тем, что шаг (расстояние между вершинами двух соседних зубьев) не составляет целой величины, что предотвращает появление борозд на спиливаемой поверхности.

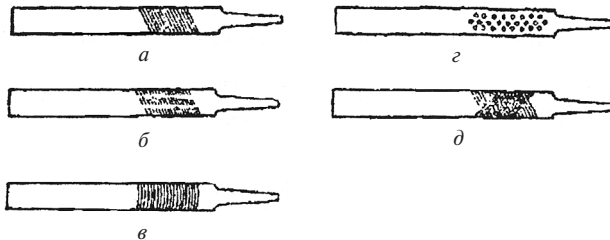


Рис. 20. Виды насечек напильников:

а — единичная с наклоном в одну сторону; *б* — единичная наклонная с промежутками; *в* — волнистая; *г* — рашпильная; *д* — двойная

Различают следующие виды опилования: плоских и криволинейных поверхностей; угловых поверхностей; параллельных поверхностей; сложных и фасонных поверхностей.

Выбор напильника зависит от вида материала, вида опилования, величины снимаемого слоя и величины обрабатываемой детали. Например, при окончательной обработке куба, выполненного из стали с длиной грани 30 мм, нужно использовать напильник с двойной насечкой № 5 (бархатный) длиной 160 мм.

Форму напильников выбирают в зависимости от конфигурации обрабатываемого места. Плоские напильники используют для опилования плоских, криволинейных выпуклых и наружных сферических поверхностей; квадратные напильники — для опилования квадратных и прямоугольных отверстий; трехгранные — для обработки трехгранных поверхностей, для заточки пил, а также для опилования плоских поверхностей, расположенных под острым углом; ножовочные — для опилования кромок острых углов, а также для выполнения узких канавок; ромбические — для обработки очень сложных контуров изделий; круглые — для выполнения полукруглых и круглых отверстий; овальные — для опилования овальных отверстий; полукруглые и линзовые — для обработки криволинейных и вогнутых поверхностей.

В табл. 6 даны классы шероховатости и соответствующие им величины высот микронеровностей поверхности, получаемые при разных видах слесарной обработки.

Таблица 6

Шероховатость поверхности, получаемая при разных видах слесарной обработки

Шероховатость		Характеристика поверхности	Вид обработки
Класс	Высота микронеровностей, мкм		
1—3	80—20	Грубо обработанная	Опиливание драчевыми напильниками, сверление
4—6	10—2,5	Мало видимые следы обработки	Опиливание личным напильником, сверление с развертыванием
7—9	1,25—0,32	Следы обработки незаметны невооруженным глазом	Опиливание бархатным напильником, шабрение, притирка, сверление и развертывание двумя развертками
10—14	0,16—1,011	Высокая степень гладкости	Опиливание бархатным напильником с полировкой мелом и тонким наждаком, притирка притиром, доводка

Правильное и надежное закрепление материала в тисках или приспособлении при опиливании обеспечивает точную обработку материала, минимальное усилие работника и безопасность труда.

Во избежание повреждения поверхностей неметаллических материалов и изделий, закрепленных в тисках, следует использовать накладки. Накладки из мягких металлов (медь, цинк, свинец, алюминий, латунь), из дерева, искусственного материала, фетра или резины накладываются на щеки тисков. Изделие или материал вкладывают между накладками, а затем закрепляют.

Высоту установки тисков при опиливании следует подбирать в соответствии с ростом работника. На практике высоту установки тисков определяют, опираясь локтями на щеки тисков (кулак при вертикальном положении руки должен доставать до подбородка стоящего прямо работника). Если тиски установлены ниже данного положения, то подкладывают прокладки, а если высота установки тисков велика, то прокладки вынимаются или под ноги слесарю укладывается подставка или трап. Работающий у тисков должен занять такое положение, чтобы стопы ног были под углом 45° друг к другу, причем левая нога должна быть выставлена вперед на расстояние 25–30 см от оси стопы правой ноги. Ось левой стопы по отношению к рабочей оси напильника должна находиться под углом около 30° . Такое положение гарантирует производительную и безопасную работу слесаря и уменьшает его усталость.

Восстановление режущих способностей напильника после износа обеспечивается путем снятия затупившихся зубьев и нанесения на напильник новой насечки. Восстановление производится путем отжига напильника, сошлифования старой насечки и выполнения новой (вручную или механически) с последующей закалкой. Восстановление напильника можно производить несколько раз, но с каждым разом он становится тоньше и более подвержен трещинам.

Напильники необходимо предохранять от воздействия влаги для предупреждения коррозии; во избежание порчи насечки не следует их бросать или класть на другие напильники, инструменты или металлы. Поверхность напильников оберегают от попадания масла или смазки, а также от попадания пыли со шлифовальных кругов.

Новый напильник следует использовать сначала с одной стороны, а после ее затупления – с другой. Не следует использовать личные и бархатные напильники для опиливания мягких металлов (олова, свинца, меди, цинка, алюминия, а также латуни). Опилки этих металлов забивают канавки насечки напильника и не дают возможности обрабатывать поверхности других металлов.

Напильник во время работы и после работы следует очищать стальной щеткой. После окончания работы его убирают в ящик или шкаф.

Следует обращать особое внимание на состояние рукоятки и правильную насадку ее на напильник (рукоятку насаживают по оси напильника). При насадке рукоятки нельзя поднимать напильник вверх. Не следует использовать напильники без рукоятки. Особенно осторожно нужно работать маленькими напильниками. Конец длинного напильника не следует держать пальцами. Материал для опилования должен быть закреплен правильно и крепко.

2.10. Сверление и развертывание.

Сверлильные станки

Сверлением называется выполнение в изделии или материале круглого отверстия с использованием специального режущего инструмента — сверла, которое в процессе сверления одновременно имеет вращательное и поступательное движение вдоль оси просверливаемого отверстия. Сверление применяется в первую очередь при выполнении отверстий в деталях, соединяемых при сборке.

При работе на *сверлильном станке* сверло выполняет вращательное и поступательное движение; при этом обрабатываемая деталь неподвижна. Обработка деталей на токарном станке, автомате или revolverном станке выполняется при вращении детали, а инструмент совершает только поступательное движение.

В зависимости от требуемой степени точности используют следующие виды обработки: сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание, расточку, зенкование, зацентровывание.

На сверлильных станках можно выполнять следующие операции: сверление, рассверливание на больший диаметр ранее просверленного отверстия, зенкерование, развертывание, торцевание, цекование, зенкование, нарезание резьб.

Для выполнения операции сверления используются сверла с коническим или цилиндрическим хвостовиком, конусные переходные втулки, клинья для выбивания сверла, сверлильные самоцентрирующие патроны двух- и трехщечковые, рукоятки для крепления сверл в патронах, быстрозажимные патроны, патроны пружинные с автоматическим отключением сверла, машинные тиски, коробки, призмы, прихваты, угольники, ручные тиски, наклонные столы, а также разного вида приспособления, ручные и механические сверлильные станки и дрели.

Различают сверлильные станки с ручным и механическим приводом. К ручным сверлильным станкам с ручным приводом относятся: коловороты, дрели, сверлильные трещотки и ручные сверлильные верстачные станки. К ручным сверлильным станкам с механическим приводом относятся электрические и пневматические дрели, позволяющие при использовании специальных хвостовиков сверлить отверстия в труднодоступных местах.

К сверлильным станкам с механическим приводом относятся вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные, горизонтально-расточные и специальные сверлильные станки. Вертикально-сверлильные станки могут иметь устройства для применения многошпиндельных головок. Специальные сверлильные станки могут быть агрегатными, многопозиционными и многошпиндельными.

Вертикально-сверлильный станок отличается от других сверлильных станков тем, что имеет станину с вертикальным расположением направляющих, по которой может перемещаться стол станка. Кроме того, он имеет механизм подачи, насос для подачи охлаждающей жидкости, а также коробки скоростей для получения разных частот вращения сверлильного шпинделя станка.

На вертикально-сверлильных станках (в зависимости от типа) можно сверлить отверстия сверлами диаметром до 75 мм, на верстачных сверлильных станках — сверлами диаметром до 15 мм, на настольных сверлильных станках — сверлами диаметром до 6 мм. Ручными электрическими сверлильными дрелями (в зависимости от типа) можно сверлить отверстия диаметром до 25 мм, ручными пневматическими сверлильными машинами — сверлами диаметром до 6 мм.

Сверлильные трещотки используют для сверления отверстий в труднодоступных местах в стальных конструкциях. Ручной привод, обеспечиваемый колебательным движением рычага трещотки, создает вращение сверла и его подачу вдоль оси отверстия.

Недостатком сверления трещоткой является малая производительность и большая трудоемкость процесса.

Сверло — это режущий инструмент, которым выполняют цилиндрические отверстия (рис. 21).

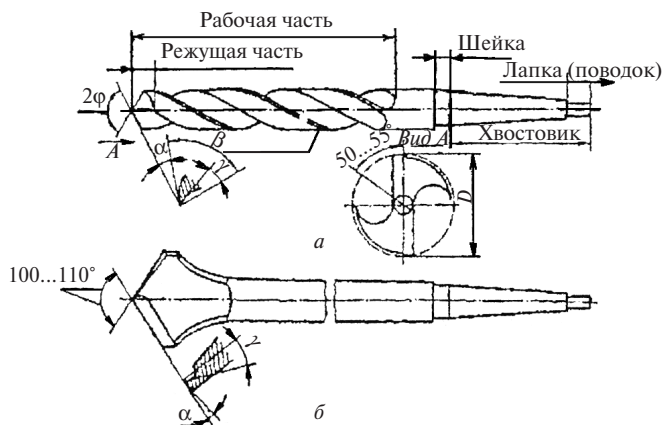


Рис. 21. Сверла:

а — спиральные; *б* — перовые

По конструктивному оформлению режущей части сверла делятся на перовые, с прямыми канавками, спиральные с винтовыми канавками, для глубокого сверления, центровочные и специальные.

Спиральные сверла в зависимости от их выполнения делятся на скрученные, фрезерованные, литые (для больших диаметров), с пластинками из сплавов карбидов металлов и сварные.

Сверла изготавливают из инструментальной углеродистой стали У10А, У12А, легированной стали 9ХС или из быстрорежущей стали Р18, Р9, РЭМ. Часто используются сверла, облицованные пластинками из сплавов карбидов вольфрама и титана.

Спиральным сверлом выполняют отверстия, к которым предъявляются высокие требования по точности, отверстия, предназначенные для дальнейшей обработки развертыванием, расточкой или протягиванием, отверстия под нарезание резьб (табл. 7).

Таблица 7

Точность обработки отверстий

Точность обработки			Способ выполнения отверстия
Класс точности	Число единиц допуска	Квалитет	
	100—250	12—13	
Класс 5	100	11	Сверление без кондуктора
Класс 4	40—64	9—10	Диаметр до 30 мм — сверление по кондуктору, сверление и зенкерование. Диаметр свыше 30 мм — сверление и зенкерование; сверление и расточка резцом
Класс 3 и 3а	10—25	6—8	Для стали (диаметр до 20мм) и для чугуна (диаметр до 25 мм) — сверление и развертывание. Для стали (диаметр свыше 20 мм) и для чугуна (диаметр свыше 25 мм) — сверление, расточка резцом или зенкерование и развертывание; сверление и две расточки резцом; сверление, зенкерование и шлифование; сверление и протягивание
Класс 2 и 2а	7—10	5—6	Диаметр до 12 мм — сверление и одно- или двукратное развертывание. Диаметр выше 12 мм — сверление, зенкерование и одно- или двукратное развертывание; сверление и протягивание; сверление, зенкерование и шлифование; сверление, зенкерование и раскатывание
Класс 1а			Сверление, зенкерование и завершающие операции; алмазная раскатка и тонкая расточка

Спиральное сверло состоит из хвостовика и рабочей части, которая делится на направляющую и режущую части. Между направляющей частью и хвостовиком находится шейка.

Хвостовик — это часть сверла цилиндрической или конусной формы (сверла по дереву имеют четырехгранный конический хвостовик), которая служит для закрепления сверла при конической форме в конических переходных втулках с конусом Морзе, а при цилиндрической — в двух- или трехкулачковом сверлильном патроне. Концевые втулки и сверлильный патрон закрепляются в отверстиях шпинделя. Конусные хвостовики заканчиваются лапкой, которая служит для выбивания сверла из шпинделя или конусной переходной втулки. Цилиндрический хвостовик заканчивается поводком. Для сверления отверстий сверлильными трещотками или ручными коловоротами чаще всего используются сверла с квадратными хвостовиками. Сверла с цилиндрическим хвостовиком обычно имеют малые диаметры (до 20–30 мм).

Рабочая часть сверла состоит из направляющей и режущей частей.

Направляющая часть сверла — это часть, находящаяся между шейкой и режущей частью. Она служит для направления сверла вдоль оси отверстия. Направляющая часть имеет винтовые канавки для отвода стружки и стержень сверла. На наружной винтовой поверхности направляющей части сверла имеется ленточка.

Режущая часть спирального сверла состоит из двух режущих граней, соединенных третьей гранью — так называемой поперечной перемычкой.

Ленточкой называется узкий пояс вдоль винтовой канавки, плавно сбегающий к хвостовику. Цель ленточки — принять на себя часть трения сверла о стенки отверстия, появляющегося во время вхождения инструмента в материал. Диаметр сверла измеряется по расстоянию между ленточками.

Величина угла наклона винтовой канавки сверла зависит от вида обрабатываемого материала (табл. 8).

Таблица 8

Рекомендуемые углы при вершине сверла

Обрабатываемый материал	Угол при вершине, град.
Сталь, чугун, твердая бронза	116–118
Латунь, мягкая бронза	130
Алюминий, дуралюмин, электрон, баббит	140
Красная медь	125
Эбонит, целлулоид	85–90
Мрамор и другие хрупкие материалы	80

Процесс резания металла режущей кромкой осуществляется путем врезания ее в металл под действием вращения сверла и его осевой подачи. Величина угла режущей кромки определяется углом наклона винтовой линии и задним углом заточки сверла. Величина необходимого усилия подачи и сила резания определяются величиной переднего и заднего углов резания и величиной поперечной кромки. Уменьшить необходимое усилие подачи при сверлении можно за счет подточки поперечной кромки (перемычки) и выбора для данного материала оптимального угла резания.

Если сверло плохо сверлит, его следует заточить. Заточку можно выполнять вручную или машинным способом. Правильная заточка сверла дает возможность получать необходимые углы, удлиняет срок службы сверла, уменьшает усилия, а также дает возможность получать правильно выполненные отверстия.

Подбор необходимых для данного материала углов резания и заточка на специальных заточных станках для сверл обеспечивают получение правильных углов заточки и положение поперечной кромки в центре сверла. После заточки можно проверить углы заточки с помощью угломера или шаблона.

Перовые сверла (рис. 21, б) обычно изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У10А или У12А. В этих сверлах различают следующие элементы: двусторонняя режущая часть с углом 116° , односторонняя — с углом $90\text{--}120^\circ$, направляющая часть с углом $100\text{--}110^\circ$, конусная рабочая часть, шейка и хвостовик.

Двусторонняя режущая часть обеспечивает рабочее движение при вращении сверла в обе стороны. Односторонняя режущая часть обеспечивает работу сверла только в одном направлении.

Недостатком этих сверл является отсутствие направляющей и изменение диаметра при каждой заточке. Применяются для отверстий малого диаметра, которые не требуют высокой точности исполнения.

Перовые сверла с удлиненной направляющей частью обеспечивают лучшее направление и более точный размер отверстия, дают возможность получать одинаковый диаметр до тех пор, пока не сошлифуются направляющая часть. Однако эти сверла малопроизводительны.

Перед сверлением необходимо соответствующим образом подготовить материал (разметить и обозначить места сверления), инструмент и сверлильный станок. После закрепления и проверки установки детали на столе сверлильного станка или в другом приспособлении, а также после закрепления сверла в шпинделе станка приступают к сверлению согласно инструкции и требованиям безопасности труда. Нельзя забывать об охлаждении сверла.

В процессе сверления могут иметь место различные дефекты: поломка сверла, выкрашивание режущих кромок, отклонение сверла от оси отверстия и т. д.

В табл. 9 указаны виды дефектов, причины их возникновения, а также способы устранения.

Таблица 9

Дефекты сверления

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
Сверло уходит от оси отверстия	Плохо размечено отверстие	Перед сверлением проверить с помощью пробного сверления, сходится ли углубление с контрольным кругом. Исправить накернивание, нанося зарубку зубилом
Поломка рабочей части сверла	Плохо установлена деталь	Правильно установить деталь
	Деталь плохо закреплена	Правильно закрепить деталь
	Плохо установлено сверло	Правильно установить сверло
	Тупое сверло	Заточить сверло
	Малая скорость резания при большой подаче	Увеличить скорость резания или уменьшить подачу
	Большой люфт в шпинделе	Отрегулировать установку сверла в шпинделе
	Налипание стружки в канавки сверла	Применить правильную скорость резания и чаще удалять стружку
Поверхность отверстия неровная	Плохо закреплена деталь	Закрепить деталь неподвижно
	Сверло плохо заточено	Проверить углы заточки и правильно отшлифовать сверло
	Большая подача	Уменьшить подачу
Поломка лапки или поводка сверла	Отсутствует охлаждение	Усилить охлаждение
	Плохо установлены деталь и сверло	Правильно закрепить сверло и деталь
	Плохо подобран хвостик сверла для конусного гнезда	Проверить установку сверла в гнезде и, если нужно, заменить втулку
Диаметр отверстия больше требуемого	Загрязнена втулка	Очистить хвостовик и гнездо
	Сверло большего диаметра, чем предусмотрено	Заменить сверло на нужное

Продолжение табл. 9

Вид дефекта	Причина возникновения	Способ устранения
Выкрашивание режущей кромки сверла	Неровности режущей кромки или асимметрии вершины угла заточки	Правильно заточить сверло
	Боковой люфт в промежуточной конусной втулке	Поменять конусную втулку
	Биение сверла	Проверить положение шпинделя в сверлильном станке и отрегулировать люфты
	Неоднородность просверливаемого материала	Вырубить зубилом в отверстии слишком твердые частицы
	Слишком большая скорость резания	Уменьшить скорость резания
	Плохое охлаждение сверла	Увеличить охлаждение сверла
	Отклонение оси отверстия от геометрического центра (уводка сверла)	Исправить установку детали
	Стружка попала под деталь	Очистить стол, тиски и крепление
	Неправильная форма прокладок	Поменять подкладки
	Искривление стола сверлильного станка	Отрегулировать положение стола
Быстрый выход из строя режущей кромки	Слишком большая подача	Уменьшить подачу
	Слишком большая скорость резания	Уменьшить скорость резания
	Неправильная установка сверла	Проверить установку сверла и, если необходимо, поменять втулку

Сверлильный кондуктор (рис. 22) — это приспособление с кондукторной плитой для обработки большого количества одинаковых деталей с одинаково расположенными отверстиями без предварительной разметки. Сверлильные кондукторы могут быть разной конструкции. Они могут устанавливаться на деталь и крепиться непосредственно к детали, могут представлять собой приспособление с кондукторной плитой, в которое устанавливается и зажимается деталь. В этом случае в кондукторной плите находятся соответствующим образом располо-

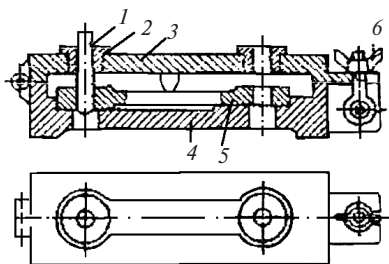


Рис. 22. Приспособление с кондукторной плитой для сверления:

1 — сверло; 2 — втулка; 3 — кондукторная плита; 4 — нижняя часть кондуктора; 5 — обрабатываемая деталь; 6 — винт с гайкой-барашком

женные отверстия со вставленными в них кондукторными втулками с определенным диаметром отверстий, через которые сверло направляется в зажатую в приспособление для сверления деталь. В ряде случаев кондукторные плиты имеют отверстия без кондукторных втулок.

При сверлении важную роль играет охлаждение и применяемые охлаждающие жидкости. Смаочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) выполняет три основных функции: является смазкой для уменьшения

трения между режущим инструментом, сверлом, металлом детали и стружки, является охлаждающей средой, интенсивно отводящей тепло, возникающее в зоне резания, и облегчает удаление стружки из этой зоны.

СОЖ применяются при всех видах обработки металла резанием.

Хорошая СОЖ не вызывает корродирования инструмента, приспособления и детали, не оказывает вредного влияния на кожу человека, не имеет неприятного запаха и хорошо отводит тепло. При сверлении отверстий в стали используется водный раствор мыла, 5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2; при сверлении в алюминии — 5%-ный раствор эмульсии Э-2, ЭТ-2 или жидкость следующего состава: масло «Индустриальное» — 50 %, керосин — 50 %. При сверлении мелких отверстий в чугуне СОЖ не используют. При сверлении в чугуне глубоких отверстий используется сжатый воздух или 1,5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2. При сверлении меди и сплавов на ее основе применяется 5%-ный раствор эмульсии Э-2, ЭТ-2 или масло «Индустриальное».

Чтобы получить в металле или детали отверстия с диаметром свыше 30 мм, следует применить двукратное сверление. Первая операция выполняется сверлом диаметром 10–12 мм, вторая — сверлом требуемого диаметра (рассверливание). При сверлении с двумя рассверливаниями или сверлении, рассверливании и зенковании значительно снижаются усилия резания и время выполнения операций.

Удалить из просверливаемого отверстия сломанное сверло можно путем вывертывания его в сторону, обратную спирали сломанной части, щипцами (если имеется выступающая часть сверла). Если сломанное сверло находится внутри материала, то просверливаемую деталь нагревают вместе со сверлом до покраснения, а затем постепенно ох-

лаждают. Отпущенное сверло можно выкрутить специальным приспособлением или высверлить другим сверлом.

Центровочным сверлом называют инструмент, используемый для выполнения центровых отверстий в торцевых поверхностях валов. Различают два вида центровочных сверл: для обычных центровых отверстий без предохранительного конуса и для центровых отверстий с предохранительным конусом (рис. 23). Нормализованным углом обычного центровочного сверла является 60° , а сверла с предохранительным конусом — 60° и 120° .

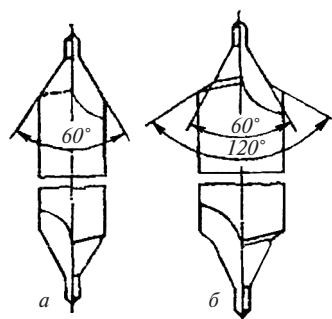


Рис. 23. Центровочные сверла: *а* — обычные без предохранительного конуса; *б* — с предохранительным конусом

На больших и тяжелых валах центровое углубление с торцов выполняется за три операции: сверление, зенкование на 60° и зенкование предохранительного конуса на 120° .

Зенкерование — это увеличение диаметра ранее просверленного отверстия или создание дополнительных поверхностей. Для этой операции служат *зенкеры*, режущая часть которых имеет цилиндрическую, конусную, торцевую или фасонную поверхности (рис. 24).

Цель зенкерования — создать соответствующие посадочные места в отверстиях для головок заклепок, винтов или болтов или выравнивание торцевых поверхностей.

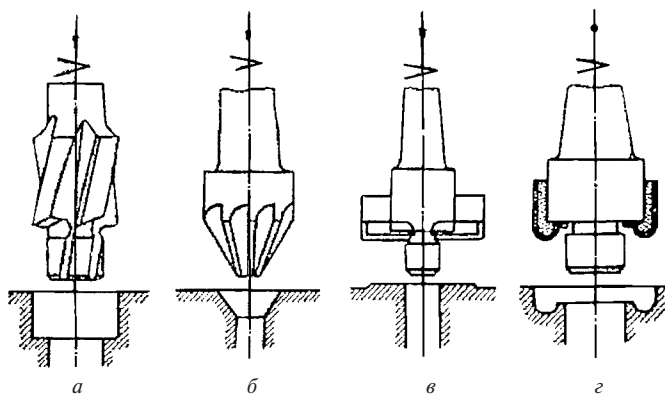


Рис. 24. Зенкеры:

а — цилиндрические для зенкерования сквозных или глубоких отверстий; *б* — конические для снятия фасок и образования конических углублений; *в* — торцевые для зенкерования торцевых поверхностей приливов (торцовки); *г* — фасонные для зенкерования фасонных поверхностей

Зенкеры выполняются из углеродистой инструментальной стали У10А, У12А, легированной стали 9ХС или быстрорежущей стали Р9, Р12. Они могут иметь напаянные режущие пластинки из твердых сплавов. Хвостовики зенкеров и корпуса наборных зенкеров делаются из стали 45 или 40Х.

Зенкеры могут быть сплошными цилиндрическими, коническими, фасонными, сварными с приваренным хвостовиком, насадными сплошными, насадными сборными. Зенкеры малых диаметров делаются обычно сплошными, а больших диаметров — сварными или насадными. Конусные зенкеры имеют углы при вершине 60, 75, 90 и 120°.

Развертка — это многолезвийный режущий инструмент, используемый для окончательной обработки отверстий с целью получения отверстия высокой степени точности и с поверхностью незначительной шероховатости.

Развертки подразделяются на черновые и чистовые. Окончательным развертыванием достигается точность 2–3 классов (10–7 качества), а при особо тщательном выполнении — 1-го класса (6–5 качества) при шероховатости поверхности 7–8 классов чистоты (высота микронеровностей 1,25–0,32 мкм).

Развертывание дает окончательный размер отверстия, требуемый по чертежу. Диаметр отверстия под развертывание должен быть меньше окончательного на величину припуска на развертывание (табл. 10).

Таблица 10

Припуск на диаметр под развертывание после сверла, резца или зенкера, мм

Припуск	Диаметр отверстия				
	от 10 до 20	от 20 до 30	от 30 до 50	от 50 до 80	от 80 до 100
Общий под черновое и чистовое развертывание	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
В том числе под развертывание:					
черновое	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30
чистовое	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10

Различают следующие виды разверток: по способу использования — ручные и машинные, по форме — с цилиндрической или конической рабочей частью, по точности обработки — черновые и чистовые, по конструкции — с цилиндрическим хвостовиком, с коническим (конус Морзе) хвостовиком и насадные. Насадные развертки могут быть цельными, со вставными ножами и плавающие. Ручные развертки могут быть цельными и разжимными. Развертки могут иметь простые и винтовые зубья. На рис. 25 представлены ручные развертки.

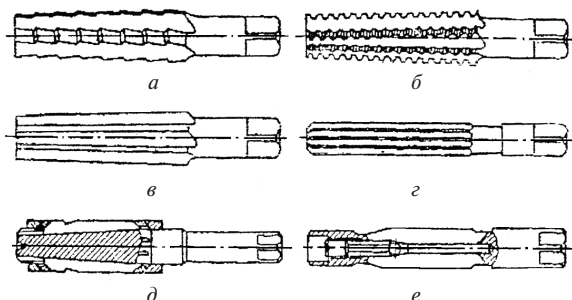


Рис. 25. Развертки:

а — коническая черновая; *б* — коническая промежуточная;
в — коническая чистовая; *г* — цилиндрическая с прямыми
зубьями; *д* — цилиндрическая регулируемая; *е* — цилиндри-
ческая разжимная

Число зубьев развертки зависит от ее диаметра и назначения. Число зубьев у ручных и машинных разверток с прямыми зубьями чаще всего четное (например, 8, 10, 12, 14). Развертки со спиральными зубьями имеют лево- и правосторонние режущие части.

Разжимные и регулируемые развертки используются при ремонтных работах для развертывания отверстий, которые имеют разный допуск, а также для минимального увеличения уже окончательно выполненного отверстия.

В комплект конических разверток для гнезд с конусом Морзе входят три развертки: черновая, промежуточная и чистовая (коническая) развертки.

Котельные развертки находят применение при котельных работах для увеличения отверстий под заклепки.

Развертка имеет следующие элементы: рабочую часть, шейку и хвостовик (конусный или цилиндрический).

Хвостовики ручных трехперых разверток закрепляются в постоянных или регулируемых державках.

Развертки имеют неравномерный шаг режущих кромок: с целью улучшения качества отверстия и предупреждения его граненности зубья располагаются по окружности на разном расстоянии один от другого.

Для охлаждения инструмента, уменьшения трения, а также для увеличения срока службы режущей части инструмента используются СОЖ. В табл. 11 приведены составы СОЖ, используемые при развертывании отверстий в различных материалах.

**СОЖ, используемые при развертывании отверстий
в разных материалах**

Обрабатываемый материал	Состав СОЖ
Сталь	5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2
Твердый чугун	Керосин, АВК-2 или ЛЗСОЖ1а
Медь и сплавы на ее основе	5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2, масло «Индустриальное 20»
Алюминий	5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2, керосин 50 %; смесь масла «Индустриальное 20» (50 %) и керосина (50 %)
Дюралюминий	Керосин, смесь масла «Индустриальное 20» (50 %) и керосина (50 %)
Мягкий чугун	Без охлаждения

Для изготовления разверток применяются углеродистые инструментальные стали У10А и У12А, легированные инструментальные стали 9ХС, ХВ, ХГСВФ, быстрорежущие стали Р9 и Р18, а также твердые сплавы марки Т15К6 для обработки стали, меди и других вязких металлов и марки ВК8 для обработки чугуна и других хрупких металлов. Развертки из быстрорежущей стали делаются с приваренными хвостовиками из стали 45. Корпуса сборных, а также регулируемых и насадных разверток делаются из конструкционных сталей.

Пробойник (рис. 26) — это слесарный инструмент, выполняемый из углеродистой инструментальной стали У7 или У8, который служит для пробивания отверстий в листовых или полосовых металлических или неметаллических материалах толщиной не более 4 мм.

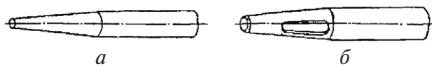


Рис. 26. Пробойник:

а — сплошной для металлического листа;
б — пустотелый для кожи и пластмасс

Рабочая часть пробойника может иметь круглую, прямоугольную, квадратную, овальную или другую форму. Пробойник для кожи и жести имеет в рабочей части слепое отверстие, которое соединяется с продольным боковым отверстием, проходящим через стенку нижней части пробойника. Через это отверстие удаляются отходы.

Пробивание отверстия выполняется, когда допускается некоторое повреждение поверхности в зоне отверстия и не требуется чистота и точность выполнения отверстия.

При работе на сверлильных станках необходимо выполнять следующие требования безопасности.

Перед началом работы следует проверить техническое состояние сверлильного станка и инструментов. Включать и останавливать станок нужно сухими руками.

Работать на станке необходимо в соответствии с инструкцией по эксплуатации оборудования, а также в соответствии с инструкцией по охране труда. Следует использовать специальную рабочую одежду, обязательно подбирать волосы под головной убор.

Детали должны быть правильно и надежно закреплены в тисках или приспособлениях, имеющих хорошее техническое состояние. При сверлении малых отверстий левая рука, придерживающая деталь, должна оказывать сопротивление, противоположное направлению вращения шпинделя. Во время рабочего хода шпинделя сверлильного станка нельзя придерживать или тормозить шпиндель, менять скорость и подачу, очищать стол или деталь от стружки.

Сверло следует охлаждать СОЖ с помощью кисточки или поливом. Не допускается охлаждение влажными ветошью или тряпками.

Все поломки, которые можно устранить, должен устранять обученный этому работник.

2.11. Нарезание резьб и резьбонарезной инструмент

Нарезание резьбы — это образование винтовой поверхности на наружной или внутренней цилиндрической или конической поверхностях детали.

Нарезание винтовой поверхности на болтах, валиках и других наружных поверхностях деталей можно выполнять ручную или машинным способом. К ручным инструментам относятся: круглые разрезные и неразрезные *плашки*, а также четырех- и шестигранные пластинчатые плашки, клуппы для нарезания резьбы на трубах. Для крепления плашек используются плашкодержатели и клуппы. Круглая плашка используется также для машинного нарезания резьбы.

Нарезание наружной резьбы машинным способом может производиться на токарных станках резьбовыми резцами, гребенками, резьбонарезными головками с радиальными, тангенциальными и круглыми гребенками, вихревыми головками, а также на сверлильных станках резьбонарезными головками, на фрезерных станках резьбонарезными фрезами и на резьбошлифовальных станках одноконтурными и многоконтурными кругами.

Получение наружной резьбовой поверхности может быть обеспечено ее накатыванием плоскими плашками, круглыми роликами на резьбонакатных станках. Применение резьбонакатных головок с осевой подачей позволяет накатывать наружные резьбы на сверлильном и токарном оборудовании.

Нарезание резьбы в отверстиях выполняют *метчиками* вручную и машинным способом. Различают цилиндрические и конические метчики. Ручные метчики бывают одинарные, двухкомплектные и трехкомплектные. Обычно используют комплект, состоящий из трех метчиков: чернового, обозначенного одной черточкой или цифрой 1; среднего, обозначенного двумя черточками или цифрой 2; и чистового, обозначенного тремя черточками или цифрой 3 (табл. 12, рис. 27).

Таблица 12

Область применения ручных метчиков

Одинарные	Двухкомплектные	Трехкомплектные
В качестве калибровочных и прогоночных	Для метрической резьбы с крупным шагом диаметром 6–24 мм Для дюймовых резьб диаметром 1/4–2". Для трубной резьбы диаметром 1/8–4"	Для метрических резьб с крупным шагом диаметром 24–52 мм Для труднообрабатываемых металлов независимо от диаметра и типа резьбы

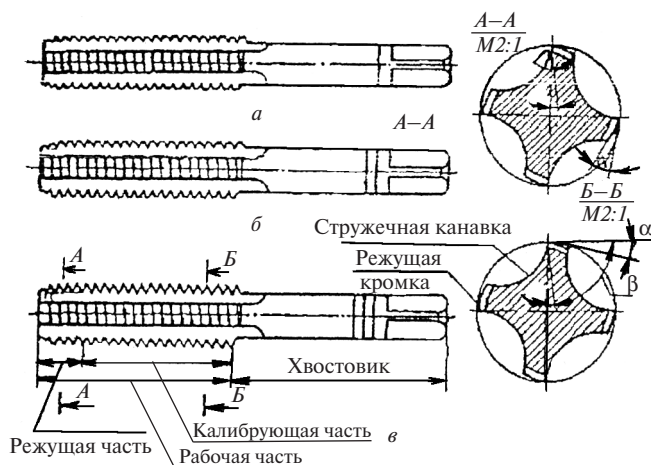


Рис. 27. Метчики ручные слесарные:
а – черновой; б – средний; в – чистовой

Имеются специальные метчики: для плашек (плашечные метчики с длинной режущей частью), для гаек, для труб, для легких сплавов, а также с конической рабочей частью. Метчиками можно нарезать резьбу в сквозных и глухих отверстиях или калибровать маточными метчиками ранее нарезанную резьбу.

На хвостовик ручного метчика, заканчивающийся квадратной головкой, надевается вороток с постоянным или регулируемым квадратным отверстием.

В ряде случаев применяются комбинированные метчики, которыми можно производить сверление и нарезание резьбы.

Машинные метчики применяются для нарезания внутренней резьбы на сверлильных и токарных станках всех типов. Ими можно нарезать резьбы за один или несколько проходов. За один проход нарезают резьбу с шагом до 3 мм, а за 2–3 прохода — резьбы с более крупным шагом, особо длинные резьбы, а также гладкие резьбы в труднообрабатываемых материалах независимо от шага.

Для нарезания резьбы в гайках на станках применяются гаечные метчики. Они работают без реверсирования и при нарезании гайки на низываются на хвостовик. Различают гаечные метчики с прямым и изогнутым хвостовиком.

Для нарезания внутренней резьбы большого диаметра применяют резьбонарезные головки с регулируемыми гребенками или сходящимися плашками.

Элементы метчика: рабочая часть, состоящая из режущей и калибрующей частей, и хвостовик. На рабочей части нанесены спиральная нарезка и продольные канавки для удаления стружки. Режущие кромки получают на пересечении спиральной нарезки и продольных канавок для удаления стружки. Хвостовая часть заканчивается квадратной головкой для установки в патрон. Метчики изготавливают из углеродистой инструментальной стали У12 и У12А, быстрорежущей стали Р12 и Р18, легированной стали Х06, ХВ, ИХ.

Винтовая поверхность — это поверхность, описываемая кривой-образующей, равномерно вращающейся вокруг оси и одновременно совершающей равномерное поступательное движение вдоль этой оси. Применительно к резьбовой поверхности образующей является треугольник (для метрических и дюймовых резьб), трапеция (для трапецидальных резьб) и прямоугольник (для прямоугольных резьб, например, в ходовых винтах домкратов).

Профиль резьбы — это контур, полученный путем рассечения винтовой поверхности плоскостью, проходящей через ось винта. Профиль резьбы состоит из выступов и впадин витков. Ось вала является осью винтовой поверхности. Параметрами резьбы являются наружный диаметр d , внутренний диаметр d_1 , средний диаметр d_2 , шаг P , угол профиля резьбы δ . Профиль резьбы делится на две части: выступы и впадины. Резьбы могут быть однозаходные и многозаходные.

Под *шагом резьбы* следует понимать поступательное перемещение средней точки образующей профиля, соответствующее одному ее полному обороту относительно оси резьбы.

Шаг резьбы определяется расстоянием между осями двух идентичных точек следующих один за другим одноименных витков или расстоянием, на которое перемещается гайка по винту при выполнении одного полного оборота для однозаходной резьбы (табл. 13, 14).

Таблица 13

Размеры обычной метрической резьбы, мм

Диаметр резьбы $d = D$			Шаг резьбы P	Средний диаметр $d_2 = D_2$	Внутренний диаметр $d_1 = D_1$	Рабочая высота профиля резьбы H_1
Ряд						
1	2	3				
2			0,4	1,740	1,567	0,217
	2,2		0,45	1,908	1,713	0,244
2,5			0,45	2,208	2,031	0,244
3			0,5	2,675	2,469	0,271
	3,5		0,6	3,110	2,851	0,325
4			0,7	3,545	2,242	0,379
	4,5		0,75	4,013	3,688	0,406
5			0,8	4,480	4,134	0,433
6			1	5,351	4,918	0,541
		7	1	6,351	5,918	0,541
8			1,25	7,188	6,647	0,677
		9	1,25	8,188	7,647	0,677
10			1,5	9,026	8,376	0,812
		11	1,5	10,026	9,376	0,812
12			1,75	10,863	10,106	0,947
	14		2	12,701	11,835	1,083
16			2	14,701	13,835	1,083
	18		2,5	16,376	15,294	1,353
20			2,5	18,376	17,294	1,353
	22		2,5	20,376	19,294	1,353
24			3	22,051	20,752	1,624
	21		3	25,051	23,752	1,894
30			3,5	27,727	26,211	1,894
	33		3,5	30,727	29,211	1,894
36			4	33,402	31,670	2,165
	39		4	36,402	33,670	2,165
42			4,5	39,077	37,129	2,436
	45		4,5	42,077	40,129	2,436
48			5	44,752	42,587	2,706
	52		5	48,752	46,587	2,706
56			5,5	52,428	50,046	2,977
	60		5,5	56,428	54,046	2,977
64			6	60,103	57,505	3,248
	68		6	64,103	61,505	3,248

Таблица 14

Дюймовые резьбы

Номиналь- ный диаметр, дюймы	Винт		Число шагов на один дюйм длины i	Гайка		
	диаметр винта d , мм	средний диаметр d_2 , мм		Диаметр отверстия гайки D , мм	Раскрытие ключа, мм	Диаметр прутка гайки, мм
13/16	4,630	3,408	24	3,588	9	10,4
11/4	6,200	4,724	20	4,910	11	12,7
5/16	7,780	6,131	18	6,340	14	16,2
3/8	9,360	7,492	16	7,730	17	19,6
(7/16)	10,930	8,789	14	9,060	19	21,9
1/2	12,500	9,989	12	10,300	22	25,4
5/8	15,650	12,918	11	13,260	24	27,7
3/4	18,810	15,798	10	16,170	30	34,6
7/8	21,260	18,611	9	19,030	36	41,6
1	25,110	21,334	8	21,800	41	41,3
1 1/8	28,250	23,929	7	24,460	46	53,1
1 1/4	31,420	27,104	7	27,460	50	57,5
(1 3/8)	34,560	29,504	6	30,130	55	63,5
1 1/2	37,730	32,679	6	33,310	60	69
(1 5/8)	40,850	34,770	5	35,520	65	75
13/4	44,020	37,945	5	38,700	70	81
(1 7/8)	47,150	50,397	4 1/2	41,230	75	87
2	50,320	43,572	4 1/2	44,410	80	92
2 1/4	56,620	49,019	4	49,960	85	98
2 1/2	62,970	55,369	4	56,310	95	110
23/4	69,260	60,557	3 1/2	61,630	105	121
3	75,610	66,907	3 1/2	67,980	110	127

Винтовую поверхность многозаходной резьбы можно рассматривать как несколько винтовых канавок, имеющих один номинальный диаметр (следовательно, и один номинальный шаг, который в многозаходной резьбе называется ходом t) и образованных на одной гладкой цилиндрической поверхности с равномерно расположенными по окружности заходами. Таким образом, ход резьбы t — это расстояние между ближайшими одноименными боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Ход резьбы — это относительное осевое перемещение винта или гайки за один оборот. Если резьба однозаходная, то ход резьбы t равен

шагу резьбы P . Если резьба многозаходная, то ход резьбы t равен произведению шага P на число заходов n :

$$t = Pn.$$

Резьбы бывают однозаходные и многозаходные, а также правые и левые. Резьба многозаходная, если на один ход нарезки попадает два или более профиля резьбы.

В зависимости от конфигурации резьбы бывают метрические (нормальные и мелкие), дюймовые, трубные, трапецеидальные, симметричные и несимметричные, закругленные, прямоугольные. Они могут быть цилиндрические и конические.

Угол профиля метрических резьб — 60° , дюймовых цилиндрических — 55° , дюймовых конических — 60° , трубной цилиндрической и конической — 55° , трапецеидальной — 30° .

Обозначение резьб дано в табл. 15.

Таблица 15

Обозначение резьбы

Вид резьбы	Размеры, которые следует давать в обозначении	Обозначение	Пример
Метрическая:			
нормальная	Наружный диаметр резьбы, мм	М	Болт М20—6h Гайка М20—6H
мелкая	Наружный диаметр резьбы, шаг, мм	М	Болт М20×1,5—6h Гайка М20×1,5—6h
Дюймовая	Наружный диаметр резьбы, дюйм	—	1"
Трубная			
дюймовая:			
цилиндрическая	Внутренний диаметр трубы, дюймы	Труб.	Труб. 2" -кл.А
коническая	Внутренний диаметр трубы, дюймы	К труб.	К труб. 3/4"
Трапецеидальная:			
симметричная	Наружный диаметр резьбы, шаг, мм	Трап	Винт Трап 40×6-7h Гайка Трап 40×6-7H
несимметричная	Наружный диаметр резьбы, шаг, мм	Трап Н	Трап Н22×6
Круглая	Наружный диаметр резьбы, мм, шаг, дюймы	Кр	Кр 32×1/8"

Вид резьбы	Размеры, которые следует давать в обозначении	Обозначение	Пример
Коническая: дюймовая	Номинальный диаметр резьбы, дюймы	К	К 3/4"
метрическая М6×1	Номинальный диаметр, шаг, мм	КМ	КМ6×1
Для соединения юбки изолятора с корпусом в электрической арматуре для освещения	Номинальный диаметр резьбы юбки изолятора, мм	А	А 84,5

В зависимости от профиля резьбы делятся на треугольные, трапецидальные симметричные и несимметричные, прямоугольные и закругленные.

Резьба М4 имеет шаг 0,7 мм; М6 – 1 мм; М8 – 1,25 мм; М10 – 1,5 мм; М12 – 1,75 мм; М14 – 2 мм; М16 – 2 мм; М18 – 2,5 мм; М20 – 2,5 мм; М22 – 2,5 мм; М24 – 3 мм; М27 – 3 мм; М30 – 3,5 мм.

Раньше чаще применялись дюймовые резьбы, сейчас – метрические, реже – дюймовые.

В метрических резьбах различают 3 класса точности: точный (обозначение полей для наружных резьб 4h, для внутренних – 4H5H), средний (обозначение полей допусков для наружных резьб 6h, 6g, 6е и 6d, для внутренних – 5H6H, 6H, 6G), грубый (обозначение полей допусков для наружных резьб 8h, 8g, для внутренних – 7H, 7G).

Для трапецидальных резьб имеются два класса точности: средний (обозначение поля допуска длинной наружной резьбы 7h, 7е, и 8е, внутренней 7H и 8H); грубый (обозначение поля допуска длинной наружной резьбы 8е, 8с, 9с, внутренней 8H и 9H).

В резьбе различают номинальный диаметр резьбы, который чаще всего является наружным диаметром винтовой поверхности d , внутренний диаметр d_1 , средний диаметр d_2 винта и внутренний диаметр отверстия гайки D_1 , диаметр резьбы гайки D , средний диаметр резьбы гайки D_2 чаще всего равный d_2 (рис. 28).

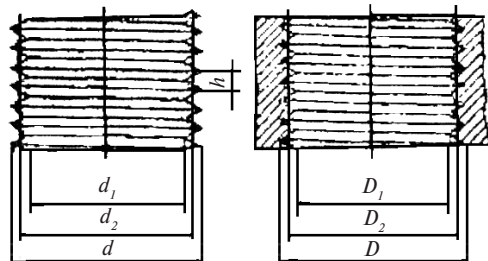


Рис. 28. Разрез и профиль резьбы:
а – винта; б – гайки

Средний диаметр винта определяется по формуле:

$$d_2 = (d + d_1)/2.$$

Диаметр отверстия под резьбу можно подсчитать по приближенной формуле:

$$d_o = d - 1,1P,$$

диаметр стержня d_c под треугольную резьбу – по приближенной формуле:

$$d_c = d - 0,1P.$$

Диаметры отверстий и стержней под резьбу даны в табл. 16 и 17.

Таблица 16

Диаметры отверстий под нарезание треугольных резьб

Метрическая резьба				Дюймовая резьба				Трубная резьба	
Диаметр резьбы, дюймы	Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу, мм		Диаметр резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу
		мин	макс			мин	макс		
M1	0,25	0,75	0,8	3/16	1,058	3,6	3,7	1/8	8,8
M1,4	0,3	1,1	1,15	1/4	1,270	5,0	5,1	1/4	11,7
M1,7	0,35	1,3	1,4	5/16	1,411	6,4	6,5	3/8	15,2
M2	0,4	1,5	1,6	3/8	1,588	7,7	7,9	1/2	18,6
M2,6	0,4	2,1	2,2	(7/16)	1,814	9,1	9,25	3/4	24,3
M3	0,5	2,4	2,5	1/2	2,117	10,25	10,5	1	30,5
M3,5	0,6	2,8	2,9	9/16	2,117	11,75	12,0	—	—
M4	0,7	3,2	3,4	5/8	2,309	13,25	13,5	1 1/4	39,2
M5	0,8	4,1	4,2	3/4	2,540	16,25	16,5	1 3/8	41,6
M6	1,0	4,8	5,0	7/8	2,822	19,0	19,25	1 1/2	45,1
M8	1,25	6,5	6,7	1	3,175	21,75	22,0	—	—
M10	1,5	8,2	8,4	1 1/8	3,629	24,5	24,75	—	—
M12	1,75	9,9	10,0	1 1/4	3,629	27,5	27,75	—	—
M14	2,0	11,5	11,75	1 3/8	4,233	30,0	30,5	—	—
M16	2,0	13,5	13,75	—	—	—	—	—	—
M18	2,5	15,0	15,25	1 1/2	4,333	33,0	33,5	—	—
M20	2,5	17,0	17,25	1 5/8	6,080	35,0	35,5	—	—
M22	2,6	19,0	19,25	1 3/4	5,080	33,5	39,0	—	—
M24	3,0	20,5	20,75	1 7/8	5,644	41,0	41,5	—	—

Метрическая резьба				Дюймовая резьба				Трубная резьба	
Диаметр резьбы, дюймы	Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Шаг резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу, мм		Диаметр резьбы, мм	Диаметр отверстия под резьбу
		мин	макс			мин	макс		
M27	3,0	23,5	23,75	2	5,644	44,0	44,5	—	—
M30	3,5	25,75	26,0	—	—	—	—	—	—
M33	3,5	28,75	29,0	—	—	—	—	—	—
M36	4,0	31,0	31,5	—	—	—	—	—	—
M39	4,0	34,0	34,5	—	—	—	—	—	—
M42	4,5	36,5	37,0	—	—	—	—	—	—
M45	5,0	42,0	42,5	—	—	—	—	—	—
M48	5,0	46,0	46,5	—	—	—	—	—	—
M52	50	46,0	46,5	—	—	—	—	—	—

Таблица 17

Диаметры стержней под нарезание треугольных резьб

Метрическая резьба				Дюймовая резьба			Трубная резьба		
Диаметр резьбы, мм	Шаг, мм	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр наружной трубы, мм	
		мин	макс		мин	макс		мин	макс
M6	1,00	5,800	5,800	1/4	5,9	6,0	1/8	9,4	9,5
M8	1,25	7,800	7,900	5/16	7,5	7,6	1/4	12,7	13,0
M10	1,50	9,750	9,850	3/8	9,1	9,2	3/8	16,2	16,5
M12	1,75	11,760	11,880	—	—	—	1/2	20,7	20,7
M14	2,00	13,700	13,820	—	—	—	—	—	—
M16	2,00	15,700	15,820	1/2	12,1	12,2	5/8	22,4	22,7
M18	2,25	17,700	17,820	—	—	—	—	—	—
M20	2,25	19,720	19,860	5/8	15,3	15,4	3/4	25,9	26,2
M22	2,25	21,720	21,860	—	—	—	—	—	—
M24	3,00	23,650	23,790	3/4	18,4	18,5	7/8	29,7	30,0
M27	3,00	26,650	26,690	—	—	—	—	—	—
M30	3,50	29,600	29,740	7/8	21,5	21,6	1	32,7	33,0
M35	4 00	35 660	35 830	1	24 6	24 8	1 1/8	37,3	37,3
M42	4,50	41,550	41,720	—	—	—	1 1/4	41,4	41,7
M48	5,00	51,600	51,800	1 1/4	30,8	31,0	1 3/8	42,7	44,1

Перед нарезанием резьбы прутки должны быть очищены от ржавчины; на его торцевой поверхности должна быть снята заходная фаска.

При нарезании резьбы в деталях из углеродистых и легированных конструкционных сталей применяют следующие СОЖ: для метчиков – сульфифрезол или 5%-ный раствор эмульсии Э-2 или ЭТ-2, для плашек, гребенок, резьбонарезных головок – сульфифрезол, масло «Индустриальное 20».

Для нержавеющей и труднообрабатываемых сталей применяется сульфифрезол, олеиновая кислота или жидкость следующего состава: сульфифрезол – 60 %, керосин – 25 %, олеиновая кислота – 15 %.

Для серого чугуна при нарезании метчиками применяется керосин или масло «Индустриальное 200».

Для алюминия и его сплавов применяется 5%-ный раствор эмульсии Э-2, ЭТ-2 или жидкость следующего состава: масло «Индустриальное 20» – 50 %, керосин – 50 %.

Для меди и ее сплавов применяется 5%-ный раствор эмульсии Э-2, ЭТ-2 или масло «Индустриальное 20».

Смазка уменьшает трение, охлаждает инструмент, удлиняет срок службы инструмента и облегчает отвод стружки.

Основные причины брака при нарезании резьбы следующие: несоответствие диаметров отверстий или стержней нарезаемой резьбе, повреждение инструмента, нарезание резьбы без применения смазки, тупой инструмент, плохое закрепление или плохая установка инструмента, а также недостаток профессиональных навыков (табл. 18).

Таблица 18

Дефекты при нарезании резьбы

Вид повреждений	Причины повреждений	Способы предупреждения появления повреждений
Витки резьбы рваные	Отсутствие смазки	Следует всегда использовать смазку
	Тупой или неправильно заточенный инструмент	Не следует использовать тупой или плохо заточенный инструмент
	Неправильное положение инструмента	Проверить установку инструмента перед нарезанием резьбы
Неполная резьба	Диаметр стержня меньше рекомендуемого	Правильно подобрать диаметры стержня и отверстия под резьбу
	Слишком большой диаметр отверстия	То же
Поломка метчика в отверстии	Невнимательность слесаря	Быть внимательным на работе

Вид повреждений	Причины повреждений	Способы предупреждения появления повреждений
	Тупой метчик	Проверить инструмент перед началом работы, не нарезать резьбу тупым инструментом
	Плохо закаленный метчик	Заменить метчик (сломанный удалить)
	Канавки метчика и отверстие забились стружкой	Чаше очищать метчик и отверстие от стружки

При нарезании резьбы существует опасность ранения рук острой кромкой детали или инструмента. Не следует пальцами очищать ручные инструменты от стружки; категорически запрещается очищать пальцами рук инструменты, находящиеся в движении на станках.

2.12. Клепальные работы и инструмент для клепки

Клепка — это операция получения неразъемного соединения материалов с использованием стержней, называемых *заклепками*. Заклепка, заканчивающаяся головкой, устанавливается в отверстие соединяемых материалов. Выступающая из отверстия часть заклепки расклепывается в холодном или горячем состоянии, образуя вторую головку.

Заклепочные соединения применяются:

в конструкциях, работающих под действием вибрационной и ударной нагрузки, при высоких требованиях к надежности соединения, когда сварка этих соединений технологически затруднена или невозможна;

когда нагревание мест соединения при сварке недопустимо вследствие возможности коробления, термических изменений в металлах и появляющихся значительных внутренних напряжениях;

в случаях соединения различных металлов и материалов, для которых сварка неприменима.

Для выполнения заклепочных соединений применяются следующие виды заклепок: с полукруглой головкой, с потайной головкой, с полупотайной головкой, трубчатая, взрывная, разрезная (рис. 29). Кроме того, применяются заклепки с плоскоконической головкой, с плоской головкой, с конической головкой, с конической головкой и подголовкой, с овальной головкой.

Заклепки изготавливаются из углеродистой стали, меди, латуни или алюминия. При соединении металлов подбирают заклепку из того же материала, что и соединяемые элементы.

Заклепка состоит из головки и цилиндрического стержня, называемого телом заклепки. Часть заклепки, выступающая с другой стороны сое-

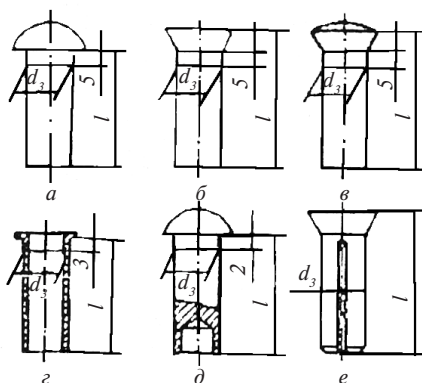


Рис. 29. Заклепки:

a — с полукруглой головкой; *б* — с потайной головкой; *в* — с полупотайной головкой; *г* — трубчатая; *д* — взрывная; *е* — разрезная

диняемого материала и предназначенная для формирования замыкающей головки, называется ножкой.

Длина заклепки с полукруглой головкой измеряется до основания головки (длина тела), длина заклепки с потайной головкой измеряется вместе с головкой, длина заклепки с полупотайной головкой измеряется от грани перехода сферы к конусу до торца тела заклепки.

Диаметр заклепки определяется диаметром тела и измеряется на расстоянии 6 мм от основания головки. Диаметр

отверстия под заклепку при горячей клепке должен быть на 1 мм больше диаметра заклепки.

Стальную заклепку диаметром до 14 мм можно расклепывать в холодном состоянии. Заклепки диаметром более 14 мм клепаются в горячем состоянии. Диаметры заклепок от 10 до 37 мм увеличиваются через 3 мм.

При клепке используются просверленные, проколотые или пробитые отверстия. При прочных, плотных и прочно-плотных заклепочных соединениях используются исключительно просверленные отверстия.

Заклепочные соединения бывают внахлестку, встык с одной накладкой, встык с двумя накладками симметрично, встык с двумя накладками несимметрично (рис. 30).

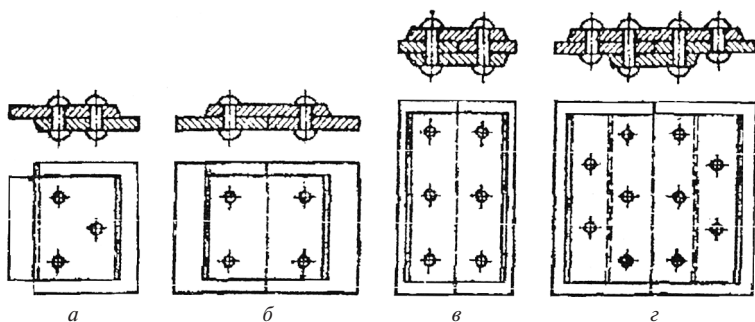


Рис. 30. Виды заклепочных соединений:

a — внахлестку; *б* — встык с одной накладкой; *в* — встык с двумя накладками, симметричные; *г* — встык с двумя накладками, несимметричные

С точки зрения прочности и плотности используются следующие виды заклепочных соединений: прочные, от которых требуется только механическая прочность; плотные, к которым предъявляются только требования плотности и герметичности; прочно-плотные, от которых помимо механической прочности требуется также герметичность соединения. Последнее достигается увеличением головки и наличием подголовка заклепки, достаточно частым размещением заклепок подчеканкой обреза соединяемых листов и головок заклепок.

Заклепочные швы делятся на продольные, поперечные и наклонные. Они могут быть однорядные, двухрядные и многорядные (параллельные и с шахматным расположением заклепок). Швы могут быть полные и неполные (рис. 31).

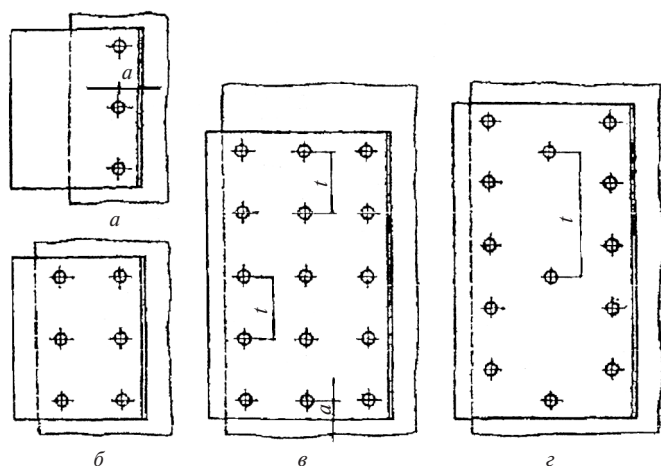


Рис. 31. Виды заклепочных швов:
a — однорядный; *б* — двухрядный; *в* — многорядный полный;
г — многорядный неполный

Перед клепкой различных видов заклепочных соединений следует определить шаг клепки (шаг данного ряда — это расстояние между двумя ближайшими заклепками в этом ряду, шаг шва — это наименьшая кратность всех шагов в рядах) и расстояние от оси заклепок до края полосы.

В зависимости от диаметра заклепки, потребности и вида клепки используются ручная и механическая клепка.

Закрывающую головку получают ударной клепкой и клепкой давлением. Ударная клепка универсальная, но шумная; клепка давлением более качественна и бесшумна.

Для ручной клепки используются молотки для формирования головки заклепки, обжимки, поддержки, прихваты и клещи.

Для механической клепки используются пневматические или электрические молотки, клепальные клещи, подпоры подголовки заклепок, консоли. На больших промышленных предприятиях используются клепальные машины — эксцентрикковые и гидравлические.

Заклепки можно нагревать в кузнечном горне, контактно, токами промышленной частоты на электрических нагревательных установках, а также газовым пламенем.

Неправильная клепка имеет место вследствие недогретой или перегретой заклепки, плохой подгонки друг к другу соединяемых элементов, ошибки при формировании головки, чрезмерно короткого или длинного тела заклепки, искривления тела заклепки в отверстии, а также из-за слишком глубокого отверстия, просверленного для потайной головки.

Для клепки необходимо использовать исправный инструмент. На руки следует надеть рукавицы, глаза защитить очками. Следует правильно установить головку заклепки в поддержку или консоль, правильно установить обжимку на тело заклепки. Во время клепки нельзя касаться обжимки рукой.

2.13. Шабрение и инструмент для шабрения

Шабрение — это процесс получения требуемой по условиям работы точности форм, размеров и относительного положения поверхностей для обеспечения их плотного прилегания или герметичности соединения.

При шабрении производится срезание тонких стружек с неровных поверхностей, предварительно уже обработанных напильником или другим режущим инструментом.

Инструменты для шабрения называются *шаберами*. Для изготовления шаберов используют инструментальные углеродистые стали У10, У10А, У12, У12А, легированную сталь Х05, а также твердосплавные пластины, вставляемые в стальные державки. Бывшие в употреблении и вышедшие из строя трехгранные или плоские напильники после соответствующего шлифования также могут использоваться в качестве шаберов.

Различают ручные и механические шаберы. Они могут быть плоские односторонние и двухсторонние, цельные и со вставленными пластинками, трехгранные цельные и трехгранные односторонние, полукруглые односторонние и двухсторонние, ложкообразные и универсальные (рис. 32).

Универсальный шабер состоит из заменяемой пластины (рабочая часть шабера), корпуса, прихвата, винта и рукоятки.

При шабрении используются чугунные плиты для проверки поверхностей плоских деталей, плоские и трехгранные линейки для про-

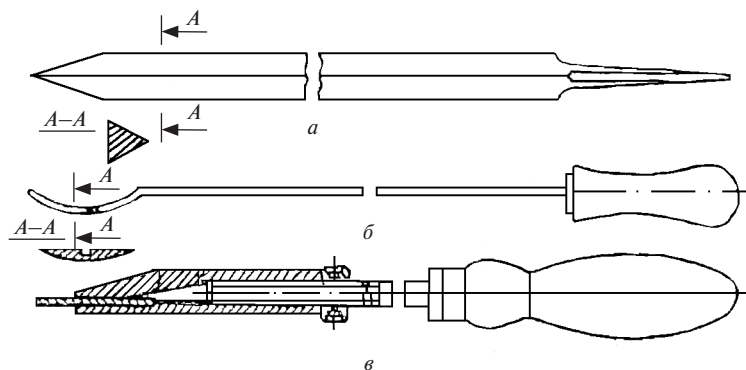


Рис. 32. Слесарные шаберы:

a — трехгранный; *б* — в форме ложечки; *в* — плоский с заменяемой пластиной из твердого сплава

верки плоскостности поверхности, призмы, плиты в виде прямоугольного параллелепипеда, контрольные валики, щупы и другие инструменты для контроля качества шабрения и притирки. Кроме упомянутых инструментов применяют щетки и обтирочные материалы.

Шабрение применяется, когда нужно удалить следы обработки напильником или другим инструментом, а также если требуется получить высокую степень точности и малую шероховатость поверхности деталей машин, соединяемых друг с другом. Шабрение особенно часто применяется при обработке деталей пар трения.

Перед шабрением следует проверить степень неровности поверхности и места неровностей, подлежащие шабрению. Для обнаружения неровностей поверхности служат плиты, линейки, призмы, валики, щупы. При шабрении на краску используется шабровочная краска. В ряде случаев шабрение ведется на блеск.

Для шабрения деталей на краску используют плиту или линейку, а также краску.

В качестве краски для шабрения используют смесь машинного масла с парижской лазурью или ультрамарином, имеющую консистенцию легкой пасты. Иногда используется смесь машинного масла с сажой.

Краска наносится тонким слоем на плиту или линейку кисточкой или чистой ветошью, после чего плита или линейка накладывается на предназначенную для шабрения поверхность детали. После нескольких кругообразных движений плиты или возвратно-поступательных движений линейки по детали или детали на плите деталь осторожно снимают с плиты. Появившиеся окрашенные пятна на детали свидетельствуют о неровностях, выступающих на поверхности детали; неровности удаляются шабрением.

Во время притирки детали к плите на краску на поверхности детали появляются большего или меньшего размера окрашенные пятна, между которыми имеются светлые промежутки. Окрашенные пятна появляются вследствие неровностей на этой поверхности.

Наиболее высокие неровности на поверхности имеют более светлую по сравнению с краской окраску в связи с некоторым стиранием краски при движениях притирки. Основные выпуклости характеризуются хорошим покрытием краской и поэтому имеют густую окраску. Светлые и блестящие пятнышки на поверхности детали свидетельствуют об углублениях на поверхности, которые краской не покрыты.

Последовательность удаления пятен с поверхности определяет их цвет.

Шабрение начинают с самых выступающих мест, обозначенных светлым цветом краски. Затем следуют пятна с густой окраской. Светлые пятна не шабруются.

Степень точности и шероховатости поверхности определяется по числу пятен краски в квадрате со стороной 25 мм (около 16 — хорошее шабрение, 25 — очень точное шабрение).

Недостатками шабрения являются слишком медленный процесс обработки и значительная трудоемкость, что требует от слесаря большой точности, терпения и времени. Преимуществом этого вида обработки является возможность получения простыми инструментами высокой точности (до 2 мкм). К преимуществам также следует отнести возможность получения точных и гладких фигурных поверхностей, обработки закрытых поверхностей и поверхностей до упора. Хорошо шабруются чугунные и стальные поверхности небольшой твердости.

Закаленные стальные поверхности следует шлифовать.

При шабрении необходимо соблюдать чистоту и порядок вокруг рабочего места. Инструментом нужно пользоваться осторожно и с умением, в перерыве между работой и после ее окончания убирать в ящик. Шабер следует всегда держать так, чтобы режущая часть была обращена в сторону от работающего. Шабер должен быть хорошо заточен. При шабрении обязательно следует удалять острые кромки с деталей.

2.14. Шлифование и шлифовальные станки

Шлифованием называется обработка деталей и инструментов с использованием вращающихся абразивных или алмазных шлифовальных кругов, основанная на срезании зернами круга с поверхности очень тонкого слоя материала в виде мельчайших стружек. Целью шлифования является получение поверхностей деталей с незначительной шероховатостью и очень точных размеров.

Наиболее простым и распространенным шлифовальным станком является точило (рис. 33). Они широко применяются как в небольших

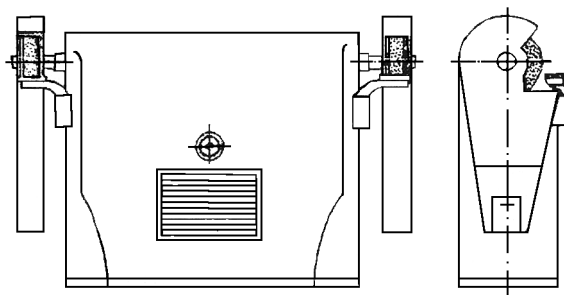


Рис. 33. Точило двойное

мастерских, так и на крупных предприятиях. Точила бывают разных конструкций и мощности: одинарные и двойные, стационарные и настольные.

Для шлифования используют также и ручные электрические шлифовальные машинки, реже – пневматические. Шлифовальные станки бывают круглошлифовальные, внутришлифовальные, плоскошлифовальные, бесцентровошлифовальные, заточные и специальные (резьбошлифовальные и зубошлифовальные, шлицешлифовальные и др.).

В результате неправильного выбора глубины и подачи, небрежности в подводе шлифовального круга к детали (или, наоборот, детали к кругу) может произойти повреждение и даже разрыв шлифовального круга или детали, а также могут появиться прижоги, свидетельствующие о структурных изменениях в поверхности материала. При шлифовании обязательно применение охлаждения. В качестве охлаждающей жидкости применяют содовый раствор.

При шлифовании необходимо правильно подобрать соответствующий шлифовальный круг, выполнить его балансировку и установить расчетную частоту вращения. Следует правильно закрепить шлифовальный круг и оградить его кожухом. Для шлифования деталей, которые держат в руках, используют упор, находящийся на расстоянии 2–3 мм перед шлифовальным кругом. При шлифовании необходимо пользоваться небьющимися очками. Шлифование нужно вести в соответствии с инструкцией по обслуживанию станка.

2.15. Притирка, полирование и отделка поверхности

Притирка – это снятие тончайших слоев металла посредством мелкозернистых абразивных порошков в среде смазки или алмазных паст, нанесенных на поверхность инструмента (притира). В качестве инструмента используются *притиры*, изготовленные из серого чугуна перлитной структуры или другого мягкого металла.

Это один из самых точных способов обработки поверхности металлических деталей. В результате такой обработки с поверхности обрабатываемой детали удаляются все неровности, а также неровности, появившиеся в результате предыдущей обработки, при одновременном достижении очень высокой степени точности плоскостей (1 мкм). Целью притирки является получение точных посадок соприкасающихся поверхностей деталей машин, а также точное выполнение других поверхностей, например, в эталонных плитках.

Различают два вида притирки: притирка шаржирующимся (внедряющимся в поверхность притира) абразивом; притирка нешаржирующимся абразивом.

Первый вид притирки наиболее распространен и осуществляется свободно подаваемым к притиру абразивом в смеси с жидкой смазкой или предварительно шаржированным в притир абразивом в смеси с вязкой смазкой.

В соответствии с указанными видами притирки притиры делятся на ручные, машинно-ручные, машинные (механические) и монтажные.

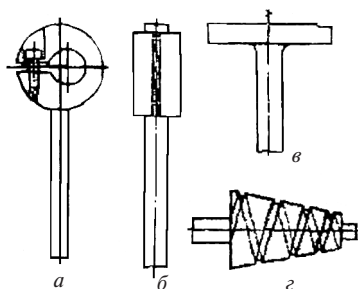


Рис. 34. Притиры:
а — для валов; б — для отверстий;
в — дисковый; з — конусный

Притиры имеют вид плиток, притирочных плит, валиков, конусов, кругов, а также могут иметь сложную конфигурацию в соответствии с видом поверхности обрабатываемой детали, причем они могут быть монолитными и разжимными (рис. 34).

Материалы для притирки делятся на пасты, притирочные порошки и полотно.

Притирочная паста — это смесь окиси хрома, кремния, стеариновой кислоты, а также небольшого коли-

чества жира и машинного масла; изготавливается нескольких сортов. В качестве шаржирующих порошков используют алмаз, электрокорунд белый и нормальный, карбид бора, стекло, полировочный крокус, абразивный минерал, негашеную известь. Изделия из цветных металлов и сплавов притираются нешаржирующимися абразивами. Зернистость абразивных порошков выбирается в зависимости от назначения операции: для грубой притирки — крупнозернистые, для окончательной — мелкозернистые.

Смазочной средой для свободной подачи абразива служит керосин, а при особо тонкой притирке — бензин; в случае предварительного шаржирования притиров — керосин, машинное масло. Добавкой к керосину стеариновой кислоты достигается ускорение процесса.

Для притирки нешаржирующимся абразивом, обеспечивающей наивысшее качество поверхности и блеск, используются сравнительно мягкие абразивные материалы. При этом твердость притира должна быть выше твердости притираемой поверхности детали. Применяемые абразивы — окись хрома, крокус (окись железа). Смазочная среда — керосин, машинное масло для стали и смесь животного сала с машинным маслом для меди и ее сплавов.

Абразивный минерал, обычно называемый *наждаком*, — это мелкозернистый естественный корунд темной окраски. Абразивный минерал в виде свободных зерен или зерен, наклеенных на эластичную подложку (полотно, бумагу), используется для полирования и притирки. Размер зерен определяется так же, как и в других абразивных материалах. Чем грубее зерно, тем выше номер, которым обозначается абразивный минерал.

Притиры изготавливают из серого чугуна перлитного класса твердостью в пределах *HB* 180—200, мягкой стали, латуни, меди, свинца и твердой древесины. Перед тем, как начать работу, притир следует заправить, т. е. втереть в его рабочую поверхность абразивный порошок с помощью стального стерженька или валика (если притиры из мягкого материала) или с помощью притираемой детали (если притир из чугуна).

Полирование представляет собой отделочную обработку, при которой происходит сглаживание поверхностных неровностей в основном в результате пластического их деформирования и (в меньшей мере) — срезания выступов микронеровностей.

Полирование применяется для придания поверхности детали блеска. В результате полирования снижается шероховатость поверхности и достигается зеркальный блеск. Основное назначение полирования — это декоративная обработка поверхности, а также уменьшение коэффициента трения, повышение коррозионной стойкости и усталостной прочности.

Полирование производится мягкими кругами (войлочными, фетровыми, матерчатыми), на которые наносится смесь абразивного порошка и смазки или полировочные пасты.

В качестве абразивных порошков применяются наждачные и электрокорундовые порошки, окись хрома, крокус, венская известь. В качестве масел и связующих элементов микропорошков с мягким кругом или лентой применяются тавот и смеси парафина и воска, наносимые на круги в разогретом состоянии. В ряде случаев абразивный порошок наклеивают на круг столярным клеем или синтетическим клеем БФ-2. Мелкие детали полируются во вращающемся барабане с использованием стальных закаленных шариков диаметром 3—8 мм. Операция полирования может выполняться вручную или машинным способом.

«*Наведение мороза*» на поверхность — это один из способов окончательной отделки металлической поверхности, придания ей хорошего внешнего вида путем нанесения на нее мелких рисок по определенному узору. Эти риски выполняются осторожно и аккуратно шабером вручную или механическим способом.

Матирование — это придание металлической поверхности матового пепельно-серого цвета. Эта операция выполняется механически на мелких кованных, литых, опилованных или отлитых деталях с использованием стальных или медных проволочных щеток, совершающих вращательное движение. Перед матированием металлическую поверхность увлажняют мыльными растворами.

Оксидирование — это получение на поверхности стальной детали или изделия тонкого слоя окисла голубого или темно-голубого цвета. Самый распространенный способ оксидирования при слесарных работах основан на покрытии хорошо очищенного от ржавчины предмета тонким слоем льняного масла и нагревании его в горне на раскаленном коксе.

Чернение стальной детали производится в такой последовательности: полирование поверхности, обезжиривание венской известью, промывка, сушка, покрытие травящим раствором. После покрытия травящим раствором производится сушка детали при температуре 100 °С в течение нескольких часов, после чего она подвергается действию пара и горячей воды. Затем производится очистка детали в мокром виде проволочной щеткой.

Окраска — это покрытие поверхности слоем краски или лака с целью предупреждения коррозии и придания детали или изделию товарного вида. Окраска выполняется вручную кистью или механически (малярным пистолетом). Краски могут быть водяные, масляные, нитрокраски и синтетические эмали.

Перед окраской предмет следует хорошо очистить, промыть теплым раствором щелочи, затем чистой водой и высушить. После этого металлическая поверхность грунтуется соответствующей грунтовкой или суриком. Поверхности больших предметов или детали машин, плоскости которых должны быть ровными и гладкими, перед окраской подлежат шпаклеванию. После высыхания шпаклевки поверхности шлифуются, затем грунтуются и окрашиваются.

Материалы и пасты, применяемые при притирке, содержат (в числе других) вредные и отравляющие вещества. Поэтому при притирке и отделке поверхностей следует соблюдать общие меры предосторожности (по мере возможности не касаться их пальцами, мыть руки). Инструмент и станки должны быть технически исправны и использоваться в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Краски должны

храниться в негорючих ящиках. При окраске, напылении и полировании следует предусматривать меры пожарной безопасности. Работнику необходимо надевать защитную одежду и респиратор. При выполнении этих операций в закрытых помещениях должна быть обеспечена интенсивная вентиляция.

2.16. Пайка, лужение, заливка вкладышей, металлизация и склеивание

Пайка — это процесс создания неразъемного соединения металлов с помощью присадочного связующего материала, называемого *припой*, причем припой в процессе пайки доводится до жидкого состояния. Температура плавления припоя значительно ниже, чем соединяемых металлов.

Неразъемное соединение металлов пайкой может быть выполнено паяльником, в газовом пламени, пайкой в печах, в ванне, химическим способом, автогенной пайкой и др.

Для пайки припоем необходимы паяльники, припой, а также очищающие, травящие и предупреждающие окисление поверхности во время пайки средства.

Паяльник — это ручной инструмент различной формы и массы. Часть паяльника, которой непосредственно паяют, выполняется из меди. Нагрев медной части паяльника можно производить с помощью электричества (электрический паяльник), над газовым пламенем (газовый паяльник) или в горне.

Для нагрева паяльников и некоторого прогрева соединяемых металлов могут применяться паяльные бензиновые лампы (рис. 35).

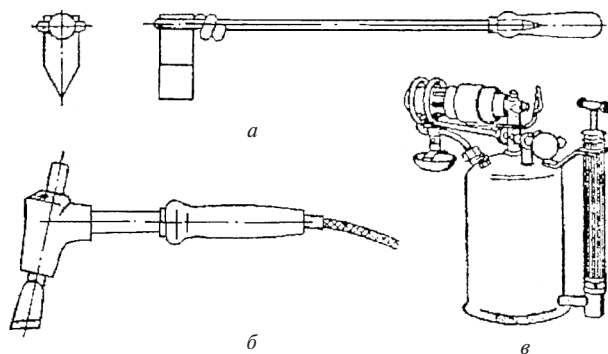


Рис. 35. Паяльники:

а — обычный, нагреваемый пламенем; *б* — электрический; *в* — паяльная лампа

Мягкими припоями являются оловянно-свинцовые (с добавлением или без добавления сурьмы). Температура плавления этих припоев от 183 до 305 °С.

Твердость припоя определяется маркой и химическим составом применяемых для припоя металлов. Припой делается на основе меди, латуни, серебра, никеля и алюминия. Кроме того, различают жаропрочные и нержавеющие припои на основе никеля, марганца, серебра, золота, палладия, кобальта и железа. Температура плавления твердых припоев составляет от 600 до 1450 °С

К химическим очищающим и травящим средствам относятся: соляная кислота, хлорид цинка, бура, борная кислота, нашатырь. Можно очистить поверхность механическими средствами, абразивным материалом или напильником либо металлическими щетками. Во время пайки поверхность предохраняется от окисления такими средствами, как стеарин, скипидар и канифоль.

Хлорид цинка — это химическое соединение соляной кислоты с цинком. Получают его путем помещения в разбавленную соляную кислоту кусочков цинка. После окончания реакции (прекращение выделения водорода) хлорид цинка следует слить в другую посуду, оставив осадок в прежней посуде. Разбавлять кислоту следует путем добавления в нее воды, а не наоборот.

Мягкие припои применяются для неразъемного соединения и уплотнения металлов при незначительных требованиях к прочности и выносливости соединения на растяжение и удар, твердые припои — для неразъемных и герметичных соединений большой прочности и выносливости на растяжение и удары.

Припои выпускаются в виде листа, ленты, прутков, проволоки, секто, блоков, фольги, зерен, порошков и паяльной пасты.

Лужением называется покрытие поверхности металлических изделий тонким слоем олова или сплавом на основе олова. *Цинкование* производится способом холодного электролитического или горячего покрытия металлических изделий тонким слоем цинка.

Лужение и цинкование применяются, например, в слесарном деле при производстве бытовых изделий, в пищевой промышленности, в строительстве как средство для защиты от коррозии, окисления и образования химических соединений, вредных для здоровья и разрушающих металл.

Для лужения и цинкования в зависимости от детали и ее назначения нужно иметь чистое олово, цинк или их сплавы, паяльную лампу либо газовую горелку, очищающие средства, необходимые для обезжиривания и очистки поверхностей, подвергающихся лужению или цинкованию, ванны для плавки олова или цинка, обтирочный материал и клещи.

Подшипниковый сплав — это сплав металлов (олова, свинца, меди, сурьмы и др.), служащий для изготовления вкладышей подшипников скольжения заливкой. Во вкладышах из подшипникового сплава при вращении в них валов возникает очень незначительное трение.

Подбор наиболее соответствующих заданным условиям подшипниковых сплавов производят с учетом их физико-механических свойств, в частности антифрикционных свойств, способности выдерживать определенные давления и температуры, твердости, вязкости, литейных качеств и др.

Свойства подшипникового сплава определяет его главный компонент.

Различают подшипниковые сплавы на оловянной, свинцовой, алюминиевой, кадмиевой, цинковой, медной (бронза, латунь) и других основах. Чаще всего используют подшипниковые сплавы на основе олова, свинца или меди.

Жидкий подшипниковый сплав получают в графитовом или чугунном тигле. Тигель подогревают паяльной лампой, на кузнечном горне или пламенем газовых горелок.

Температура отливки подшипниковых сплавов на основе олова или свинца составляет от 450 до 600 °С. Температура плавления бронзы составляет от 940 до 1090 °С. На расплавленный подшипниковый сплав перед разливкой насыпается измельченный древесный уголь, который предохраняет сплав от окисления.

Металлизация напылением — это нанесение металлического покрытия на поверхность изделия путем разбрызгивания под давлением расплавленного металла.

Эта операция выполняется с помощью специальных пистолетов. Металлизация применяется с целью предохранения изделий от коррозии, а также для ремонта изношенных деталей машин, для исправления дефектных отливок, а также для исправления дефектов, возникающих в результате обработки резанием.

Склеиванием называют неразъемное соединение деталей изделий путем обмазки соединяемых поверхностей изделия веществом (или смесью веществ), называемым *клеем*, их соединения и выдерживания под некоторой нагрузкой до затвердения клея. В ряде случаев применяется подогрев склеенных деталей.

Клей представляет собой вязкое вещество, обладающее склеивающей способностью. Клей состоит из наполнителя, отвердителя, растворителя связующего компонента, пластификатора.

В зависимости от назначения клея в качестве наполнителя применяются древесная мука, измельченный асбест, порошки металлов, их окислы и др. В зависимости от отвердителя различают клеи холодного и горячего отвердения.

Различают следующие виды клеев: белковые или растительные (крахмал, декстрин, гуммиарабик, резиновый клей), животные (костный, рыбий, козеиновый, мездровый, столярный и др.), синтетические (карбинольные, карбамидные, смоляные и др.).

В слесарном деле наибольшее распространение имеют синтетические клеи: фенольные БФ-2, БФ-4, ВК-32-200, ВС-350, эпоксидные ЭД-5, ЭД-6, ВК-32-ЭЛ, полиамидные ППФЭ-2/10, МПФ-1, карбинольные и полиуретановый ПУ-2. Этими клеями кроме металлов можно склеивать также и неметаллические изделия, такие как дерево, стекло, керамику, искусственные материалы, кожу, ткани бумаги и т. д.

В слесарном деле клей используется прежде всего для соединения как металлических деталей, так и металлических деталей с неметаллическими. Для этого используют карбинольный клей.

Склеиваемые поверхности следует тщательно очистить механическим способом, затем обезжирить авиационным бензином, бензолом или толуолом. После обезжиривания изделие высушивают, не касаясь пальцами поверхностей, предназначенных для склеивания.

Из цветных металлов хуже всего склеивается медь, немного лучше — латунь и бронза.

Работник, выполняющий операции металлизации, лужения, пайки или склеивания, соприкасается с расплавленным металлом, кислотами, щелочами и парами разных едких и вредных для организма веществ. Помещения, в которых выполняются указанные операции, должны иметь хорошую вентиляцию.

Работники должны иметь защитную одежду, очки и рукавицы. Паяльная лампа должна быть технически исправна. При накачке топлива нельзя создавать высокое давление, нельзя также доливать топливо в разогретую лампу. Кислоты и щелочи следует держать в стеклянных бутылках, а разводить их необходимо, доливая кислоты в воду, а не наоборот. На рабочем месте не должно быть тряпок, разлитого масла и смазки.

3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

3.1. Введение в материаловедение

Материальное тело построено из молекул, состоящих из атомов. Атом состоит из ядра и электронной оболочки. В состав ядра входят протоны и нейтроны (ядро атома водорода не имеет нейтронов). Электронная оболочка атома содержит электроны, которые вращаются вокруг ядра. Протон является элементарным зарядом положительного электричества, электрон — элементарным зарядом отрицательного электричества, в то время как нейтрон электрически нейтрален.

Химические элементы — это вещества, состоящие из атомов одного вида. При использовании обычных химических методов эти вещества разложить нельзя. Химическими элементами являются, например, железо, цинк, свинец, олово, ртуть, алюминий, кислород, сера, радий, водород и т. д. В настоящее время известно 104 химических элемента. Наиболее часто встречающиеся химические элементы представлены в табл. 19.

Таблица 19

Наиболее часто встречающиеся химические элементы

Название	Символ	Атомная масса	Название	Символ	Атомная масса
Металлы					
Железо	Fe	55,85	Натрий	Na	23,00
Медь	Cu	63,57	Кальций	Ca	40,08
Цинк	Zn	65,38	Молибден	Mo	95,95
Олово	Sn	118,70	Кобальт	Co	58,94
Свинец	Pb	207,21	Кадмий	Cd	112,41
Алюминий	Al	26,97	Неметаллы		
Никель	Ni	58,69	Кислород	O	16,00
Хром	Cr	52,01	Водород	H	1,008
Вольфрам	W	183,92	Азот	N	114,008
Ванадий	V	50,95	Углерод	C	12,01
Магний	Mg	24,32	Хлор	Cl	35,46
Золото	Au	197,20	Бром	Br	79,92

Серебро	Ag	107,88	Иод	J	126,92
Платина	Pt	195,23	Сера	S	32,066
Ртуть	Hg	200,61	Фосфор	P	30,98
Сурьма	Sb	121,76	Кремний	Si	28,06
Калий	K	39,10	Бор	B	10,82

Химическим соединением называется вещество, образованное из разных химических элементов, например, нефть, соляная кислота, газ, вода, спирт и т. д. Химические соединения имеют характерные свойства, отличные от свойств входящих в них химических элементов.

Металлы относятся к одной группе химических элементов. Общие свойства металлов: высокие тепло- и электропроводность, ковкость и обрабатываемость, большая механическая выносливость и твердость. Металлы отличаются большим или меньшим блеском, а также непрозрачностью.

Химически чистые металлы в промышленности используются редко. Чаще используются технически чистые металлы, содержащие кроме основного металла определенное количество небольших добавок других элементов. Этим они отличаются от химически чистых металлов. В большинстве случаев используются сплавы металлов. Металлы, встречающиеся в природе в химически чистом виде (золото, серебро), называются благородными металлами.

Химические соединения металлов, встречающиеся в земной коре, называются металлическими рудами (медные, цинковые, железные руды и т. д.). Сплавы металлов получают из разных металлов путем их соединения в расплавленном состоянии.

Кислород — это бесцветный газ без вкуса и запаха. Один литр кислорода под давлением в 1 атмосферу и температуре 0 °С весит 1,429 г. Кислород, необходимый для существования различных форм жизни на земле, участвует в химических процессах, образуя химические соединения. Используется для поддержания процессов горения.

К основному сырью для получения металлов относятся железные, медные, цинковые, оловянные, свинцовые, алюминиевые и другие руды, сера, уголь, нефть, древесина и другие материалы.

Удельный вес железа — 7,86 г/см³.

3.2. Получение чугунов и их разновидностей

Чугун — это сплав железа с углеродом, количество которого составляет от 2 до 3,6 %. Кроме того, в чугуне имеются примеси кремния, марганца, фосфора и серы.

Легированный чугун — это чугун, в состав которого входят специальные добавки, такие как хром, никель и молибден. Легированный чугун

отличается высокой коррозионной стойкостью и жаропрочностью, а также имеет хорошие механические свойства.

Для процессов плавки применяются несколько видов топлива: газообразное, твердое и жидкое. Топлива могут быть естественными и искусственными.

К газообразному естественному топливу относится природный, добываемый из земных недр газ, к газообразному искусственному — генераторный газ, ацетилен, светильный газ и др.

К твердому естественному топливу относятся каменный уголь, бурый уголь, торф и древесина, а к твердому искусственному — кокс, брикеты и древесный уголь.

К жидкому естественному топливу относится нефть, а к жидкому искусственному — продукты перегонки нефти: соляровое масло, керосин, бензин и др.

Доменная печь — это шахтная печь для выплавки чугуна из железной руды, в которой исходные материалы для плавки перемешаны и постепенно опускаются навстречу поднимающимся горячим газам. Входящие в шихту исходные материалы — руда, топливо и флюсы — загружаются сверху через загрузочное устройство в колошник доменной печи, а нагретый воздух через фурмы подается в нижнюю цилиндрическую часть печи — горн. Получающийся в результате восстановления руды в доменной печи чугун и шлак скапливаются в металлоприемнике нижней части горна, образуя вследствие разницы удельных весов два слоя (чугун — нижний, шлак — верхний), которые периодически выпускаются через специальные отверстия — чугунную и шлаковую лётки.

Внутри печь выложена огнеупорным кирпичом. Загрузка доменной печи производится сверху, слив чугуна и шлака — через нижнюю часть доменной печи. Доменная печь загружается железной рудой, топливом (коксом) и флюсом (известняком).

К основным железным рудам относятся: магнетит (магнитный железняк), содержащий 55–65 % железа, гематит (красный железняк) — 55–58 % железа, лимонит — 35–55 % железа, гетит — 25–39 % железа, а также железный шпат, содержащий до 48 % железа.

Обогащением руд называется удаление из железной руды различных примесей горных пород и других загрязнений. Обогащение руды можно производить механическим и магнитным способами.

Доменный процесс — это процесс получения чугуна из руды в доменных печах. В результате многочисленных физических изменений и химических реакций, происходящих под воздействием высоких температур в доменной печи, из руды получается чугун. Этот процесс протекает при температуре в нижней части доменной печи (в горне) 1700 °С и в верхней части (в колошнике) — 550 °С.

Основным продуктом доменного производства является чугун, побочными — доменный шлак, доменный газ и колошниковая пыль.

В доменной печи получают белый (перепельный) и серый (литейный) чугуны. Содержание углерода в чугуне 2–3,6 %.

Белый чугун — твердый и хрупкий материал. Поэтому его механическая обработка затруднена. Это перепельный чугун, используемый для получения стали и ковкого чугуна. В небольших количествах белый чугун используется для литья дорожных катков, где большое значение имеет твердость и отсутствует ударная нагрузка. Так как белый чугун содержит карбид железа, то на изломе он имеет белую окраску.

Серый чугун (литейный) из-за малой усадки при литье и хорошей текучести применяется для литья. Серый чугун характеризуется большой прочностью на сжатие, однако плохо сопротивляется ударам. Его нельзя подвергать растяжению, скручиванию и гибке. В отличие от белого чугуна, серый чугун мягкий и хорошо обрабатывается.

В зависимости от условий и режима плавки получают белый или серый чугуны.

К химическим элементам, которые входят в состав чугуна и оказывают влияние на его свойства, относятся: сера — ухудшает текучесть и вызывает плохое заполнение форм, тормозит выделение графита, повышая из-за этого твердость чугуна; фосфор — дополнительно снижает текучесть чугуна, тормозит растворение цементита в железе, повышая твердость и хрупкость чугуна; кремний — интенсифицирует разложение цементита в чугуне и освобождение графита (при получении в доменной печи серого чугуна), улучшает литейные свойства и повышает мягкость чугуна; марганец — способствует образованию белого чугуна, причем незначительный процент марганца в сером чугуне увеличивает его механическую выносливость, а в общем способствует удалению серы из чугуна.

3.3. Получение стали, ее сорта и маркировка

Сталью называют сложный сплав железа с углеродом и другими элементами, в котором количество углерода составляет от 0,05 до 2 %.

Литой сталью называют литейный (льющийся в формы) сплав железа с углеродом и другими элементами, в котором количество углерода составляет от 0,1 до 0,6 %. Стальное литье должно быть подвергнуто термической обработке.

По способу получения различают: сталь мартеновскую (основную и кислую); сталь бессемеровскую; сталь томасовскую и электросталь. В зависимости от способа получения стали она выплавляется в мартеновских печах, бессемеровских конвертерах или электрических печах.

Полученный в доменной печи чугун отливают в формы, в которых получают слитки, называемые чушками. Чугунные чушки после их ос-

тивания перевозят в сталеплавильный цех и подвергают дальнейшей обработке. Свойства выплавленного в доменных печах чугуна, а также технологический процесс получения определенного сорта стали определяют выбор способа получения стали (например, мартеновский, бессемеровский и др.). Полученную в плавильной печи сталь заливают в формы, называемые изложницами. Остывшая в изложницах сталь называется слитком. В прокатном цехе слитки подвергаются пластической холодной или горячей обработке. В результате такой обработки, а также в результате обработки резанием получают разного рода полуфабрикаты и готовые изделия. Литейные чугуны для изготовления из них заготовок деталей переплавляют в плавильных печах, называемых вагранками. Отливку производят в земляные или металлические формы — кокили.

Все выплавливаемые стали делятся на две принципиальные группы: углеродистые и легированные.

Углеродистая сталь в зависимости от ее назначения подразделяется на конструкционную, инструментальную и специальную с особыми свойствами. В свою очередь, в зависимости от технологических и конструктивных особенностей эти стали подразделяются на несколько видов и групп.

Легированная конструкционная сталь подразделяется на низколегированную (до 2,5 % легирующих элементов), среднелегированную (2,5–6 % легирующих элементов), высоколегированную (свыше 6 % легирующих элементов), литейную. По качеству они подразделяются на качественную, высококачественную и особо высококачественную.

Легированные инструментальные стали и сплавы подразделяются на стали и сплавы для режущего и мерительного инструмента (для холодной обработки металлов резанием), быстрорежущие стали, легированные инструментальные стали для холодной и горячей обработки металлов давлением и твердые сплавы.

К легированным сталям с особыми физико-механическими свойствами относятся стали с магнитными свойствами, рессорно-пружинные, проволочно-пружинные, коррозионно-стойкие, жаропрочные, жаростойкие, износостойкие, шарикоподшипниковые, литейные и ряд других.

Характеристики легированных инструментальных сталей приведены в табл. 20.

Быстрорежущей сталью является легированная инструментальная сталь. Ее используют для инструмента, работающего при больших скоростях резания, резьбонарезного инструмента и инструмента, работающего при относительно высоких температурах.

Быстрорежущая сталь обозначается буквой Р. Например, Р9 обозначает, что быстрорежущая сталь имеет 8,5–10 % основного ее легиру-

ющего элемента — вольфрама; марка Р6М5 означает, что быстрорежущая сталь имеет вольфрама 5,5–6,5 % и молибдена 5,0–5,5 % и т. д.

Некоторые данные по быстрорежущим сталям приведены в табл. 21.

Углеродистая инструментальная сталь — это сложный сплав углерода (от 0,65 до 1,35 %) с железом, марганцем и кремнием. Обозначается буквой У, причем буква У перед цифрой говорит о том, что она углеродистая, а цифра указывает количество углерода в стали. Буква А после цифры обозначает, что сталь высококачественная. Например, У9А — это высококачественная углеродистая сталь с содержанием углерода 0,85–0,94 %.

Основные данные по углеродистым инструментальным сталям приведены в табл. 22.

Таблица 20

**Характеристики и назначение
инструментальной легированной стали**

Марка	Свойства	Назначение
4ХС	Повышенная прокаливаемость	Токарные, строгальные и долбежные резцы, зубила для насечки напильников, кулачки эксцентрикков, гладкие калибры
7Х3 8Х3	Высокая прокаливаемость	Формовочные и прошивочные пуансоны при горячей гибке и отрезке. Матрицы для горячей высадки
9Х	Повышенная прокаливаемость	Холодновысадочные матрицы и пуансоны, клейма, пробойники, шаберы, валки холодной прокатки, деревообрабатывающий инструмент
11Х	Неглубокая прокаливаемость	Метчики и другие режущие инструменты диаметром до 30 мм, охлаждаемые при закалке в горячей воде
12Х1	Высокая прокаливаемость и износостойкость	Матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов, гибочные и формовочные штампы, волочильные доски и волоки, глазки, резьбовые калибры
Х12М	Высокая механическая прочность, вязкость и сопротивление изнашиванию. Высокая прокаливаемость и минимальные объемные изменения при закалке	Накатные плашки и ролики, сложные штампы для холодной штамповки, волочильные доски, глазки для калибровки металла, матрицы и пуансоны вырубных и просечных штампов

Марка	Свойства	Назначение
X12Ф1	Высокая механическая прочность и износостойкость. Высокая прокаливаемость и минимальные объемные изменения при закалке	Волоочильные доски, накатные ролики, штампы, матрицы и пуансоны, ручные ножовочные полотна, деревообрабатывающий инструмент
13Х	Неглубокая прокаливаемость	Бритвенные ножи, хирургический инструмент, шаберы, гравировальный инструмент
ХВ4	Небольшая прокаливаемость	Режущий инструмент для обработки весьма твердых материалов и металлов с небольшой скоростью резания, гравировальные резцы
ХВГ	Повышенная износостойкость в условиях, не вызывающих значительного нагрева режущей кромки. Повышенная прокаливаемость	Режущий и измерительный инструмент, не допускающий коробления при закалке, длинные метчики, резьбовые калибры, протяжки, молотовые штампы
6ХВГ	Высокая ударная вязкость	Пуансоны сложной формы при холодной прошивке фигурных отверстий в листовом металле, небольшие штампы для горячей штамповки
9ХВГ	Глубокая прокаливаемость	Резьбовые калибры, лекала сложной формы, сложные и точные штампы для холодных работ, которые не должны подвергаться значительным объемным изменениям и короблению
ХВСГ	Глубокая прокаливаемость	Круглые плашки, развертки и другой режущий инструмент
ХГС	Малая деформируемость при закалке	Измерительный инструмент. Точные шаблоны и лекала
4ХВ2С	Высокая ударная вязкость	Пневматический инструмент (обжимки, зубила), штампы для литья под давлением деталей из цветных металлов
5ХВ2С 6ХВ2С	Высокая ударная вязкость	Ножницы для холодной резки металла, резбонакатные плашки, пуансоны и обжимные матрицы при холодной штамповке, пресс-формы для литья под давлением
5ХНВ, 5ХНВС	Применяются вместо штамповых сталей	Крупные и средние молотовые штампы
4Х5В2ФС, 4Х2В5ФМ	Износостойкость при работе в горячем состоянии	Пресс-формы для литья под давлением, штампы для горячего деформирования нержавеющей, жаропрочных и других труднообрабатываемых сталей и сплавов

Марка	Свойства	Назначение
5ХНМ 5ХГМ	Износостойкость при работе в горячем состоянии	Молотовые штампы падающих и паровых молотов при больших размерах кубиков
3Х2В8Ф	Повышенная прочность	Матрицы и пуансоны, работающие в тяжелых условиях, ножи для обрезки металла в холодном состоянии, работающие в тяжелых условиях
Х6ВФ	Высокая механическая прочность и сопротивление износу. Высокая прокаливаемость и минимальные изменения при закалке	Деревообрабатывающий инструмент, ручные ножовочные полотна
9Х5Ф 9Х5ВФ	Глубокая прокаливаемость	Ножи для фрезерования древесины и другой деревообрабатывающий инструмент
7ХВ	Неглубокая прокаливаемость	Рамные круглые и ленточные пилы, деревообрабатывающий инструмент, инструмент, работающий с ударной нагрузкой
8ХФ	Неглубокая прокаливаемость	Ножи для резки металла, обрезные матрицы и пуансоны при холодной штамповке, керны
9ХФ	Неглубокая прокаливаемость	Рамные круглые и ленточные пилы, ножи для холодной резки металла, обрезные матрицы и пуансоны при обрезке заусенцев, керны
6ХС	Повышенная вязкость	Штампы небольших размеров для холодной штамповки, пневматические зубила
4ХС	Повышенная вязкость	Обжимки, зубила, ножницы для резки металла, штампы горячей высадки
9ХС	Повышенная износостойкость при незначительном нагреве режущих кромок. Повышенная прокаливаемость	Плашки, развертки, сверла, метчики, фрезы, клейма для холодных работ
ХВСГ	Повышенная износостойкость. Повышенная прокаливаемость	Фрезы, зенкеры, развертки, штампы сложной формы, плашки
ШХ15	Повышенная износостойкость в условиях невысоких температур режущей кромки	Гладкие резьбовые калибры, концевые меры длины, токарные резцы, кулачки

Характеристика, химический состав и назначение основных быстрорежущих сталей

Марка стали	Химический состав, %						Термическая обработка, °С		Назначение
	Углерод	Хром	Ванадий	Вольфрам	Молибден	Кобальт	Закалка	Отпуск	
P9 (РЭМ)	0,85–0,95	3,8–4,4	2,0–2,6	8,5–10,0	до 0,1	–	1210–1240	550–570	Резцы, сверла, фрезы, плашки, пилы, деревообрабатывающий инструмент
P12	0,80–0,90	3,1–3,6	1,5–1,9	12,0–13,0	до 1,0	–	1240–1260	540–580	Фасонный режущий инструмент – фрезы, протяжки, метчики, плашки, резбонарезные гребенки и др.
P18	0,70–0,80	3,8–4,4	1,0–1,4	17,0–18,5	до 1,0	–	1270–1290	560–570	Метчики резбовые фрезы, гребенки
P6M5	0,80–0,88	3,8–4,4	1,7–2,1	5,5–6,5	3,0–5,5	–	1200–1230	540–560	Режущие инструменты для обработки металла всех видов
10P6M5	1,00–1,15	38–4,4	1,8–2,2	5,5–6,5	4,5–5,5	–	1190–1220	540–560	Инструменты для обработки резанием конструкционных сталей
P12Ф4К5 P18Ф2К8М	1,25–1,40 0,95–1,05	3,7–4,2 3,8–4,4	3,2–3,9 1,8–2,4	12,5–14,0 17,0–18,5	0,5–1,0 0,8–1,2	5,0–6,0 7,8–8,5	1230–1260 1240–1270	550–580 560–580	Инструменты для обработки резанием труднообрабатываемых сталей
Примечание: содержание никеля, марганца, кремния не более 0,4 %, серы – не более 0,03 %.									

Характеристика, химический состав и назначение основных инструментальных углеродистых сталей

Мар- ка	Химический состав, %				Термическая обработка, °С			Твер- дость, HRC	Назначение
	Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Отжиг	Закалка	Отпуск		
У7А	0,65—0,74	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	740—760	800—830	160—600	27—63	Деревообрабатывающий инструмент, кусачки, зубила, ножницы, штампы
У8А	0,75—0,84	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	740—760	790—820	160—600	27—64	Дисковые пилы, ножницы, пневмати- ческий инструмент, обжимки, пуансоны
У8ГА	0,80—0,90	0,35—0,60	0,15—0,30	<0,15	740—760	790—820	160—600	27—64	Дисковые пилы, ножовки, пневмати- ческий инструмент, обжимки, пуансоны
У9А	0,85—0,94	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	740—769	780—810	160—600	28—64	Метчики, развертки, зенкеры, фрезы
У10А	0,95—1,04	0,15—0,35	0,15—0,35	<0,15	750—770	770—800	160—500	38—64	Метчики, волоочильный и деревообра- батывающий инструмент, развертки, плашки, фрезы, ролики, шаберы
У11А	1,05—1,14	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	750—770	760—790	160—500	38—65	Метчики, волоочильный и деревообра- батывающий инструмент, развертки, плашки, фрезы, шаберы
У12А	1,15—1,24	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	750—770	760—790	160—500	38—65	Сверла, развертки, плашки, калибры, метчики, напильники, зенкеры, фрезы
У13А	1,25—1,35	0,15—0,30	0,15—0,30	<0,15	750—770	760—790	160—200	62—65	Напильники, волоочильный и травер- ный инструменты

Примечания:

1. Температура отпуска назначается в зависимости от требуемой твердости инструмента.

2. Содержание фосфора и серы не более 0,02—0,03 %.

Конструкционные углеродистые стали обозначаются буквами Ст и подразделяются на три группы: А Б и В. Буквы Б и В, означающие группу стали, ставятся перед обозначением Ст. Группа А в обозначении не ставится.

Каждая группа сталей имеет семь марок — от 0 до 6. Сталь всех групп с номерами марок 1, 2, 3 и 4 по степени раскисления изготавливается кипящей (кп), полуспокойной (пс) и спокойной (сп), с номерами 5 и 6 — полуспокойной и спокойной. Стали СтО и БСтО по степени раскисления не разделяются.

Примеры определения сортов стали по маркировке:

СтЗпс — углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества группы А, полуспокойная, с содержанием углерода 0,14–0,22 %.

Бст2кп — сталь обыкновенного качества группы Б, кипящая, с содержанием углерода 0,09–0,15 %,

ВСт5сп — углеродистая сталь обыкновенного качества, спокойная, с содержанием углерода 0,28–0,37 %.

Стали 35.А20 и АС40 относятся к углеродистым конструкционным качественным, повышенной и высокой обрабатываемости сталям.

Сталь 35 относится к качественной конструкционной стали, А20 и АС40 — к конструкционным сталям повышенной и высокой обрабатываемости.

В марке стали двухзначное число обозначает содержание углерода в сотых долях процента. Буква А обозначает повышенную или высокую обрабатываемость стали. Сталь АС40 — это углеродистая свинцовосодержащая сталь.

Определение сорта и химического состава стали может производиться по цвету краски окрашенного торца металла, химическим анализом стали или с помощью искровой пробы.

В слесарном деле чаще всего сорт стали определяется на основании искровой пробы на наждачном точиле. Так, мягкая малоуглеродистая сталь с содержанием углерода 0,1–0,16 % дает светло-желтые ровные световые линии и продолговатые каплеобразные искры. Углеродистая сталь с содержанием углерода 0,5 % дает светло-желтые разветвляющиеся световые полосы с редким образованием маленьких звездочек. Углеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода 0,9 % дает светло-желтые искры с многочисленными лучистыми звездочками, а с содержанием углерода 1,2 % — яркие пучки искр, состоящие из светло-желтых, часто разветвляющихся звездочек.

При искровой пробе марганцовистой стали с содержанием марганца 10–14 % получают бело-желтые яркие пучки лучей, сильно разветвляющихся перпендикулярно к линиям искр.

Быстрорежущая сталь, имеющая 10 % вольфрама, 4 % хрома и 0,7 % углерода, дает темно-красные прерывистые линии искр, разветвляю-

щиеся на более светлые звездочки. Вольфрамовая сталь (1,3 % вольфрама) — отдельные темно-красные линии искр, разделяющиеся на более светлые желтые звездочки. Кремнистая сталь — длинные светло-желтые световые линии, оканчивающиеся каплями разделяющихся на пучки светло-желтых искр. Хромистая сталь — темно-желтый световой пучок, разделяющийся красноватыми линиями искр с шарообразными концами. Хромоникелевые конструкционные стали с содержанием 3–4 % никеля и 1 % хрома — желтые продолговатые каплеобразные линии искр с разделяющимися пучками шипов.

Продукция металлургического производства бывает, как правило, представлена в следующих видах (рис. 36): прутки круглого шестигранного и квадратного сечений, равносторонние и неравносторонние угольники, швеллеры, двутавры, полосовое железо, стальная лента, листовой тонкий и толстый металл, а также ряд специальных профилей (рельсы и др.).

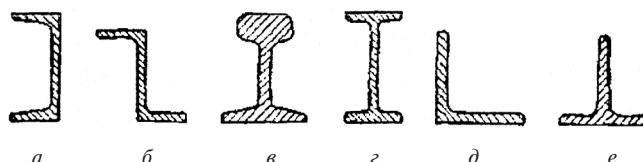


Рис. 36. Виды продукции металлургического производства:
а — швеллер; б — зетовое железо; в — железнодорожные рельсы;
г — двутавр; д — угольник; е — тавр

3.4. Твердые сплавы

Твердыми сплавами называются материалы, характеризующиеся высокими физико-механическими свойствами: твердостью, износостойкостью и теплостойкостью. Они способны сохранять свою твердость до температуры 900–1000 °С.

По способу производства твердые сплавы подразделяются на спекаемые, литые и порошкообразные. Наибольшее распространение получили спекаемые твердые металлокерамические сплавы из карбидов вольфрама и титана.

Для изготовления режущего инструмента широко применяются металлокерамические твердые сплавы, получаемые методами спекания карбидов вольфрама и титана со связующей составляющей — кобальтом или, в некоторых случаях, с танталом.

По составу металлокерамические твердые сплавы разделяются на три группы: однокарбидные вольфрамовые ВК, двухкарбидные титано-вольфрамовые ТК, титано-танталовольфрамовые ТТК.

К *однокарбидным вольфрамовым сплавам* относятся 14 марок. Деление этих марок производится в зависимости от содержания карбида вольфрама и кобальта. Так, в сплаве ВК3 содержится 3 % кобальта и 97 % карбида вольфрама, в сплаве ВК8 — 8 % кобальта и 92 % карбида вольфрама и т. д.

К *титановольфрамовой группе* относятся пять сплавов. Они маркируются в зависимости от содержания карбида титана и кобальта. Так, в сплаве марки Т30К4 содержится 30 % карбида титана, 4 % кобальта, остальное — карбид вольфрама.

К *титанотанталовольфрамовой группе* относятся два сплава, маркируемые в зависимости от содержания в них карбидов титана и тантала, а также кобальта. Так, в марке ТТ7К12 содержится 7 % карбидов титана и тантала, 12 % кобальта и 81 % карбида вольфрама.

Металлокерамические твердые сплавы изготавливаются прессованием порошков карбидов вольфрама, титана и тантала с порошком кобальта с последующим спеканием спрессованных пластин при высокой температуре.

Режущий инструмент изготавливается способами напайки, сварки, пайки, литья или путем механического крепления твердосплавных пластин к державкам инструмента.

Литые твердые сплавы представляют собой сплавы, полученные из шихты, в состав которой входят кобальт, хром, вольфрам, кокс (древесный уголь), битое стекло. К литым сплавам относятся стеллиты и стеллитоподобные сплавы — сормайты.

Стеллиты В2К и В3К, характеризующиеся высокой твердостью, антикоррозионной стойкостью и низким коэффициентом трения, применяются для повышения износостойкости деталей путем их наплавки.

Сормайт — это наплавочный литой сплав на основе железа (55–67 %), хрома (25–31 %) и никеля (3–5 %). Характеризуется высокими износостойкостью, коррозионной стойкостью, жаропрочностью и стойкостью.

К *порошкообразным твердым сплавам* относится *сталинит*, в состав которого входят порошки феррохрома, ферромарганца, чугуновой стружки и кокса. Заменителем является *вокар* (смесь вольфрама и углерода).

Минералокерамический материал — это в основном режущий материал в виде пластин трехгранной, четырехгранной, пятигранной и круглой формы, получаемый путем прессования порошкообразной окиси алюминия Al_2O_3 другими веществами и последующего отжига отформированной заготовки.

Наибольшее применение получил минералокерамический материал микролит ЦМ-332, обладающий высокими твердостью ($HRC\ 90-95$),

теплостойкостью (до 1200 °С) и износостойкостью, высокой химической стойкостью и относительно хорошими прочностными свойствами. Он эффективно используется при получистой и чистовой обработке стали и чугуна, а также при обработке неметаллических материалов, цветных металлов и их сплавов.

3.5. Цветные металлы и их сплавы

Цветные металлы и их сплавы характеризуются высокой сопротивляемостью коррозии, большой пластичностью, вязкостью, хорошей обрабатываемостью, высокой электро- и теплопроводностью.

К цветным металлам, наиболее широко применяемым в промышленности, относятся медь, алюминий, хром, олово, цинк, магний, вольфрам, молибден, никель, свинец, титан, серебро, золото, платина и др.

К сплавам цветных металлов относятся: медные сплавы (латунь, бронза и др.); алюминиевые сплавы (дюралюминий, силумин и др.); магниевые сплавы; титановые сплавы; свинцово-оловянистые сплавы и др.

Баббит — это легкоплавкий подшипниковый сплав с содержанием 80–90 % олова, 4–13 % сурьмы, 3–6 % меди, а также свинца, кальция, никеля, мышьяка, кадмия, теллура, железа и др. Температура плавления 232–350 °С, температура литья 450–550 °С.

Баббиты подразделяются на высокооловянистые, обозначаемые буквой В, малооловянистые — БН, БТ и безоловянистые, обозначаемые БК (свинцово-кальцие-натриевые сплавы).

Баббиты отличаются высокой износостойкостью, прирабатываемостью, пластичностью, малым коэффициентом трения и хорошей обрабатываемостью.

Латунь — это сплав меди (45–80 %) с цинком (от 3 до 50 %), а также с другими элементами: алюминием, оловом, свинцом, железом, никелем и др. Плотность латуни 8,3–8,5 г/см³, температура плавления 890–1000 °С.

В зависимости от технологических свойств латуни подразделяются на литейные и обрабатываемые давлением. Они обладают хорошей прочностью, пластичностью, антифрикционными и антикоррозионными свойствами.

Высокими механическими, антикоррозионными и литейными свойствами обладает *томпак* — латунь, содержащая не более 22 % цинка и не менее 61 % меди.

Латунь обозначается буквой Л. В маркировке латуни буквы обозначают химические элементы, входящие в сплав, первые две цифры, стоящие за буквами, указывают содержание меди, а цифры, отделен-

ные дефисом, — среднее содержание легирующих элементов в процентах в порядке, соответствующем буквам. Так, латунь марки ЛКС80-3-3 содержит 79–81 % меди, 10,5–16,5 % цинка, 2,5–4,5 % кремния, 2–4 % свинца.

Латунь широко применяется в промышленности.

Бронза — это сплав меди с одним или несколькими химическими элементами: оловом, свинцом, цинком, никелем, фосфором, кремнием, марганцем, алюминием, железом. Плотность бронзы 7,5–9,3 г/см³, температура плавления 940–1093 °С. Используется в качестве материала для деталей машин, арматуры, подвергающихся трению, атмосферному воздействию, а также действию слабых кислот и т. д.

Бронзы характеризуются высокими механическими, литейными, антифрикционными и антикоррозионными свойствами.

В зависимости от состава различают бронзы: оловянистые, применяемые для вкладышей подшипников и арматуры; алюминиевые (6–11,5 % алюминия), применяемые для фасонного литья и лент; кремнистые (1–3,5 % кремния); марганцовистые (4,5–5,5 % марганца); свинцовые (30–60 % свинца), применяемые для подшипников скольжения; бериллиевые (2 % бериллия), применяемые для пружин и износостойких деталей; медно-титановые (5 % титана) и др.

Бронзы хорошо обрабатываются и отливаются.

Бронзы обозначаются буквами Бр и другими буквами (аналогично латуни), указывающими элементы, входящие в их состав, и цифрами, показывающими соответственно среднее содержание этих элементов в процентах. Так, бронза марки БрАЖМц 10-3-1,5 содержит 9,5–10,5 % алюминия, 2,5–3,5 % железа, 1–2 % марганца, остальное — медь.

В группу *благородных металлов* входят золото, платина, серебро.

При нормальной комнатной температуре в жидком состоянии находится *ртуть*. Плотность ртути — 13,5 г/см³, температура кипения — 357 °С, затвердевания — 38,9 °С.

Олово получают из оловянной руды, называемой касситеритом. Олово имеет серебристую окраску. Плотность — 7,3 г/см³, температура плавления — 232 °С. Это мягкий, пластичный и легко поддающийся литью металл. Плохо сохраняется при низкой температуре, а оставаясь при такой температуре длительное время, переходит в свою разновидность — серое олово, которое при непосредственном соприкосновении с белым оловом вызывает его разложение.

Характерным для чистого олова является хруст при изгибе и разломе.

Олово находит широкое применение при лужении и пайке, а также как компонент технических сплавов для подшипников, припоев и других целей.

Медь получают из медных руд, таких как халькоперит (медный колчедан), борнит, халькозин (медный блеск), ковеллин, малахит и азурит. Дальнейшей электролитической обработкой черной меди получают

чистую медь. Цвет меди — красноватый. Плотность — $8,9 \text{ г/см}^3$, температура плавления — 1083°C .

Медь хорошо поддается холодной пластической обработке, штамповке, горячей ковке. Во время холодной пластической обработки несколько повышает свою твердость. Отличается хорошей тепло- и электропроводностью. Под влиянием влаги быстро окисляется, покрываясь зеленым налетом. Широко используется в электротехнической промышленности, для изготовления художественных изделий, в гальванопластике и для металлопокрытий. Медь входит также в состав многих сплавов.

Медь можно паять, сваривать с предварительным подогревом, под давлением.

Вольфрам — это металл, имеющий самую высокую температуру плавления (3390°C). Плотность вольфрама равна плотности золота и составляет $19,3 \text{ г/см}^3$.

3.6. Литейное производство

Плавкой называется превращение твердого металла, металлических (чугунных) чушек и шихтовых материалов в жидкий металл. Металлом в жидком виде заполняются литейные формы, которые после затвердевания жидкого металла придают ему определенную форму.

Формы служат для заливки жидкого металла. Они имеют внутреннюю полость, соответствующую внешним формам отливаемой детали. Постоянные формы выполняются из металла и называются *кокилями*. Временные формы изготавливаются путем оттиска формы модели в формовочной массе (земляной или песчаной смеси).

Модели выполняются из дерева, гипса, цемента, воска или металла. Деревянные, гипсовые и цементные модели покрывают лаком для их лучшего сохранения и защиты от влаги.

Стержень — это отформованная песчаная масса, которая вставляется в литейную форму с целью получения в отливке пространства, не залитого металлом.

Различают формовку (получение формы для заливки) в землю, в опоки и без опок. Формовка в опоки и без опок производится в две полуформы (верхнюю и нижнюю), между которыми во время формовки устанавливают подмодельную плиту.

Формовочный и заливочный процесс подразделяется на следующие основные операции: изготовление моделей; приготовление формовочных и стержневых смесей, формовка литейных форм и стержней; сушка стержней; сборка форм (опок) с постановкой стержней; плавка металла; заливка форм жидким металлом, охлаждение форм; выбивка земли и стержневой смеси; очистка отливки и отрезка литников; термическая обработка, контроль и исправление дефектов литья.

В настоящее время существуют следующие способы отливки: отливка в земляные формы; отливка в металлические формы (в кокили, пресс-формы); отливка в жидкотвердеющие смеси; отливка в стержни; отливка в корковые формы; отливка по выплавляемым моделям; электрошлаковая отливка; отливка под давлением; отливка методом выжимания и ряд других.

Вагранка — это шахтная печь, выложенная изнутри огнеупорным шамотным кирпичом, которая служит для получения жидкого чугуна путем переплавки шихты. Шихта состоит из литейного чугуна в виде чушек, чугунного лома, стального лома, кокса и флюсов. Она засыпается в вагранку слоями поочередно.

Цветные металлы плавятся в электрических, пламенных печах или тиглях.

Усадкой литья называется уменьшение размеров отливки во время остывания металла. Усадка вызывает напряжения в твердеющем металле, которые ослабляют отливку и часто вызывают трещины, а также способствуют образованию усадочных раковин и рыхлостей в металле. Наибольшую усадку (линейную) имеет стальное литье (1,6–2,0 %), а наименьшую — сплавы легких цветных металлов (0,5–1,0 %).

Во время разливки металла в формы в отливке могут появиться различные *дефекты*: трещины, недолив, усадочные раковины, частицы размытой формовочной смеси, шлаковые включения, газовые раковины и пузыри и др.

3.7. Коррозия металлов

Коррозией металла называется разрушение его поверхности, вызываемое химическими или электрохимическими процессами под воздействием окружающей среды.

По характеру коррозионной среды, действующей на поверхность металлов и их сплавов, коррозия подразделяется на атмосферную, подводную, подземную, водородную, кислородную, газовую, электрохимическую, химическую и микрокоррозию.

Различаются следующие виды коррозии: поверхностная, точечная, селективная (избирательная), частичная и межкристаллитная.

Самым простым способом предохранения металла от коррозии является покрытие его поверхности антикоррозионным смазочным составом. К другим способам предохранения металлов от коррозии относятся: легирование металлов, покрытие поверхности лаками и красками, эмалирование, металлизация напылением на поверхность в горячем состоянии труднокорродируемых металлов, горячее цинкование и лужение, свинцевание, химическое или электролитическое нанесение на поверхность защитного слоя меди, хрома, никеля, алюминия, кадмия, свинца и др. К защитным покрытиям относятся: оксидирование, плаки-

рование, алитирование, силицирование, хромирование при высоких температурах, гумирование (покрытие слоем резины) и ряд других.

Перед выполнением операций по предохранению от коррозии указанными выше способами необходимо хорошо очистить поверхность металла от окислов, следов коррозии, грязи и жиров. После очистки поверхность должна быть тщательно промыта и просушена.

3.8. Неметаллические материалы

К *неметаллическим материалам*, широко применяемым в промышленности, относятся синтетические, искусственные и естественные природные неметаллические материалы: пластмассы, естественные и искусственные резины, эбониты, текстолиты, абразивные и лакокрасочные материалы, клеи, смазки, масла и другие материалы.

Пластмассы — это соединения нескольких органических и неорганических материалов, состоящие из связующего вещества и наполнителя. Основной частью пластических масс являются полимеры, состоящие из очень крупных молекул, отчего эти материалы часто называются полимерными.

Полимерные материалы характеризуются низкой плотностью, высокой химической стойкостью, износостойкостью, большой ударной прочностью, штампруемостью, хорошей обрабатываемостью, вязкостью, пластичностью и диэлектрическими свойствами.

В зависимости от строения молекул пластические массы подразделяются на термореактивные и термопластичные. Особую группу составляют газонаполненные пластмассы.

Органические и неорганические наполнители могут быть трех видов: порошкообразные, волокнистые и слоистые.

К пластмассам относятся: гетинакс, текстолит, асбопласты, древесные слоистые пластики, стеклопластики, целлулоид, винипласт, фторопласт, полиэтилен, полиамид, капрон, нейлон и др.

Искусственные материалы находят применение в разных отраслях промышленности, при производстве бытовой техники, посуды, емкостей, игрушек и т. д. Во многих случаях они заменяют железо, цветные металлы и их сплавы, стекло, дерево.

Большое распространение искусственные материалы получили благодаря значительной механической прочности и выносливости, сопротивляемости коррозии и износу, возможности получения изделий сложной формы без обработки резанием, хорошей обрабатываемости, диэлектрическим свойствам, а также приятному и эстетичному наружному виду изделий.

К недостаткам пластических масс следует отнести их сравнительно быстрое старение и потерю прочности.

3.9. Смазывающие и охлаждающие вещества

Смазкой называется жидкое или твердое вещество, уменьшающее трение в подвижных соединениях деталей машин и защищающее поверхность металлических изделий от коррозии. Жидкая смазка в ряде случаев выполняет функцию отвода тепла от трущихся частей.

Смазки делятся на три основные группы: растительные, животные и минеральные. Кроме того, смазки подразделяются на твердые, консистентные и жидкие.

В качестве твердых смазочных материалов используются графит, двухсернистый молибден, которые применяются как в размельченном состоянии, так и в виде паст, приготовленных на минеральных маслах.

Консистентные смазки представляют собой густое мазеподобное вещество, состоящее из минеральных масел с примесью специальных мыл. К таким смазкам относятся солидол, консталин (жировой и синтетический), приборная смазка АФ-70, универсальная низкотемпературная смазка УН (технический вазелин), консервационная смазка ЦИАТИМ-215 и др.

К жидким маслам относятся: растительные (льняное, касторовое, хлопковое и др.); животные (рыбий жир, животное масло, сало; последние два могут относиться и к консистентным смазкам); минеральные — продукты переработки нефти (индустриальное, автомобильное, авиационное, трансмиссионное, цилиндрическое, турбинное, трансформаторное и др.). Последние обладают большей стойкостью к воздействию кислорода и температуры, чем растительные и животные масла.

Наибольшее распространение в машиностроении имеют жидкие и консистентные смазки на минеральной основе.

Смазка должна обладать следующими свойствами: малым коэффициентом трения, большой вязкостью, адгезией, сопротивляемостью воздействию тепла и кислорода воздуха, низкой температурой затвердевания, высокой температурой воспламенения, большой теплоемкостью, малым корродирующим действием. Смазки не должны содержать механических и химических примесей, вредно влияющих на трущиеся поверхности.

3.10. Абразивные и вспомогательные материалы

Абразивными материалами называются твердые неметаллические материалы, которые применяются при обработке резанием металлов и материалов. Они обладают высокой твердостью и имеют достаточно острые режущие кромки и грани.

Различают две группы абразивных материалов: природные и искусственные. Абразивные материалы делятся на шлифзерно, шлифпорошки, микропорошки и тонкие микропорошки.

Из абразивных материалов изготавливаются всевозможного рода абразивные круги, бруски, абразивные шкурки и ленты, порошки и пасты.

Абразивные круги, с помощью которых выполняются шлифование и заточка, могут быть изготовлены из природных или искусственных абразивных материалов.

К *природным абразивным материалам* относятся: корунд, наждак и естественный алмаз.

К *искусственным абразивным материалам* относятся: электрокорунд, карборунд (карбид кремния), карбид бора, синтетические алмазы, кубанит (кубический нитрид бора), эльбор, славутич и др.

В качестве связки при изготовлении абразивных кругов и брусков применяются керамические, бакелитовые, вулканитовые, металлические и другие связки.

Каждый абразивный материал характеризуется зернистостью, твердостью, механической прочностью и абразивной способностью.

По зернистости абразивный материал разделяется на 28 номеров. Зернистость шлифзерна и шлифпорошков определяется в сотых долях миллиметра, а микропорошков – в микрометрах. Установлены следующие показатели зернистости: шлифзерно – 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки – 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; микропорошки – М63, М50, М40, М28, М20, М14; тонкие микропорошки – М10, М7, М5.

По твердости абразивные круги и бруски маркируются следующим образом: мягкие – М (М1, М21, М3), среднемягкие – СМ (СМ1 и СМ2); средние – С (С1 и С2); среднетвердые – СТ (СТ1, СТ2 и СТ3); твердые – Т (Т1 и Т2); весьма твердые – ВТ (ВТ1 и ВТ2); чрезвычайно твердые – ЧТ (ЧТ1 и ЧТ2).

Каждый абразивный круг имеет клеймо, в котором указывается абразивный материал, твердость, зернистость и максимальная скорость вращения, а также клеймо предприятия-изготовителя. Твердость абразивного круга определяется твердостью связующего материала. Номер абразивного круга указывает на его зернистость. Чем больше номер, тем выше зернистость (больше диаметр зерна).

Вспомогательными материалами называются материалы, которые непосредственно не входят в изделие. К ним относятся всевозможного рода моющие и очищающие вещества, охлаждающие жидкости, краски, лаки, масла, смазки, клей, фетр, резина, кислоты, щелочи и др. К вспомогательным материалам относятся также ветошь и тряпки, применяемые в слесарном деле.

4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ И ЧУГУНА

4.1. Цели термической обработки

Термическая обработка — один из широко применяемых методов улучшения свойств металлических материалов и изделий из них. Под термической обработкой понимают процесс тепловой обработки, при котором заданные физико-механические свойства (высокая твердость, пластичность, износостойкость) достигаются за счет изменения кристаллической структуры, но без изменения химического состава материалов. Термической обработке подвергаются сталь, чугун и некоторые сплавы цветных металлов.

К термической обработке относятся: отжиг, закалка, отпуск, нормализация (термическое улучшение), обработка холодом.

4.2. Оборудование для термической обработки

Термический цех или участок — это помещение с необходимым для термической обработки оборудованием и механизмами, а также с мощной приточно-вытяжной вентиляцией.

Для нагревания стали используют кокс, горючие газы, нефть, а также электрический ток.

Различают следующие виды термических печей: электрические, газовые, печи, работающие на жидком и твердом топливе, а также установки для нагрева токами высокой (ТВЧ) и промышленной частоты. В небольших цехах и мастерских используют печи с газовым, нефтяным или коксовым нагревом.

Наиболее широко для нагрева при термообработке используют электропечи: камерные с металлическими или карборундовыми нагревателями, шахтные, печи-ванны, тигельные печи-ванны, конвейерные, толкательные, барабанные.

Охлаждение стали можно производить на воздухе, в воде, водных растворах, маслах, жирах и на стальных плитах. Оборудование для охлаждения — это ванны и баки с охлаждающей жидкостью, как правило, проточной, баки с внутренним змеевиком для подогрева жидкости и другое оборудование.

4.3. Измерение температуры и твердости стали

Определение температуры при термической обработке можно производить на основании цвета излучения нагретой стали или с использованием измерительных приборов.

Ориентировочно температуру можно определить по цвету нагретого металла (табл. 23).

Таблица 23

Цвета стали при различных температурах

Цвет	Температура, °С
Темно-коричневый	530–580
Темно-красный	580–650
Коричнево-красный	650–730
Темно-вишнево-красный	730–770
Вишнево-красный	770–800
Светло-вишнево-красный	800–830
Светло-красный	830–900
Оранжевый	900–1050
Темно-желтый	1050–1150
Светло-желтый	1150–1250
Ослепительно-белый	1250–1300

К измерительным приборам для измерения температур относятся различные термометры (манометрические термометры, термометры сопротивления и др.), термопары, оптические пирометры, термоэлектрические пирометры и термокарандаши.

Используют следующие методы определения твердости металла. Неточные методы: проба напильником, проба по цвету искры при заточке изделия на шлифовальном круге (см. также п. 3.3). Точные методы определения твердости: по Бринеллю (вдавливание стального шарика в исследуемый металл, обозначение твердости *HB*), по Роквеллу (вдавливание в исследуемый металл алмазного конуса, обозначения *HR*, *HRB*, *HRC* и *HRA*), по Виккерсу (вдавливание в исследуемый материал алмазной пирамиды, обозначение *HV*), а также по методу упругой отдачи Шора (по высоте отскока шарика или бойка от обработанной поверхности, обозначение *HSD*).

4.4. Отжиг стали

Отжигом называют термическую операцию, заключающуюся в нагревании материала до определенной температуры, выдерживании его при этой температуре и медленном охлаждении.

Целью отжига углеродистой стали является снятие внутренних напряжений, получение мелкозернистой структуры стали, уменьшение твердости, улучшение обрабатываемости, а также увеличение пластичности и вязкости стали.

Различают следующие виды отжига углеродистых сталей: для снятия наклепа, диффузионный, рекристаллизационный, изотермический, на зернистый перлит, нормализация.

Диффузионный отжиг — нагревание стали до температуры 1000–1250 °С (оптимальная температура 1150 °С), выдерживание при этой температуре в течение определенного времени и последующее медленное охлаждение в течение 6–8 ч до температуры 800–890 °С в печи, а затем — на воздухе. Целью этой операции является уменьшение неоднородности химического состава деталей, имеющих внутрикристаллическую ликвацию. Эта операция используется для крупного стального литья и крупных слитков из легированных сталей.

Бывший в пользовании инструмент (молоток, зубило, пробойник, напильник, плашка и т. д.) с целью его переделки или исправления подвергают *нормализации*. Отжиг этого вида основан на нагревании стали до определенной температуры, кратковременной выдержке при этой температуре и последующем постепенном охлаждении на воздухе.

Отжиг стали производится в печах, предназначенных для нагревания стали при различных процессах термической обработки.

4.5. Закалка стали

Закалкой называется технологический процесс термической обработки, применяемый для получения высоких механических свойств стальных изделий за счет изменения их структуры. Закалка состоит в нагревании изделия до определенной температуры, выдержке при этой температуре для ее выравнивания по всему сечению изделия и быстром охлаждении. Применяют следующие виды закалки: в одном или двух охладителях, ступенчатую и изотермическую.

Способ нагревания стали оказывает большое влияние на весь дальнейший процесс термической обработки. Перед нагреванием стали для закалки следует прежде всего определить вид и сорт стали. Если сталь не подвергалась отжигу, следует ее отжечь. Сталь необходимо очистить от грязи и следов жира.

Чем меньше в стали содержание углерода, тем выше температура нагревания.

Нагрев изделий под закалку производят одним из трех способов: в печах с газовой атмосферой — мазутных, нефтяных, газовых, электрических; в ваннах с жидкими средами — расплавленными солями или металлами; токами высокой частоты.

Скорость нагрева изделий зависит от способа их укладки, массы загружаемых в печь или ванну изделий, от их габаритных размеров и теплопроводности.

Время нагрева до 800 °С цилиндрических деталей на 1 мм диаметра в электропечах составляет примерно 40–50 с, а в мазутных и нефтяных печах — 35–40 с.

В качестве жидких сред для нагрева до 800 °С применяются свинцовые или соляные ванны. Время нагрева в свинцовой ванне на 1 мм диаметра составляет 6–8 с, а в соляных — 12–15 с.

Выдержка изделия при температуре заковки необходима для выравнивания температуры по всему сечению и обеспечения завершения происходящих при этом структурных превращений. Время выдержки зависит от химического состава стали, ее теплопроводности, величины, формы и массы закаливаемых изделий. На практике время выдержки принимают равным 20–30 % от общего времени нагрева до заданной температуры.

Изделие следует правильно уложить в печи или в ванне, чтобы избежать деформирования.

Нагревание должно быть постепенным (следует избегать случайного подъема температуры) и производиться таким образом, чтобы нагревалась вся масса материала (изделия нужно часто переворачивать). За нагреванием стали необходимо наблюдать, чтобы избежать перегрева и пережога. Для предотвращения окисления стали может быть использована нейтральная атмосфера в камере печи.

Время и температура нагревания стали для заковки зависит от вида и сорта стали, от массы и формы изделия. Например, сталь углеродистая постепенно нагревается от 0 до 350 °С, а после достижения этой температуры ее можно быстро подогреть до температуры заковки.

При нагревании стали происходят структурные изменения, которые, в зависимости от времени выдержки при данной температуре, оказывают большое влияние на механические свойства стали. Применение неправильного способа или метода нагревания стали ведет к окислению или обезуглероживанию поверхности, что вызывает изменение свойств стали. Избежать таких нежелательных явлений можно при использовании для нагревания электрических печей.

Для предохранения изделий при нагревании от окисления и обезуглероживания в рабочем пространстве печи создают защитную нейтральную газовую среду. Если невозможно создать защитную газовую среду, изделия для нагрева упаковывают в ящики с отработанным карбюризатором, пережженным асбестом, неокисленной чугунной стружкой или наносят на изделие обмазку.

В зависимости от требований, предъявляемых к изделиям, применяют следующие способы закалки: в одной и двух жидкостях или жидких средах — вода, масло; ступенчатую — охлаждение в расплавленной соли и на воздухе; изотермическую — охлаждение в расплавленной соли с температурой около 300 °С до полного превращения аустенита, а затем в воде или на воздухе.

Для получения твердого поверхностного слоя, мягкой и пластичной сердцевины применяют закалку с самоотпуском (для закалки инструмента).

Для уменьшения внутренних термических напряжений и деформации при закалке применяется закалка с подстуживанием.

К охлаждающим жидкостям относятся масла (специальное масло для закалки, машинное или веретенное масло), вода, а также различного рода растворы (мыла, кислоты или поваренной соли в воде и др.). Растительное масло для закалки не используют.

Способ охлаждения и вид охлаждающей жидкости при закалке стали зависит от сорта и марки стали, от требуемой степени закалки, а также от конфигурации и величины закаливаемой детали.

4.6. Термическая обработка быстрорежущей стали

Быстрорежущие стали относятся к группе высоколегированных. Они характеризуются красностойкостью и сохраняют высокую прочность, твердость и износостойкость при нагреве до 600–700 °С. Применяются для изготовления режущего инструмента высокой производительности. Основными легирующими материалами этих сталей являются вольфрам, ванадий и хром.

Термическая обработка быстрорежущих сталей имеет ряд особенностей, что обусловлено их пониженной теплопроводностью, наличием в их структуре значительного количества карбидов, а также низкой пластичностью стали.

Инструмент из быстрорежущей стали до температуры закалки нагревают ступенчато: вначале медленно до температуры 800–850 °С, затем быстрее до окончательной температуры закалки 1200–1300 °С. Ступенчатый нагрев позволяет избежать тепловых напряжений за счет уменьшения разности температуры поверхности и сердцевины изделия.

С целью предохранения инструмента от обезуглероживания перед нагревом его погружают в насыщенный раствор буры. Иногда предварительно подогретый до 800–850 °С инструмент перед окончательным нагревом покрывают порошком обезвоженной буры.

В качестве охлаждающей среды при закалке быстрорежущих сталей применяют подогретое минеральное масло или охлаждают инструмент на воздухе.

Структура закаленной быстрорежущей стали состоит из первичного мартенсита, остаточного аустенита и сложных карбидов.

Отпуск быстрорежущей стали следует производить как можно быстрее сразу после закалки. Как правило, рекомендуется вести многократный отпуск.

Сталь до температуры отпуска нагревается постепенно и равномерно (температура нагревания стали при отпуске находится в границах 380–570 °С в зависимости от марки стали). Выдержка после нагрева производится в течение часа. Охлаждение ведут на воздухе.

Если после закалки применяют обработку быстрорежущей стали холодом при температуре –80 °С, то производят только один отпуск.

После термической обработки структура быстрорежущей стали состоит из отпущенного мартенсита и карбидов.

Температура нагревания быстрорежущей стали дляковки в зависимости от марки составляет 950–1150 °С. В первый период до 850 °С нагревают постепенно, а затем — быстро до требуемой температурыковки. Послековки сталь постепенно охлаждается в песке или в пепле.

Для снижения твердости стали ее нагревают до температуры 800–850 °С и выравнивают температуру по сечению. Охлаждать следует постепенно до температуры 650 °С. Дальнейшее охлаждение можно вести на воздухе (табл. 24).

4.7. Поверхностная закалка стали

Поверхностная закалка стали состоит из быстрого нагрева поверхностного слоя стали до температуры, значительно превышающей критическую, и последующего быстрого ее охлаждения. При этом обеспечивается высокая поверхностная твердость при мягкой и пластичной сердцевине детали.

В промышленности применяются следующие способы нагрева для поверхностной закалки: газопламенный (ацетилено-кислородным пламенем); контактный или индукционный электронагрев; в электролите; в соляных и металлических ваннах.

Для индукционного нагрева применяют ток промышленной, средней и высокой частоты.

Режимы термической обработки быстрорежущей стали

Мар- ка стали	Отжиг		Закалка		Отпуск		Обрабатываемый инструмент
	Температу- ра нагрева, °С	Твердость по Бри- неллю	Температура нагрева, °С	Охлажда- ющая среда	Твердость по Рок- веллу	Температура нагрева, °С	Твердость по Рок- веллу
P9	830–860	207–255	1240–1260	Селитра, масло, воздух	61–63	540–580	62
P18	830–860	207–255	1280–1300	Селитра, масло, воздух	60–63	540–580	62
P12	830–860	207–255	1260–1280	Селитра, масло, воздух	61–63	540–580	62
P9K6	850–880	210–260	1230–1250	Селитра, масло	61–65	575–585	62–65
P9Ф5	850–880	210–260	1230–1250	Селитра, масло	61–65 J	575–585	62–65
Примечание: охлаждающей средой при отпуске быстрорежущих сталей до температуры 200–250 °С является масло, затем охлаждение ведут на воздухе; охлаждают инструмент также в расплавленных селитрах с температурой 450–550 °С, а затем на воздухе.							

В качестве электролитов при нагреве за счет пропуска тока между деталью-катодом и корпусом ванны — анодом применяются 10%-ные растворы поваренной соли, поташа и кальцинированной соды.

Основное преимущество поверхностной закалки стали — повышение выносливости детали к воздействию разного рода динамических нагрузок (например, изгибающих, на срез) при сохранении большой износостойкости. Этот метод позволяет получить твердую износостойкую поверхность и пластичную сердцевину.

Применяя поверхностную закалку стали, сокращают время обработки, так как нагрев длится недолго. При небольшом времени обработки не происходит обезуглероживания и окисления стали. Нагревание только наружного слоя исключает возможность появления больших напряжений.

Для газопламенного нагрева стали при поверхностной закалке используют горелку, соединенную с ацетиленовым и кислородным баллонами. Ацетилено-кислородным пламенем нагревают поверхность изделия. С горелкой соединено сопло, через которое подается вода. Пламя горелки за время передвижения с определенной скоростью над поверхностью стали нагревает ее, а через сопло, находящееся за горелкой и передвигающееся вместе с ней, на нагретую поверхность подается вода, быстро охлаждающая изделие.

4.8. Термическая обработка некоторых видов инструментов

Только что изготовленные метчик или плашка не отжигаются: эти инструменты изготавливают из отожженной стали. Так как метчики и плашки изготавливают из инструментальной углеродистой стали У11А с содержанием углерода около 1,1 %, то температура нагрева инструмента для закалки составляет 760–780 °С (цвет калиения — темно-вишневый), отпуск производится при температуре 230–240 °С (цвета налета: светло-соломенный, соломенный, темно-соломенный, желтый, переходящий в темно-желтый). Метчики и плашки охлаждаются в воде.

Твердость после закалки составляет *HRC* 62.

Сверла, развертки и прошивки изготавливаются из инструментальной углеродистой стали У10А или У11А с содержанием углерода 1,0–1,1 %. Температура закалки составляет 760–780 °С (цвет калиения — темно-вишневый). Отпуск инструмента ведется при температуре 220–240 °С (цвета налета: светло-соломенный, соломенный, темно-соломенный, переходящий в желтый). Охлаждение инструмента производится в воде.

Напильники, шаберы и режущий инструмент изготавливаются из инструментальной высокоуглеродистой стали У12А или У13А с со-

держанием углерода 1,15–1,3 %. Температура закалки составляет 760–780 °С (цвет каления – от красного до вишневого). Отпускают инструмент при температуре 180–230 °С (цвет налета от белого до желтого). Охлаждение производится в воде.

Инструмент дляковки, слесарные молотки и топоры изготавливаются из инструментальной углеродистой стали У7 или У7А с содержанием углерода 0,6–0,7 %. Температура закалки составляет 800–820 °С (цвет каления – от вишневого до светло-вишневого). Охлаждение производится в воде. Отпуск слесарных молотков ведется при температуре 250–260 °С, инструмента дляковки и топоров – при температуре 290 °С.

4.9. Другие виды термической обработки

Химико-термическая обработка – это такая обработка металлов, при которой производится одновременно тепловое и химическое воздействие на обрабатываемое изделие. Для химико-термической обработки детали нагревают в специальной среде (карбюризаторе) до определенной температуры, выдерживают при этой температуре и затем охлаждают.

В процессе нагрева поверхностный слой деталей насыщается активным элементом (углеродом, азотом, алюминием, хромом и др.), в результате чего изменяются его физико-механические свойства.

Химико-термическая обработка предназначена для изменения химического состава поверхностных слоев стальных деталей машин и других изделий и придания им требуемых физико-механических свойств: высокой твердости, износостойкости, коррозионно- и окалинностойкости, а также красностойкости.

К химико-термической обработке относятся цементация (науглероживание), цианирование, азотирование, хромирование, силицирование, сульфидирование, борирование, алитирование и др.

Цементация стали – это химико-термическая обработка, заключающаяся в насыщении углеродом поверхностного слоя изделия, выполненного, как правило, из мягкой малоуглеродистой стали, в которой содержание углерода не превышает 0,25 %. Для науглероживания изделия выдерживают в течение длительного времени при определенной температуре в среде (карбюризаторе), выделяющей окись углерода.

Цементированные изделия обычно подвергают термической обработке – закалке.

При этом в поверхностном науглероженном слое образуется структура мелкоигольчатого мартенсита, обладающая высокой твердостью и износостойкостью.

Характерной особенностью цементированной стали является то, что после закалки получается тонкий наружный твердый и износос-

стойкий слой, в то время как мягкая и пластичная сердцевина сопротивляется ударам и динамическим нагрузкам.

Науглероженные изделия незначительно деформируются во время закалки (из-за мягкой сердцевины). Обработка сердцевины возможна только после удаления с предмета твердого науглероженного слоя.

Различают три вида цементации: в твердом карбюризаторе (смесь, включающая 75–90 % древесного угля, 5–10 % углекислого бария, 3–12 % кальцинированной соды и 2–3 % мазута или другого состава); жидкостную (погружением в ванну со смесью расплавленных до температуры 850–890 °С солей — поташа, хлористого аммония, поваренной соли); газовую (в углеродосодержащем газе; применяют природный газ, пропан, бутан, нефтяной, коксовый газ и др.).

Глубина науглероженного слоя зависит от среды, способа и времени науглероживания. Например, цементация в жидких соляных ваннах при температуре 850–890 °С дает возможность получить слой толщиной 0,2 мм в течение одного часа, слой 0,8 мм — в течение 4 часов. При применении твердых карбюризаторов, засыпаемых в чугунные короба, глубина науглероженного слоя при температуре 850–890 °С составляет 0,25 мм за 3 ч и 1,4 мм за 8,5 ч.

Длительность газовой цементации также определяется необходимой глубиной науглероженного слоя: за 2–3 ч получают слой 0,3–0,5 мм, за 9–10 ч — слой 1,2–1,4 мм.

Цементация стали в чугунных коробах или коробах из листового металла применяется для деталей с небольшими габаритными размерами. На дно короба, посыпанное слоем твердого карбюризатора толщиной 15–20 мм, укладываются изделия, которые покрываются следующим слоем карбюризатора. И так далее — до заполнения короба. Верхний слой карбюризатора должен быть не менее 50 мм. Между изделиями должно сохраняться расстояние 5–10 мм. Заполненный ящик закрывают крышкой из листового металла или асбеста, герметизируют огнеупорной глиной и помещают в печь для нагревания.

Температура нагревания — 850–950 °С. Для уменьшения внутренних напряжений изделия после цементации и закалки необходимо подвергнуть отпуску при температуре не выше 200 °С.

Частичная цементация — это науглероживание определенной части изделия, которая должна быть более твердой и износостойкой. Остальные части изделия, не подвергающиеся цементации, покрывают защитным слоем (глиной, асбестом, гальванической медной пленкой).

Цианированием называется быстрый процесс одновременного насыщения поверхности стальных деталей углеродом и азотом для достижения высокой твердости и износостойкости.

Различают два вида цианирования: газовое (нитроцементация), которое производится на том же оборудовании, что и цементация,

в газовой среде, состоящей из цементующего газа и аммиака, при температуре 850–900 °С, и жидкостное – в расплавленных смесях цианистых солей при температуре 820–850 °С.

После цианирования изделия подвергают термической обработке – закалке и отпуску.

4.10. Операции после закалки

После закалки изделия очищаются с целью удаления грязи, окислов и пятен, а также с целью подготовки изделия к отпуску.

После отпуска изделия обязательно обрабатываются щетками, в струе мокрого песка или в горячих щелочных растворах.

Некоторые изделия, которые после закалки деформируются, можно править. Править можно только плоские, а также круглые, длинные и тонкие изделия. Во избежание брака правку следует вести очень осторожно, без ударов. Используется ручная и механическая правка на винтовых и гидравлических прессах.

В изломе закаленного образца можно обнаружить следующие дефекты: окисление (вследствие слишком быстрого охлаждения перегретого или неравномерно нагретого изделия), потемнение (сталь имела дефекты до закалки), крупнозернистость (сталь перегрета), микротрещины, радиально направленные к сердцевине (большие внутренние напряжения в материале).

Есть несколько причин, которые могут вызвать недостаточную закалку изделия, например, следующие: обезуглерожен верхний слой стали, низкое содержание углерода, обезуглероживание поверхности изделия во время нагревания, низкая температура нагрева, неправильно подобранная охлаждающая среда или короткое время охлаждения, небрежная подготовка изделия к закалке (изделие, покрытое жиром и грязью, может закалиться только в некоторых местах). Иногда наблюдается неравномерная закалка поверхности изделий, имеющих сложную форму и острые кромки.

Недостаточно закаленные изделия следует вновь подвергнуть термической обработке. Перед этим изделие нужно отжечь. Обезуглероженный вследствие отжига слой, насколько это возможно, удаляется, например, ручной заправкой, строганием, точением. Затем изделие науглероживают, азотируют, цианируют или сразу же закаливают.

Самый распространенный, хотя и недостаточно точный способ контроля закалки изделия – это проверка напильником. Опытные слесари проверяют ударом молоточка по кромке закаленного изделия (по сколу или углублению). Можно также проверять степень закалки с помощью эталонных плиток по глубине риски, выполненной твердым инструментом, или с помощью специальных приборов.

Ослабление внутренних напряжений, возникших в изделии во время закалки, можно обеспечить путем нагревания стали в допустимых для данной марки пределах и равномерного и не слишком быстрого охлаждения, а также путем правильно проведенного отжига, закалки и правильного отпуска изделия после закалки.

4.11. Отпуск стали

Отпуск — это термическая операция, которой подвергают предварительно закаленные стальные изделия. Она заключается в нагревании изделий до определенной температуры, выдерживании при этой температуре и последующем постепенном охлаждении на воздухе. Отпуск на цвет побежалости производится в интервале температур 230—330 °С (табл. 25) с последующим замачиванием в воде.

Таблица 25

Цвета побежалости при отпуске стали

Название цвета	Температура, °С	Изделия, подвергаемые отпуску при данной температуре
Светло-соломенный	230	Гравировальные иглы, долото для обработки камня, мелкие режущие инструменты
Соломенный	240	Фрезы, токарные резцы, развертки, резцы для долбления, пробойники, небольшие пуансоны
Темно-соломенный	250	Сверла, плашки, метчики, фигурные фрезы, молотки
Красно-бурый	260	Матрицы, режущие части ножниц, долота пневматических молотков и зубила, инструмент для обработки древесины
Пурпурный	270	Большие пробойники, пневматические рубильные молотки, матрицы, столовые ножи
Свекольно-фиолетовый	280	
Темно-голубой	290	Пилы, пневматические молотки, большие штампы, пружины, ножовки, хирургический инструмент
Васильковый	300	
Голубой	310	
Серо-голубой	320	
Серо-зеленый	330	Некоторые пружины, детали инструментов, которые должны обладать высокой сопротивляемостью ударам

Цель отпуска — уменьшение или полное снятие внутренних напряжений в изделии, появившихся во время закалки, улучшение пластических свойств, уменьшение хрупкости и некоторое снижение твердо-

сти (степень твердости зависит от температуры отпуска), увеличение вязкости.

Применяют три способа отпуска закаленной стали: низкий – при температуре 150–250 °С, средний – при температуре 350–450 °С и высокий – при температуре 450–650 °С.

Температуру отпуска для определенных марок стали (а также разных изделий) и вид охлаждающей среды определяют по специальным таблицам.

Нагрев при отпуске производится в масляных, селитровых или щелочных ваннах, а также в газовых, мазутных или электрических печах с воздушной атмосферой. В ряде случаев применяется нагрев в горне или на разогретой металлической плите. Общее время пребывания изделия в печи при отпуске составляет примерно 2–3 мин на 1 мм наименьшего сечения детали, но не менее 30–40 мин.

В результате низкотемпературного отпуска при температуре 150–250 °С уменьшаются внутренние напряжения и хрупкость стали, незначительно снижается твердость, несколько увеличивается вязкость. Низкому отпуску подвергаются изделия, которые должны иметь высокую твердость (режущий и мерительный инструмент). Средний отпуск при температуре 350–450 °С несколько снижает твердость и значительно увеличивает вязкость, сопротивляемость стали ударам, прочность и упругость. Применяется для пил, рессор-пружин, молотков, матриц, пуансонов, автомобильных деталей. Высокий отпуск при температурах 450–650 °С полностью устраняет внутренние напряжения и обеспечивает наилучшее сочетание прочности и вязкости стали при достаточной ее твердости. Применяется для ответственных деталей.

Двойной отпуск применяется для инструмента, поверхность которого должна иметь различную твердость (пуансон, вырубной штамп, прошивень, зубило). Например, зубило: первый отпуск при температуре ниже 300 °С выполняют для режущей части, второй отпуск при температуре 300–500 °С – для головки зубила.

Термическое улучшение стали состоит из процессов закаливания и высокого отпуска. Тем самым достигается улучшение механических свойств стали, обеспечивается возможность обработки резанием.

4.12. Термическая обработка чугуна

В зависимости от структуры различают следующие классы чугунов: ферритный, феррито-перлитный, перлитный и перлитно-цементитный. В промышленности применяются чугуны ферритно-перлитного и перлитного классов.

Различают также следующие виды чугунов: серый, белый, модифицированный, высокопрочный, ковкий и специальные легированные чугуны.

Серые чугуны обозначаются буквами СЧ, а высокопрочные — ВЧ. Первые две цифры после букв СЧ указывают предел прочности на растяжение, а вторые две цифры — предел прочности на изгиб. После ВЧ вторые две цифры обозначают относительные удлинения в процентах.

Для повышения механических свойств чугуна применяются следующие виды термической обработки: отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Термической обработке подвергаются практически все виды чугунов, особенно серый, ковкий и высокопрочный.

Низкотемпературный отжиг выполняют при температуре 500–550 °С с выдержкой от 2 до 8 ч. Охлаждение производится со скоростью 20–30 °С в час до температуры 150–200 °С, затем на воздухе. Применяется для снятия внутренних напряжений, заменяет естественное старение.

Высокотемпературный отжиг проводят при температуре 950–1000 °С с выдержкой в течение до 4-х часов и охлаждением в печи. Применяется для повышения обрабатываемости чугуна, понижения его твердости, а при длительной выдержке — для получения ковкого чугуна.

Нормализация (нагрев до температуры 820–900 °С с последующим охлаждением на воздухе) применяется для повышения износостойкости и прочности чугуна.

Закалка чугуна может быть обычной, изотермической с нагревом в печах или токами высокой частоты. Нагревают до 830–900 °С. При изотермической закалке охлаждение производится в ванне с расплавленной солью, нагретой до 200–400 °С. При закалке в масле изделия нагревают до 830–870 °С, при закалке в воде — до 800–820 °С.

Закалка применяется для повышения твердости, износостойкости, предела прочности и упругости.

Закаленный чугун подвергается низкотемпературному (180–250 °С) или высокотемпературному (400–600 °С) отпуску для снятия внутренних напряжений, повышения пластичности и прочности.

Для литых деталей машин используется серый чугун с содержанием углерода от 3,1 до 3,6 %, а также ковкий, высокопрочный модифицированный; для особо ответственных деталей — специальные легированные (жаропрочные, коррозионностойкие и др.) чугуны.

Легированным называют чугун, содержащий специальные добавки, такие как никель, молибден, кремний, хром и ванадий. Легированные чугуны с целью закаливания нагреваются до температуры 850–880 °С, а затем охлаждаются в масле. Температура отпуска 200–250 °С.

Модифицированный чугун — это чугун, в который в жидком состоянии перед разливкой введены модификаторы: ферросилиций, силикокальций и алюминий, церий, магний. Модификаторы способствуют получению высоких прочностных и других механических свойств чугуна.

Ковкий чугун получают из белого или серого чугуна путем соответствующего отжига. После такой термической обработки он приобретает вязкость, хорошую обрабатываемость и механическую прочность.

5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Различают следующие способы обработки металлов давлением: ручная горячая (на наковальне), механическая горячая (свободная ковка и горячая штамповка в закрытых горячих штампах с использованием механических паровых, паровоздушных и других молотов, механических и гидравлических прессов), ручная холодная (резание, гибка и др.), механическая холодная (гибка на прессах, резание на ножницах, штамповка в штампах, холодная калибровка и волочение, выдавливание на станках). Механическая холодная обработка производится на механических и гидравлических прессах, ножницах, калибровочных станках и другом оборудовании. Основными видами механической обработки металлов давлением являются прокатка, прессование, волочение, свободная ковка, объемная горячая штамповка, листовая горячая и холодная штамповка.

5.1. Ручная горячая кузнечная обработка

Ручной горячей кузнечной называется обработка металла, нагретого до температуры выше границы рекристаллизации (для стали — в пределах от 750 до 1350 °С), с целью придания ему определенной формы при помощи ручного молотка или молота. Температура, до которой нагревается материал, зависит от содержания углерода в стали. При низком содержании углерода необходима более высокая температураковки. Ручная горячая пластическая обработка (кузнечная сварка) позволяет получить прочные неразъемные соединения деталей и более высокое качество стали.

К основному оборудованию для ручной горячей кузнечной обработки относятся: стационарный кузнечный горн, воздуходувка и вытяжка продуктов горения. В ремонтных мастерских применяется также полевой (передвижной) кузнечный горн.

Кузнечный горн состоит из следующих частей: горна вентиляционной установки, подающей воздух в горн, сопла, конуса, которым заканчивается сопло, вытяжного устройства и резервуара для воды.

Есть несколько видов воздуходувок, подающих воздух под давлением к горну.

Наиболее старым и простым по конструкции устройством является кузнечный мех, приводимый в движение ручным или механическим способом. К новым конструкциям воздуходувок относятся вентиляторы: крыльчатые, лопастные или турбинные. В полевом кузнечном горне чаще всего применяется кузнечный мех с ручным или ножным приводом.

Применяются два способа удаления продуктов горения: естественная и искусственная вытяжки. Естественная осуществляется с помощью вытяжной трубы, искусственная — специальным воздуховодом с вентилятором.

В кузнечном горне в качестве топлива используется кокс, антрацит, каменный или древесный уголь. Кокс может быть металлургический (твердый, светло-серебристого цвета, в кусках, пористый, не пачкает рук, теплотворная способность примерно равна 700 ккал/кг) и газовый (куски темного цвета, небольшого размера, мягкий, малопористый, пачкает руки, обладает более низкой теплотворной способностью).

К основным кузнечным операциям, выполняемым вручную, относятся: разрезание, гибка, высадка, формование, вытяжка, пробивание и горновая (кузнечная) сварка.

При нагревании стали в среде горящего кокса в кузнечном горне возможны (например, вследствие низкой квалификации или невнимательности работника) следующие нежелательные изменения механических свойств стали:

- уменьшение ковкости вследствие насыщения серой (кокс содержит от 0,25 до 2,5 % серы);

- обгорание (говорят, что сталь «горит»). Внешнее проявление обгорания стали — появление при ковке снопа ослепительно белых искр, образующихся на поверхности нагреваемой стали. Обгоревший участок стали не пригоден ни для кузнечной сварки, ни для других видов обработки; его нужно отрезать;

- окисление (атомы железа на поверхности материала соединяются с кислородом воздуха, появляется окись железа, которая отделяется от стали во время ее охлаждения в виде так называемой окалины);

- поверхностное обезуглероживание — если в горне за счет сильного дутья появляется избыток кислорода;

- науглероживание — если в горне из-за недостаточного дутья возникает недостаток кислорода.

В период окончательного нагревания в горне изделие посыпают сухим и сыпучим песком для предотвращения обгорания стали. При этом замедляется нагревание поверхности стали и в то же время ускоряется сквозное прогревание металла.

Время нагрева изделия зависит прежде всего от типа горна, а также от формы и величины изделия. При нагревании изделия в кузнечном горне следует постоянно следить за изделием, систематически его поворачивать, не допуская перегрева. В период нагревания до требуемой температуры изделие нужно несколько раз вынуть из горна на короткое время с целью выравнивания температуры и прогревания изделия насквозь, без пережога граней или поверхности.

5.2. Механическая горячая обработка

Механической горячей называется обработка металла, нагретого до температуры выше температуры рекристаллизации (для стали – в пределах от 750 до 1350 °С), позволяющая получить изделия требуемой формы при помощи специальных машин и механизмов.

Различают два вида механическойковки – свободная и в горячих (кузнечных) штампах.

Для выполнения механической свободнойковки вручную или механизированным способом обрабатываемый металл укладывают на наковальню и придают ему необходимую форму, ударяя молотом и постепенно поворачивая изделие. Иногдаковка на молотах заменяется свободным горячим прессованием на механических или гидравлических прессах.

Ковкой в горячих штампах называетсяковка молотом нагретого металла, помещенного в ручей штампа.

Для горячей механической обработки давлением используются машины двух видов: молоты и прессы.

Молот – это машина, придающая нагретому металлу форму путем удара, а *пресс* придает металлу форму, постепенно оказывая на него давление.

Молоты по конструкции и технологическим особенностям подразделяются на паровые, паровоздушные, падающие с фрикционными дисками и пружинные.

Прессы подразделяются на гидравлические, парогидравлические, винтовые, фрикционные, эксцентриковые, кривошипные и пружинные.

Принцип действия и конструкция механических молотов отличается от принципа действия и конструкции прессов. Молоты, в отличие от прессов, вызывают сотрясение пола и здания.

Кузнечный штамп представляет собой две стальные толстые плиты, на рабочих поверхностях которых выполнены углубления, называемые ручьями, соответствующие форме обрабатываемой детали.

Для горячей объемнойковки и штамповки применяют два вида горячих штампов: открытые, имеющие только нижние ручьи, и закрытые, имеющие ручьи в обеих половинках штампа. Они могут быть одно- и многоручьевыми.

В зависимости от конструкции и массы штампуемой детали штампы могут быть односторонними (для одной детали) и многосторонними (для штамповки двух и более деталей).

По сравнению со свободнойковкой в штампах имеет ряд преимуществ: большая производительность, меньшая стоимость производства при значительных объемах выпуска поковок, более высокие механические свойства поковок, меньший расход материала, возможность изготовления заготовок сложной формы, по форме приближающихся

к готовым деталям, получение более точных размеров и чистой поверхности, простота работы, а также возможность использования работников сравнительно низкой квалификации.

Дляковки или горячей штамповки металл, в зависимости от производственных возможностей, может нагреваться в горнах, газовых или мазутных (нефтяных), электрических печах или на специальных электрических установках.

Перед закреплением штампа на молотах или прессах следует провести его наружный осмотр. Поврежденные или вышедшие из строя штампы использовать нельзя. Исправные штампы нужно правильно установить и надежно закрепить. Затем штамп подогревают до температуры 200–300 °С и выполняют пробную поковку из материала изделия.

При использовании свинца в качестве металла для проверки правильности установки штамп подогревают до 100–150 °С. Нельзя использовать штампы, если в процессе штамповки они нагрелись до температуры 500 °С; в этом случае следует прервать работу. Перед тем, как приступить к ковке, матрицу нужно смазать смесью масла с графитом или обсыпать тонким слоем мокрых опилок. Таким образом поковку предохраняют от приваривания к стенкам ручья. Нагретый и подготовленный к обработке материал нужно очистить от окалины. Очистка производится ударами или поливанием водой.

5.3. Холодная обработка

Холодной обработкой металла давлением, обычно называемой холодной штамповкой, холодным волочением или выдавливанием, называется обработка с целью изменения внешних форм металла за счет давления без изменения его физико-механических свойств. Холодная обработка металла давлением обычно осуществляется при комнатной температуре или при температуре ниже температуры рекристаллизации.

Штамповкой называется процесс придания изделию формы в штампе (в холодном или подогретом состоянии) с нарушением или без нарушения целостности (сплошности) материала.

По числу выполняемых операций штампы делятся на одно- и многооперационные.

Применяются следующие виды холодной штамповки: без физического отделения материала и без нарушения его сплошности; с отделением материала и нарушением его сплошности.

К процессам штамповки листового или полосового материала, при которых материал отделяется или нарушается его сплошность, относятся: отрезание или разрезание заготовки на части с помощью ножиц или штампов, вырубание и пробивание заготовки для получения ее определенного внешнего или внутреннего контура (производится, как правило, в штампе); обрезание по наружному контуру на ручных,

вибрационных или механических ножницах; надрезание на определенную длину (производится на ножницах или в штампах) и др.

К процессам штамповки, при которых производится изменение формы заготовки без отделения материала и нарушения его сплошности, относятся:

гибка — изменение формы оси заготовки; производится в тисках, на гибочных штампах и прессах;

вытягивание — получение из листового материала заготовок со сложными пространственными формами. Может выполняться без утонения и с утонением стенок. Производится в штампах или обтяжкой на давящих станках;

обжатие — местное уменьшение поперечного сечения полый детали, полученной вытягиванием, или детали, изготавливаемой из трубы. Производится в матрице штампа;

формование — получение из листа или ленты заготовок с пространственной формой. Производится в вытяжных и формовочных штампах;

выпучивание — придание листу или ленте пространственных форм за счет штамповки в резину, взрывом или с использования электрогидравлического или магнитно-импульсного эффекта;

разбортовывание — образование бортиков, фланцев и других подобных элементов формы; производится вручную или в штампе.

Штампом называется приспособление, служащее для изготовления деталей способом пластической деформации при помощи давления.

К основным типам штампов относятся: вырубные, вытяжные, чеканочные, гибочные, фланцовочные.

Вырубной штамп служит для вырубки из листового материала (стальной лист и лента, лист и лента из цветных металлов, бумажные изделия, кожа, искусственные материалы) изделий разных, в том числе и сложных, форм. Основные элементы вырубного штампа — пуансон и матрица.

Гибочные штампы используют для правки металлических листов, для сгибания или заворачивания края изделия.

5.4. Машины и инструмент для обработки металлов давлением

Для пластической обработки металлов используются молоты, прессы и давящие станки.

Различают следующие виды молотов: для свободнойковки (паровоздушные, воздушные, рычажные, пружинные) и дляковки в штампах (паровые, паровоздушные двухстороннего действия, падающие сфрикционными дисками и др.).

Кузнечные прессы делят на следующие виды: для резания, механические дляковки в штампах, кузнечные гидравлические, винтовые,

для гибки. Прессы для штамповки делятся на кривошипные, эксцентрик-овые, вытяжные; гидравлические прессы — на единичного, двойного, тройного действия, для штамповки диафрагм с гидравлической подушкой, для вытягивания. К ним относятся также давилые станки.

К основному кузнечному инструменту относятся: наковальня, ручной молот, зубило, пробойник, кузнечная оправка, инструмент для долбления, гладилка, гвоздильня, кузнечная форма и различного вида кузнечные клещи (рис. 37).

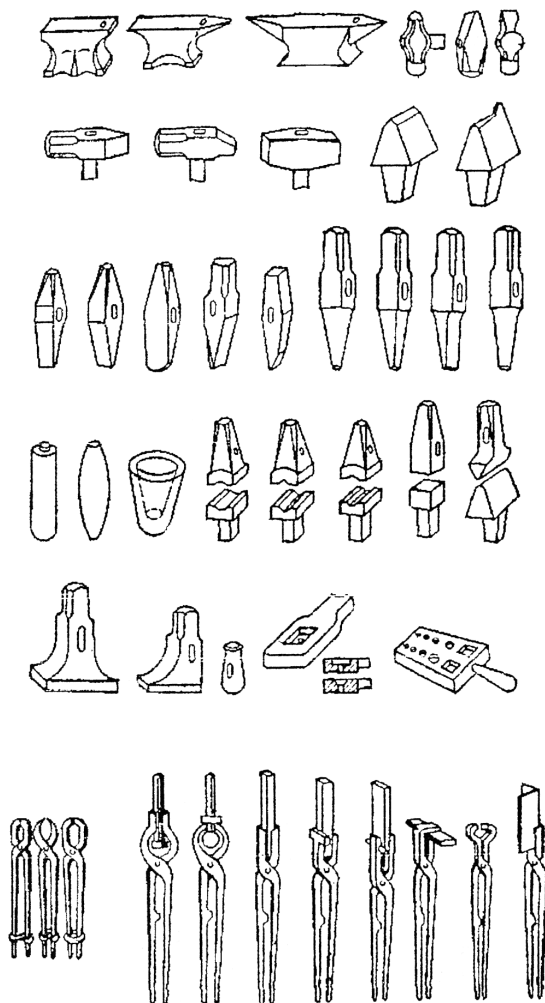


Рис. 37. Кузнечный инструмент для ручнойковки

К вспомогательным инструментам относятся: совковая и обычная лопаты, крючок, стальной лом, капельница и щетка (рис. 38) и др.

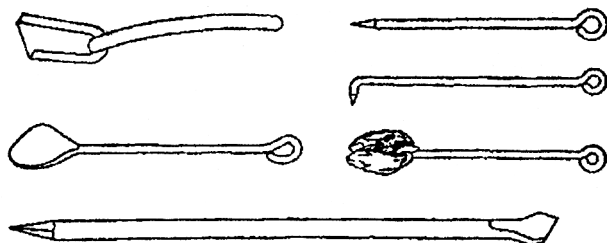


Рис. 38. Вспомогательный инструмент для обслуживания кузнечного горна

Основной инструмент для горячей обработки металлов давлением — это специальный кузнечный топор, надставка, закладочный материал, гладилка, подкладной штамп, пробойник, пережим, а также кузнечные клещи (рис. 39).

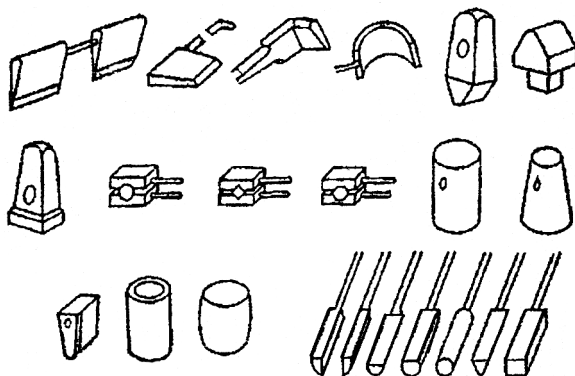


Рис. 39. Кузнечный инструмент для свободной механическойковки

Выдавливание — это формование листового металла по определенной деревянной или металлической модели, вращающейся на шпинделе давилного станка, с использованием специальных инструментов.

Различают два вида давилных станков: с люнетом и с крестовым суппортом.

Выдавливание листового материала (рис. 40, а, б) выполняется с помощью ручного или суппортного инструмента, называемого *давилником*. Ручной давилник куется из стального или латунного прутка с разной формой ручек — полированной и закругленной (рис. 40, в).

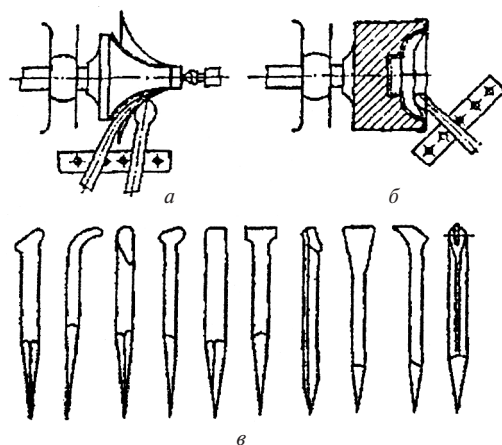


Рис. 40. Схема выдавливания (а, б) и ручной давящий инструмент (в)

При выдавливании на давящих станках используются следующие виды моделей: пустотелые, составные и эксцентриковые. Модели могут быть деревянные, стальные, чугунные, латунные или алюминиевые.

6. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ*

6.1. Газовая сварка

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения металлов в результате нагревания их источником тепла до состояния оплавления в месте соединения, давления или трения. Сварку выполняют с добавлением или без добавления присадочного материала.

Различают следующие виды сварки: газовая, дуговая, электрошлаковая, стыковая электрическая, атомная, плазменная давлением, трением, кузнечная. В настоящее время все более широкое распространение получают такие новые виды сварки, как индукционная, ультразвуковая, диффузионная, в вакууме, электронно-лучевая в вакууме, лазерная, взрывом.

Газовая сварка — это сварка с использованием пламени, получаемого при сгорании смеси различных горючих газов с кислородом.

Горючим газом, используемым для сварки, может быть: ацетилен, водород, светильный газ, пары бензина и пары бензола. Используемый горючий газ определяет вид газовой сварки (например, водородная, ацетиленовая сварка).

К основному и вспомогательному оборудованию и инструменту, используемым при ацетилено-кислородной сварке, относятся: ацетиленовый генератор или баллоны с ацетиленом, кислородом, горелка с набором наконечников, резиновые шланги, редукторы, плоские ключи по размерам гаек редукторов, а также гайка, соединяющих наконечники шлангов и наконечники горелок, ключ к вентилям баллона с ацетиленом, щиток с темными очками, тележка для перевозки баллонов, стальная щетка, молоток и клещи. Рабочее место сварщика может быть стационарным и передвижным.

Перед закреплением редуктора на баллоне следует открыть вентиль баллона с целью его продувки. После установки редуктора на баллон необходимо слегка отвинтить регулировочный болт редуктора и плавно открыть вентиль. Резкое открытие вентиля баллона может вызвать повреждение редуктора. В обратном порядке следует выполнить все операции после окончания работы. Декомпрессия манометров наступает при открытии кранов горелки.

* Подробные сведения о технологии сварочных работ можно найти в книге:

Сварочные работы: Практическое пособие для электрогазосварщика. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.

Не допускается обслуживание вентиля кислородного баллона и редуктора руками, загрязненными смазкой или маслом (или смазывание этих деталей). При соприкосновении сжатого кислорода со смазкой или маслом образуется взрывоопасная смесь.

Ацетилен — это горючий газ, в чистом виде бесцветный, без запаха и неядовитый (неприятный запах из-за примесей имеет промышленный ацетилен). Ацетилен для сварки получают в генераторах в результате взаимодействия воды и карбида кальция. При разложении 1 кг технического карбида кальция выделяется около 235–285 л ацетилена и 1675 кДж (400 ккал) тепла. Масса одного кубического метра ацетилена при температуре 0 °С — 1,17 кг. Температура ацетилено-кислородного пламени достигает 3200 °С. Ацетилен в сжатом состоянии (до 1,5 ата) и в смеси с кислородом или воздухом является взрывоопасным.

Ацетилен и карбид кальция должны храниться в отдельном сухом и проветриваемом помещении. Ацетиленовый генератор также должен находиться в отдельном помещении.

В зависимости от давления ацетилена различают генераторы низкого (0,001–0,01 Мн/м², 0,01–0,1 ата), среднего (0,01–0,15 Мн/м², 0,1–1,5 ата) и высокого давления (свыше 0,15 Мн/м², 1,5 ата). По способу загрузки генераторы делятся на ручные и автоматические.

В зависимости от принципа взаимодействия карбида кальция и воды генераторы подразделяются на три разновидности: «карбид кальция в воду», «вода подается на карбид» и контактной системы «вытеснением».

Основные части генератора: емкости для карбида кальция, для воды и для газа. К вспомогательному оборудованию относится фильтр и водяной предохранительный затвор.

Существует три вида водяных предохранительных затворов: низкого, среднего и высокого давления. Водяные предохранительные затворы бывают мембранные и безмембранные. Наибольшее распространение получили мембранные затворы. Независимо от давления водяные предохранительные затворы делятся на магистральные (установленные на генераторе) и сетевые (в сети перед рабочим местом).

Ацетиленовый баллон служит для хранения растворенного ацетилена. Баллон изготавливается горячей глубокой штамповкой или сваркой из стального листа. Внутри баллон заполнен пористой массой (древесным углем). На шейке баллона указаны его техническая характеристика и дата испытания. В верхней части баллона находится стальной вентиль, к которому с помощью хомута и нажимного винта крепится редуктор. Стальной баллон содержит около 6 м³ ацетилена, разведенного в ацетоне и сжатого под давлением 16 ата. При необходимости расходования более 800 л ацетилена в час последовательно соединяют два или три баллона.

Кислородный баллон емкостью 40 л предназначен для хранения 6000 л кислорода, сжатого под давлением до 15 Мн/м³ (150 ата). Баллоны изготавливают из высококачественной стали и наполняют газом с помощью специального оборудования на специализированных предприятиях.

Кислородные баллоны окрашивают в голубой или синий цвет, а ацетиленовые — в белый. Ацетиленовый баллон немного ниже кислородного. Если краска стерта, кислородный баллон отличают от ацетиленового по запаху (открыть вентиль баллона), по звуку удара по баллону (кислородный баллон издает чистый звук), по высоте баллона и по вентилям.

Газовые шланги, как и газовые баллоны, окрашивают в различные цвета. В голубой или синий окрашены кислородные шланги, а в серый или красный — ацетиленовые.

Ацетиленовые шланги нельзя подсоединять к кислородным баллонам, и наоборот. Несмотря на то, что внутреннее сечение ацетиленовых шлангов составляет 8 мм, а кислородных — 6 мм, прочность ацетиленовых шлангов значительно меньше. Шланги длиной свыше 5 м нельзя использовать для генератора низкого давления, так как при этом давление ацетилена может снизиться. Соединение коротких отрезков шлангов должно быть прочным и герметичным. Новые шланги необходимо продуть.

Газовая горелка предназначена для смешивания в необходимых пропорциях горючего газа с кислородом и для формирования необходимого для сварки пламени определенной интенсивности, силы, размеров и формы.

По способу подачи газа и кислорода в смесительную камеру различаются горелки инжекторные или низкого давления и безинжекторные одинакового высокого давления газа и кислорода.

Горелки инжекторного типа (низкого давления) оснащаются сменными наконечниками от № 0 до № 7. При расходе ацетилена 25—2300 л/ч ими можно сваривать сталь толщиной от 0,2 до 30 мм. Безинжекторные горелки работают при давлениях ацетилена выше 0,5 ата.

При сварке можно пользоваться только исправной горелкой, прочно соединенной с рукояткой. Следует соблюдать следующие правила: не смазывать маслом детали горелки (грозит взрывом), наконечники содержать в чистоте, не выполнять самостоятельно никакого ремонта, использовать нужное давление кислорода, отверстие наконечника закрывать медной проволокой. Нарушение правил эксплуатации может привести к отдельному хлопку или продолжительной «стрельбе» горелки, к обратному удару пламени через камеру смешивания к ацетиленовому шлангу.

Ацетилено-кислородное пламя должно быть светлым с ограниченным ядром. При таком пламени на расстоянии 2–5 мм от ядра достигается температура около 3200 °С.

При избытке кислорода образуется ядро меньшего размера, пламя приобретает светло-фиолетовый цвет. При избытке ацетилена пламя светлое, удлиненное.

Для подготовки материала к сварке необходимо выполнить скос и зачистку кромок свариваемых деталей, их пригонку и предварительную прихватку, а также подогрев материала (в случае если он пружинит).

Скос кромок свариваемых деталей выполняется для того, чтобы сварщик имел возможность наплавить материал по всей толщине. На материалах толщиной до 4 мм скос не выполняется; они только зачищаются и подгоняются. На материалах толщиной более 4 мм делается односторонний скос в форме буквы У, на материалах толщиной более 12 мм – двухсторонний скос в форме буквы Х.

Различают три вида ацетиленовой сварки: влево, вправо и вверх. Кроме того, в зависимости от положения шва различаются горизонтальная, настенная (вертикальная), потолочная сварка, а также сварка под углом.

Газовой сваркой можно соединять металлические листы толщиной от 0,4 до 40 мм.

Сталь обычная (низкоуглеродистая – с малым содержанием углерода) сваривается хорошо и легко с помощью ацетилено-кислородного пламени. В качестве присадочного материала используют стальные прутки (табл. 26).

Таблица 26

Размеры наконечников горелок и диаметров прутков

Толщина свариваемого материала, мм	Расход ацетилена, л/ч	Расход кислорода л/ч	Диаметр прутка для сварки мм	Номер наконечника
0,5–1,0	75	85	2	0
1,0–2,0	150	165	2	1
2,0–4,0	300	330	2–3	2
4,0–6,0	500	550	3–4	3
6,0–9,0	750	825	3–5	4
9,0–14,0	1200	1300	4–6	5
14,0–20,0	1700	1850	6–8	6
20,0–30,0	2500	2750	6–8	7

Улучшения качества шва добиваются горячей ковкой (цвет ярко-красный) и отжигом. Как внутренние швы, так и швы внахлестку при сварке стальных листов толщиной более 40 мм нужно выполнять электрической дугой. Среднеуглеродистые стали следует сваривать как можно быстрее, за один проход, так как может произойти выгорание углерода, перегрев стали и образование шлака в шве. После сварки высокоуглеродистой стали шов необходимо подвергнуть ковке при температуре 800 °С. После сварки иковки изделия следует отжечь. Изделия из высокоуглеродистой стали отжигают при температуре 920 °С, а после остывания вновь отжигают при температуре 650 °С. Среднеуглеродистую сталь отжигают при температуре 800 °С. Хромоникелевые и никелевые стали сваривают, используя флюсы, пасты и присадочные материалы. Стальные отливки с температурой плавления 1400–1500 °С сваривают так же, как сталь.

Чугун можно сваривать в холодном или в подогретом состоянии. Чтобы не было пережогов свариваемых изделий, их следует перед сваркой разогреть, а после сварки охладить в горячем песке или в золе.

Мягкий шов получают, сваривая изделия чугунными прутками с примесью кремния. Из-за большой текучести расплавленного чугуна сварка должна быть горизонтальной. Кроме того, ее нужно выполнять быстро, за один проход. Флюсы при сварке используются с целью образования шлака, который предохраняет расплавленный металл от адсорбции газов и образования пузырьков.

К наиболее часто встречающимся видам брака при сварке относятся: излишнее или недостаточное расплавление металла, пережог, окисление или науглероживание, прихватывание материала, излишек или недостаток присадочного материала в шве (пористость шва), уменьшение толщины стенок материала, а также низкое качество сварного шва в его начале и конце.

6.2. Электрическая сварка

При электрической сварке нагрев металла производится с помощью электричества. В зависимости от принципа превращения электрической энергии в тепловую различают следующие виды сварки: дуговая, электрошлаковая, контактная, индукционная и электронно-лучевая.

Вид дуговой сварки зависит от используемого электрода. Применяются угольные (способ Бенардеса) или металлические электроды (способ Славянова).

Дуговую электрическую сварку можно применять для сварки металлических листов толщиной 1–80 мм. Применение электрошлаковой сварки позволяет сваривать материалы значительно большей толщины.

Электрическая дуга представляет собой мощный продолжительный электрический разряд в газах, который сопровождается выделением значительного количества тепла и света. Электрическая дуга при сварке называется сварочной. Она служит для расплавления свариваемых частей изделия и электрода, металлом которого заполняется сварной шов. Дуга может возникнуть вследствие образования искры между электродами, расположенными на небольшом расстоянии друг от друга или вследствие соприкосновения электродов и последующего их некоторого разведения.

К инструменту для дуговой сварки может быть подведен постоянный или переменный ток.

Температура электрической сварочной дуги достигает 6000 °С при рабочей температуре в зоне сварки порядка 3500 °С. Электрическая дуга постоянного тока имеет более высокую температуру на положительном полюсе, в то время как дуга переменного тока имеет наивысшую температуру на обоих полюсах. Температура электрической сварочной дуги зависит от силы электрического тока, протекающего через дугу. Чем больше сила тока, тем больше выделяется тепла, поэтому можно расплавить более толстый материал и использовать более толстый электрод. По мере отдаления электрода от свариваемого материала количество выделяемого тепла уменьшается.

Для дуговой сварки применяются переносные и стационарные сварочные агрегаты. В качестве переносных используют сварочные трансформаторы, в качестве стационарных — сварочные генераторы и выпрямители. Они могут быть одно- и многопостовыми с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания.

Для дуговой сварки необходимы сварочный трансформатор или сварочный генератор вместе с кабелем низкого напряжения соответствующего сечения, рабочее место с электрододержателем, приспособлениями и защитными щитами.

При дуговой сварке сварщик должен иметь защитную маску с темным стеклом, держатель для электродов, инструмент для удаления шлака (молоток, зубило), стальную щетку, рукавицы и специальную обувь.

Различают два основных вида электродов для дуговой сварки: металлические и угольные. Металлические электроды могут быть голые, трубчатые (в которых флюс находится внутри трубки) и обмазанные.

Металлические электроды изготавливаются толщиной 2–6 мм и длиной 350–450 мм. Они подразделяются на электроды для сваривания углеродистых и легированных конструкционных сталей, для сваривания легированных жаропрочных сталей, для сваривания высоколегированных сталей с особыми свойствами и для наплавки поверхностей. Диаметр электрода зависит от толщины свариваемого металла (табл. 27).

Таблица 27

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм
1–2	1,5–2,5
3	3
4–5	3–4
6–12	4–5
13 и более	5 и более

При сварке металлов необмазанным электродом в связи с окислением сварного шва и насыщением его азотом шов получается хрупким, с газовыми включениями. При применении обмазки электрода металл не поглощает азот и не окисляется. Это ведет к улучшению механических свойств шва. Кроме того в металл шва из обмазанного электрода проникают такие составляющие, как марганец, никель, хром, кремний, титан и др.

Обмазка электрода, расплавляясь, оставляет на поверхности сварного шва шлак, который защищает металл от воздуха, что ведет к постепенному охлаждению металла и, в свою очередь, к свободному выделению газов из шва, а также к уменьшению напряжений в шве. В зависимости от соединяемых материалов используются электроды с обмазкой различного химического состава.

По толщине обмазки электроды делятся на тонкообмазанные (0,2–0,4 мм), среднеобмазанные (от 0,5–до 0,8 мм) и толстообмазанные (0,9–1,5мм).

Для сварки малоуглеродистых сталей широко применяются электроды марок АНО-4, УОНИ-13/45 и др. В обмазку этих электродов входит 53 % мрамора, 18 % плавикового шпата, 9 % кремнезема, 15 % ферротитана, 3 % ферросилиция и 2 % ферромарганца.

Используются также специальные обмазанные электроды, предназначенные для сварки меди, бронзы, чугуна, алюминия, жаропрочной и нержавеющей стали. Химический состав таких электродов близок к химическому составу свариваемого материала.

Ручной дуговой сваркой можно получить следующие сварочные соединения: стыковое, внахлестку, угловое, тавровое а также ряд других, в том числе опорное, крестообразное. Различают следующие виды швов: отбортованные, стыковые, угловые, с отверстием, прорезные, а также одно- и многослойные.

Сварочное оборудование к источнику тока должен подключать квалифицированный электрик.

Силу тока при сварке подбирают в зависимости от толщины и вида электрода, вида и толщины свариваемого материала, вида соединения и положения сварки, а также от температуры плавления свариваемого изделия.

Сварка стали с малым содержанием углерода (мягкая сталь) при правильно подобранных электродах и силе тока не представляет особых затруднений.

Сталь с содержанием углерода выше 0,25 % сваривать сложнее. Материал вокруг шва во время сварки нагревается, а затем быстро охлаждается, становясь твердым и хрупким. Устранить эти недостатки сварки, как и перегрев материала, можно путем отжига при температуре 900 °С.

Для сварки углеродистой стали с содержанием углерода выше 0,35 % следует применять соответствующие электроды.

Легированные стали следует сваривать после предварительного ознакомления с их механическими свойствами и химическим составом, температурой нагрева и охлаждения, используя правильно подобранные электроды.

Дуговую сварку чугуна при ремонте изделий или устранении литейных дефектов выполняют без нагрева или с нагревом свариваемого изделия. При сварке с подогревом изделия нагревают до температуры 500–700 °С и сваривают чугунными электродами. После окончания сварки изделие нужно постепенно охладить.

Частично ограничить деформации, возникающие при сварке, можно следующими способами: уложить или установить свариваемые элементы перед сваркой под таким углом, чтобы после сварки под влиянием усадки металла они приняли нужное положение; установить или уложить свариваемые элементы в приспособления так, чтобы они не подвергались деформации (при этом, правда, могут появляться пузырьки в шве); сваривать элементы так, чтобы происходило взаимное гашение напряжений, появившихся в швах в результате прихватки элементов. При этом большое значение имеет правильный выбор швов, а также соблюдение последовательности операций при формировании шва.

6.3. Газокислородное резание металла

Для газокислородного резания металлов применяют водород, ацетилен, природный и нефтяной газ и др. При этом используются специальные резаки с мундштуками на конце, позволяющие смешивать газы и формировать необходимую форму пламени.

Перед газокислородной резкой необходимо отрегулировать пламя горелки для нагревания металла при закрытом газопроводе, по которому поступает кислород. После регулировки пламени металл нужно подогреть до 1200–1300 °С (ярко-красный цвет), а затем открыть кран дополнительного кислородного газопровода и начать резку металла. Продвижение горелки при резке металла должно быть постепенным

и равномерным. Скорость продвижения горелки зависит от толщины разрезаемого материала. Разрезаемый металл должен быть очищен от грязи и коррозии. Горелка должна быть исправной, а мундштук следует подбирать по толщине разрезаемого материала.

Используются два способа газокислородного резания металла: ручное и машинное.

Ручное газокислородное резание производится резаком инжекторного типа. При давлении ацетилена $0,001-0,15 \text{ Мн/м}^2$ ($0,01-1,5 \text{ ата}$) и давлении кислорода $0,3-1,2 \text{ Мн/м}^2$ ($3-12 \text{ ата}$) можно разрезать сталь толщиной до 300 мм.

Машинное резание металла толщиной 3–100 мм производится с помощью специальных переносных приспособлений и газорезательных машин типа ПЭЛ-60, ПВЛ-60.

Автоматическое газокислородное резание может производиться газорезательными автоматами АСШ-2, АСШ-70, «Одесса» и др.

Для получения ровной линии резки при газовой резке металла применяется каретка. Она крепится к наконечнику горелки и перемещается вдоль линейки или шаблона.

Резать газокислородным пламенем можно не все металлы, а только те, которые удовлетворяют следующим требованиям: температура сгорания металла должна быть ниже, чем его температура плавления; температура плавления окислов металла должна быть ниже температуры плавления металла. Это углеродистые стали с содержанием углерода до 0,7 %. Стали с большим содержанием углерода, а также чугуны и высоколегированные стали, цветные металлы и их сплавы обычными способами не режутся.

6.4. Требования безопасности и охраны труда*

Большое количество карбида кальция следует хранить в специально построенных и оборудованных для этой цели помещениях. В местах использования ацетилена количество карбида не должно превышать дневной нормы расхода. Ни на складах карбида, ни вблизи них нельзя курить и зажигать огонь.

*Вопросы охраны труда при выполнении сварочных работ подробно рассмотрены в следующих изданиях:

Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда при выполнении сварочных и газорезательных работ (сборник типовых инструкций). — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

Сборник типовых инструкций по охране труда при выполнении сварочных и станочных работ. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

Пособие по безопасному проведению сварочных работ. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

Газовые баллоны нужно транспортировать с соблюдением всех мер предосторожности: не бросать и не катить, предохранять от ударов и сотрясений. При транспортировке на дальние расстояния по железной дороге или автотранспортом газовые баллоны нужно устанавливать в специальные рамы. При транспортировке на короткое расстояние следует использовать специальные тележки.

Газовые баллоны при хранении на складах должны быть установлены вертикально и закреплены (от падения) пояском, цепочкой или штангой.

Следует избегать длительного нахождения баллона на солнце; если он нагрелся — охлаждать водой.

Недопустима смазка вентиля кислородного баллона и приближение к нему с загрязненными смазкой руками. Смазка или масло в соприкосновении со сжатым кислородом и горючим газом могут привести к возникновению взрывоопасной смеси.

Вентиль баллона после окончания работы и при транспортировке следует закрывать колпаком.

Если в помещении вспыхнул пожар, следует как можно быстрее вынести газовые баллоны в безопасное место. Газовые баллоны, а также ацетиленовые генераторы следует устанавливать на расстоянии не менее 5 м от открытого огня.

Поврежденные цистерны, в которых транспортировались или хранились легковоспламеняющиеся вещества, можно ремонтировать с применением сварки только после их очистки и мойки. Для предохранения от возможного взрыва находящихся внутри остатков горючих веществ или их паров желательно перед сваркой заполнить их инертным газом или водой.

Цистерны для легковоспламеняющихся веществ, даже много лет не используемые, представляют наибольшую опасность для сварщика. Такие цистерны необходимо как следует очистить, промыть, наполнить водой и только после этого сваривать.

Необходимо контролировать герметичность мест соединения резиновых газовых шлангов и отдельных частей генератора. Наиболее простой и безопасный способ проверки герметичности состоит в смазке проверяемых мест мыльной водой. При утечке газа в мыльной воде сразу же появляются пузыри.

Помещение сварочного участка должно быть светлым, просторным и хорошо вентилируемым. Сварка в маленьких и плохо проветриваемых помещениях очень вредна для здоровья работающих, особенно сварка цинка, олова или изделий, покрытых суриком или смазками.

7. ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ИЗМЕРЕНИЯ

7.1. Общие положения

Различают три основных типа производства: единичное (единичный выпуск различных изделий), серийное (выпуск партиями изделий одинаковой конструкции в определенные промежутки времени) и массовое (выпуск большого количества изделий одного вида и конструкции на протяжении длительного времени).

Серийное производство, в свою очередь, подразделяется на мелко-серийное, серийное и крупносерийное.

Производство относят к тому или иному типу в достаточной мере условно. Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования, который представляет собой отношение числа различных операций O , необходимых для производства продукции, к числу рабочих мест, на которых выполняются эти операции P :

$$K_{з.о.} = O / P$$

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициента закрепления операций (табл. 28):

Таблица 28

Тип производства	$K_{з.о.}$
Массовое	1
Крупносерийное	Свыше 1 до 10
Серийное	10 до 20
Мелкосерийное	Свыше 20 до 40
Единичное	Свыше 40

Взаимозаменяемостью называется такое свойство выполненных отдельных деталей, которое дает возможность без дополнительной обработки или подгонки соединять их во время сборки или при замене поврежденных или вышедших из строя в процессе эксплуатации деталей с сохранением заданного качества изделия.

Производство взаимозаменяемых деталей дает возможность специализировать предприятия, что снижает затраты на изготовление этих деталей, увеличивает производительность труда, а также исключает ручную доработку деталей в процессе сборки и ремонта.

Для изготовления какой-либо детали заготовку (отливку, поковку, штамповку) подвергают механической или другим видам обработки в соответствии с требованиями чертежа и технических условий. Заготовки должны иметь определенные припуски на обработку, обеспечивающие получение деталей в пределах заданных чертежом конфигурации (формы), размеров и допусков на их выполнение, а также определенные физико-механические свойства обработанных поверхностей.

Величина припуска на обработку зависит от вида материала, величины и массы детали, объема ее выпуска (объема производства), способа изготовления заготовки, а также от требований точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей на детали.

7.2. Шероховатость поверхности и допуски

Поверхности всех деталей после механической обработки не являются идеально гладкими, так как режущие кромки инструмента оставляют на поверхности следы в виде определенных неровностей и гребешков.

Совокупность всех неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине называется *шероховатостью*.

Основными характеристиками шероховатости обработанных поверхностей являются высотные и шаговые параметры. К высотным относятся среднее арифметическое отклонение профиля, высота неровностей профиля по десяти точкам и наибольшая высота неровностей профиля. Шаговыми параметрами шероховатости являются средний шаг неровностей и опорная длина профиля.

Шероховатость поверхности характеризуется также рядом дополнительных параметров: радиусы закругления выступов и впадин микронеровностей, угол наклона боковых сторон микронеровностей и направление штрихов обработки на поверхности детали.

Шероховатость поверхности обозначается специальными знаками и вписанными над ними величин допустимой шероховатости в микрометрах.

Размеры детали, которые указываются на техническом чертеже, называются номинальными, а размеры, фактически получаемые в результате обработки детали, называются действительными. Действительный размер всегда немного отличается от номинального, так как на практике получить номинальный размер почти невозможно.

С целью достижения определенной точности выполнения детали на чертеже указывается допуск на номинальный размер, определяющий границы допустимой ошибки при изготовлении. Допуску на номинальный размер соответствуют предельные размеры, в рамках которых деталь считается годной.

Верхний и нижний предельные размеры определяются допуском на номинальный размер. Большой из двух размеров, обычно обозначаемый буквой B , — это верхний предельный размер; меньший, обозначаемый буквой A , — нижний предельный размер.

Допуск на размер T является арифметической разницей между верхним и нижним предельными размерами:

$$T = B - A.$$

Отклонением от номинального размера называется арифметическая разность между верхним или нижним предельными размерами и номинальным размером D . При этом верхнее отклонение определяется как

$$G = B - D,$$

а нижнее —

$$F = D - A.$$

Если верхний предельный размер больше номинального, то отклонение ставится со знаком плюс; нижнее отклонение имеет знак минус. Когда один из предельных размеров равен номинальному, то отклонение равно нулю и в чертежах не ставится.

Величину допуска можно определить по разности между верхним и нижним предельным размерами.

Различают следующие виды допусков: симметричный — оба отклонения имеют одинаковую величину и отличаются только знаком; асимметричный — одно отклонение равно нулю; асимметричный двухсторонний — величины и знаки отклонений различны; асимметричный односторонний — оба отклонения имеют одинаковые знаки.

7.3. Посадки

Посадкой называется взаимное соединение двух деталей машин с одинаковыми номинальными размерами и их определенными отклонениями.

Целью посадок является достижение правильного (в соответствии с технической документацией) соединения элементов и деталей машин для их совместной работы, а также обеспечение взаимозаменяемости при сборке и ремонте в эксплуатации. Посадка определяет характер соединения двух деталей, зависящий от зазора или натяга, полученных в результате их обработки, при сборке машины.

Система допусков по посадкам разделяется на *систему отверстий* и *систему вала*.

Зазором называется положительная разница между размерами отверстия и вала. Зазор тем больше, чем больше разница между действительным размером отверстия и действительным размером вала.

Натягом называется положительная разность между размером вала и размером отверстия. Натяг возникает, когда размер вала больше размера отверстия. При этом зазор отсутствует.

В системе допусков предусмотрено три вида отклонений от номинального размера: верхнее, нижнее и основное. Основное отклонение — это отклонение, ближайшее к нулевой линии. Оно определяет положение поля допуска относительно номинального размера.

Поля допусков обозначаются буквами латинского алфавита, для отверстий прописными (*A, B, C, D* и др.), для валов — строчными (*a, b, c, d* и др.).

Все возможные размеры до 3150 мм разбиты на интервалы, которые образуют три группы размеров: до 1 мм, от 1 мм до 500 мм и от 500 мм до 3150 мм. В каждой группе предусмотрены различные ряды полей допусков и рекомендуемые посадки, из которых предпочтительными являются посадки в системе отверстия.

Поле допуска отверстия *H* является основным в системе отверстия, его нижнее отклонение равно нулю. Основным для вала является поле допуска *h*, его верхнее отклонение равно нулю.

Посадки делятся на три группы: с гарантированным натягом (пресовые), с гарантированным зазором (подвижные) и переходные.

Допуском посадки называется разница между наибольшим и наименьшим зазором в посадках с зазорами и разница между наибольшим и наименьшим натягом в посадках с натягом. В переходных посадках допуск посадки равен разности между наибольшим и наименьшим натягом или сумме наибольшего натяга и наибольшего зазора.

Допуск посадки также равен сумме допусков на отверстие и вал.

В системе вала основным является вал, верхнее отклонение диаметра которого равно нулю. В посадках по системе вала различные зазоры и натяги получают соединением различных по диаметру отверстий с основным валом.

В системе отверстия основным является диаметр отверстия, нижнее отклонение которого равно нулю. В посадках по системе отверстия различные зазоры и натяги получают соединением различных по диаметру валов с основным отверстием.

Посадка в системе отверстия обозначается путем проставления номинального размера, символа посадки отверстия (большая буква), а затем числа, обозначающего качество точности.

Посадка в системе вала обозначается путем проставления номинального размера, затем символа посадки вала (маленькая буква), а также числа, обозначающего качество точности.

В машиностроении преимущественно используется система отверстия, так как она дает возможность уменьшить количество потребных размеров режущего и мерительного инструмента для выполнения

отверстий. Изготовление вала с размером в пределах нужной посадки значительно проще изготовления отверстия.

Предпочтительные посадки — это рекомендуемые и чаще всего используемые посадки. В таблицах посадок предпочтительные посадки выделяются рамками.

7.4. Измерения

Целью измерений является систематический контроль выпускаемых изделий, а также проверка соответствия полученных в процессе обработки размеров требуемым (по чертежам и техническим условиям) допускам.

По способу получения значений измеряемых величин методы измерений подразделяются на абсолютные и относительные, прямые и косвенные, контактные и бесконтактные.

Абсолютный метод измерения характеризуется определением всей измеряемой величины непосредственно по показаниям измерительного средства (например, измерение штангенциркулем).

Относительное (сравнительное) измерение — это метод, при котором определяют отклонение измеряемой величины от известного размера, установочной меры или образца (например, контроль с помощью индикаторного устройства).

При *прямом методе измерения* при помощи измерительного средства (например, микрометра) непосредственно измеряется заданная величина (например, диаметр вала).

При *косвенном методе измерения* искомая величина определяется путем прямых измерений других величин, связанных с искомой определенной зависимостью.

Контактный метод измерения заключается в том, что при измерении происходит соприкосновение поверхности измеряемого изделия и измерительного средства.

При *бесконтактном методе* поверхности измеряемой детали и измерительного средства не соприкасаются (например, при использовании оптических средств или пневматических струйных измерительных устройств).

8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕМОНТАЖЕ, РЕМОНТЕ И СБОРКЕ*

8.1. Назначение и виды ремонта

Демонтажем называются операции разборки машины или оборудования на сборочные единицы, узлы и детали. При этом производится разборка разъемных, а в ряде случаев и неразъемных соединений.

Ремонтом машины называется восстановление работоспособности, точности, мощности, скорости и других параметров машины, определяющих ее служебное назначение. Ремонт может производиться в результате поломок, выхода из строя или износа как отдельных деталей, так и узлов или всей машины в целом.

Сборкой машины называются операции соединения деталей в сборочные единицы и узлы таким образом, чтобы после сборки они составили машину, годную к эксплуатации и отвечающую ее служебному назначению.

Для обеспечения технической исправности машин и оборудования нужно систематически следить за их техническим состоянием и обслуживать в соответствии с инструкциями по эксплуатации и ремонту. Кроме того, следует строго соблюдать сроки профилактических осмотров и планово-предупредительных ремонтов.

Различают следующие виды ремонта: технический осмотр, планово-предупредительный (текущий), средний и капитальный ремонт.

8.2. Место и условия ремонта

Место работы слесаря по ремонту находится при объекте, который подлежит ремонту (возле машины, оборудования, механизма и т. д.). Место работы слесаря по ремонту может быть постоянным или временным в зависимости от величины и места установки объекта ремонта, а также в зависимости от того, подвижный этот объект (может

*Вопросы организации и выполнения ремонтных работ подробно рассмотрены в следующих изданиях:

Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: Справочник. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.

Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006.

менять место установки с помощью собственных, приводящих его в движение средств) или неподвижный.

Место ремонта объекта оказывает значительное влияние на процесс и качество ремонта. При ремонте объекта, находящегося на открытом воздухе, подверженного воздействиям атмосферных явлений и пыли, а также при отсутствии вблизи объекта технической базы процесс ремонта должен быть организован таким образом, чтобы отрицательные факторы, связанные с местом ремонта, не влияли на его качество.

Желательно, чтобы место ремонта было постоянным. С этой целью на промышленных предприятиях строятся специальные ремонтные цехи и участки в производственных цехах, оснащенные соответствующим оборудованием и механизмами. Если размеры объекта, место его установки или цели, для которых он служит, не дают возможности проводить ремонт в закрытом помещении, следует специально подготовить место ремонта. В таких случаях рекомендуется использовать тенты, настилы, обогревательные устройства, подвижные тележки т. п.

В условиях мастерской или небольшого цеха место работы и объект готовят к ремонту руководители этих подразделений. Ремонт производится либо производственным персоналом, либо ремонтной бригадой.

В крупных цехах и на заводах подготовку к ремонту и ремонт могут осуществлять специализированные ремонтные организации или специализированные ремонтные службы завода и цеха. В случае ремонта оборудования специализированными ремонтными организациями предприятие или цех-заказчик обязаны провести полную подготовку места для ремонта и объекта, подлежащего ремонту, к его демонтажу, разборке и проведению ремонта. Они обязаны обеспечить ремонтной бригаде соответствующие условия для ремонта, снабдить подъемно-транспортными и вспомогательными средствами.

Аварийный ремонт может проводиться на месте постоянной установки или размещения объекта или (в зависимости от сложности ремонта) в условиях специализированного ремонтного участка, цеха или предприятия.

Расположение места аварийного ремонта зависит от степени сложности и необходимого срока ремонта, величины и сложности ремонтируемого объекта, от того, подвижный это объект или стационарный, от выполняемых ремонтируемым объектом функций, от наличия годных запасных деталей и узлов, вышедших из строя при аварии, от сложности заменяемых деталей, от условий и возможности доставки объекта к месту ремонта или ремонтной бригады на место располо-

жения аварийного объекта, а также от расстояния, которое отделяет ремонтную базу или ремонтный участок от стационарного аварийного объекта.

Количество слесарей, занятых ремонтом объекта, зависит от вида и характера ремонта, его трудоемкости, а также от срока окончания ремонта.

Ремонтной бригадой руководит бригадир, а при ремонте больших объектов — мастер или начальник участка. Они отвечают за организацию и сроки проведения ремонтных работ, качество ремонта и безопасные условия труда подчиненного персонала.

Бригадир, независимо от его административно-технических обязанностей и руководства бригадой, должен непосредственно принимать участие в ремонте объекта. Он обязан досконально знать ремонтируемый объект, группу сложности ремонта, технические требования на детали и узлы, подлежащие ремонту или замене, должен осуществлять текущее наблюдение и техническое руководство всеми работами, должен принимать все необходимые решения по возникающим в процессе ремонта вопросам.

8.3. Оборудование, инструмент и приспособления

В зависимости от типа и вида машин и оборудования, а также от вида и характера ремонта используются соответствующий инструмент, приспособления и оборудование. Общим для любого вида ремонта является следующий инструмент: слесарный — молотки, постоянные и раздвижные ключи, зубила, напильники, ножовки, отвертки, выколотки, различного рода съемники, шаберы; универсальный мерительный — линейки, штангенциркули и др.; электрический и пневматический — дрели, гайковерты и др. При ремонте оборудования могут понадобиться паяльные лампы и инструмент для пайки. В ряде случаев может понадобиться оборудование для газовой или электрической сварки и резки, инструмент для клепки, приспособления для гибки, обжатия и развальцовки труб, а также вибрационные машинки для резки металла. Во всех случаях для работы слесарей-ремонтников необходимы верстаки с тисками.

При ремонте тяжелых и больших объектов применяются грузоподъемные средства (треноги с таями, лебедки, самоходные или стационарные краны, электро- или автопогрузчики, тележки или другие виды подъемно-транспортных средств).

К вспомогательным материалам, используемым при ремонте, относятся очищающие и моющие средства (керосин, щелочные растворы, моющие растворы и др.), масла, ветошь, древесина, асбест, бензин,

охлаждающие средства, хлорид цинка, краски, фетр, резина, присадочный материал для пайки, свинцовый сурик, смазки, кокс, уголь, вазелин, мел, соляная кислота и др.

Перед началом ремонта необходимо произвести наружный осмотр объекта и определить опасные места, произвести осмотр оборудования, проверить техническую исправность инструмента, приспособлений и оборудования. Места, угрожающие безопасности занятых ремонтом работников, следует обезопасить и обозначить так, чтобы они были хорошо заметны.

К обслуживанию подъемно-транспортных механизмов, кранов, сварочного и другого оборудования допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию. Они должны быть хорошо обучены, знакомы с обслуживанием и эксплуатацией данного вида оборудования, а также должны иметь разрешение на выполнение этих видов работ.

8.4. Подготовка объекта к ремонту и демонтаж

Основанием и необходимым условием для выполнения ремонта является предварительно разработанный план осмотров и планово-предупредительных ремонтов. Основанием для ремонта может служить также преждевременная потеря объектом точности, мощности, скорости или других параметров, а также его аварийное состояние.

Аварийный ремонт производится в случае неожиданного выхода из строя машины или механизма и связанной с этим остановки производства. Перед началом ликвидации последствий аварии необходимо выяснить причину повреждения и оценить причиненный ущерб.

Перед сдачей объекта в ремонт следует подготовить ремонтную документацию. В этой документации указываются вид и характер ремонта, график ремонта, определяющий сроки начала и окончания ремонта, а также сроки этапов его проведения, спецификация деталей, подлежащих замене при ремонте объекта, спецификация покупных деталей и деталей, подлежащих изготовлению, спецификация необходимых вспомогательных материалов. В случае привлечения для ремонта сторонних организаций (электриков, сантехников и др.) с ними необходимо заключить соответствующий договор. Обязательным является составление сметы на ремонт с соответствующей калькуляцией.

Перед началом ремонта объект следует очистить от грязи, смазки, при необходимости — от старой краски (при ремонте кузовов автомобилей, вагонов, судов и т. д.). Подлежащие ремонту машины или механизмы, отправляемые для ремонта на специализированные ремонтные предприятия, должны быть освобождены от специальных видов

оснащения, инструмента и вспомогательного оборудования, не подлежащих ремонту. Передача объекта для ремонта оформляется соответствующим приемно-сдаточным документом, в котором указывается вид необходимого ремонта и комплектность сдаваемого в ремонт оборудования.

Место ремонта объекта также необходимо очистить от грязи, металлического лома и стружки, ненужного материала и средств организации рабочего места (тумбочек, стеллажей, рольгангов и т. д.). Пол должен быть ровным и чистым, без следов смазки и масел. Подход или подъезд к месту ремонта должен быть свободным, а вокруг подлежащего ремонту объекта должна быть достаточная свободная площадь для свободного передвижения ремонтников и размещения снимаемых с объекта при демонтаже деталей и узлов. Помещение, где должен производиться ремонт, должно иметь достаточное освещение, как естественное, так и искусственными источниками (общее и местное — напряжением, соответственно, 220 и 24 В). При ремонтах крупных объектов на месте ремонта необходимо наличие аптечки или пункта оказания медицинской помощи травмированным при ремонте работникам, а также противопожарных средств (огнетушитель, ведро, топор, багор и др.).

При ремонте объекта на открытом воздухе кроме выше указанных мер должно быть предусмотрено устройство тента или перекрытия для защиты работающих от атмосферных осадков и действия прямых солнечных лучей; в зимний период должно быть предусмотрено временное утепление места ремонта.

Перед началом демонтажа (разборки) необходимо произвести наружный осмотр объекта ремонта или ознакомиться с ним по технической документации (чертежам, технических условиям и др.). После ознакомления с объектом ремонта приступают к его разборке. Разборку производят в соответствии с указанной в технической документации последовательностью. Сначала машина или механизм разбираются на отдельные сборочные единицы или узлы, которые, в свою очередь, разбираются на детали.

Для поддержания определенного порядка на рабочих местах при ремонте каждый слесарь-ремонтник должен иметь металлический ящик легкой конструкции или корзину, в которые при разборке в определенном порядке складываются детали. Это обеспечивает сохранность деталей, облегчает проверку их годности, предохраняет от возможных потерь.

Подшипники качения, зубчатые колеса и шкивы снимаются при помощи специальных съемников.

Детали машин или сборочные единицы и узлы неразъемных соединений разбираются с помощью зубила и молотка, сварочного обо-

рудования, ножовки или путем расклепки деталей. Эти операции должны выполняться осторожно, чтобы не повредить поверхности деталей, которые в дальнейшем будут опять использованы.

Демонтаж и разборка деталей и сборочных единиц разъемных соединений выполняются с использованием разного рода ключей, выколоток, различного вида и конструкции съемников, а также других инструментов. Разборку винтовых соединений можно облегчить, смазывая резьбовые детали керосином, маслом или непродолжительное время нагревая гайки.

После разборки детали следует обезжирить и тщательно промыть. Для этой цели используют керосин, а также специальные щелочные или другие составы и химические растворы. Детали промывают в специальных бачках или ваннах; при этом используют кисти или сжатый воздух. В специализированных ремонтных цехах или на участках в ряде случаев применяются специальные моечные машины с подачей моющей жидкости под давлением. После промывки деталей в моющем растворе они должны быть повторно промыты в горячей воде и высушены в струе теплого воздуха.

Промывать детали следует в защитной одежде и очках, соблюдая необходимые меры безопасности.

Очищенную, промытую и высушенную деталь нужно проверить на соответствие требованиям чертежа. Проверка и оценка технического состояния детали покажет, может ли она вновь быть использована в машине. С этой целью следует произвести наружный осмотр детали, проверку ее размеров, а также установить, находятся ли действительные размеры поверхностей детали в пределах допусков, в которых данная деталь может работать. Проверка производится, как правило, с помощью универсального мерительного инструмента.

Основанием для замены детали во время ремонта является выход детали из строя в результате ее износа в процессе эксплуатации, конструктивных недостатков, отклонений в технологии ее изготовления, неправильного обслуживания при эксплуатации или в результате аварии. Если заменяемой детали нет на складе, то вышедшую из строя деталь можно изготовить заново или восстановить путем сварки, наплавки с последующей обработкой или перешлифовкой на ремонтный размер.

Новая деталь изготавливается на основании производственной документации. В случае изготовления детали на специализированном ремонтном предприятии это заказ на изготовление, рабочий чертеж и технические условия. На базе этих документов на ремонтном предприятии разрабатывается технологический процесс изготовления детали.

После получения новой детали перед ее установкой в машину необходимо проверить ее соответствие чертежу и техническим условиям по точности, шероховатости обработки, твердости и другим показателям. Проверка качества детали производится точным мерительным инструментом.

8.5. Организация ремонта

Организатором ремонта является механик мастерской или цеха. Ремонтной службой завода руководит главный механик завода, которому подчинен ремонтный цех или мастерская завода. Непосредственным организатором выполнения ремонтных операций является бригадир или мастер.

Организация ремонта основана на системе планово-предупредительных и капитальных ремонтов, постоянном контроле технического состояния оборудования, а также на твердых знаниях характеристик эксплуатируемого оборудования и технологии ремонтных работ.

Хорошая организация ремонта предусматривает тщательный подбор специалистов при формировании ремонтных бригад, подготовку и полное обеспечение бригад необходимым инструментом, приспособлениями и оборудованием, а также материалами и запасными частями к ремонтируемому оборудованию.

Сроки и качество ремонта зависят от квалификации и организаторских способностей руководителя ремонтных работ.

8.6. Сборка деталей и узлов

Различают сборку, основанную на полной взаимозаменяемости, частичной взаимозаменяемости, селективной подборке деталей, подгонке, а также сборке с регулировкой.

Непосредственно перед началом сборки следует еще раз произвести наружный осмотр всех деталей, входящих в сборочный комплект или узел. При этом необходимо убедиться, что детали соответствуют собираемому узлу или сборочной единице и могут быть установлены на соответствующие места. Перед самой сборкой они должны быть тщательно промыты и (при необходимости) покрыты тонким слоем смазки. Перед сборкой детали, определяющие внешний вид изделия, должны быть загрунтованы и подготовлены к окраске после сборки.

Последовательность сборки деталей и узлов должна быть обратной последовательности разборки. Сборка должна производиться

согласно разработанным технологическим картам. Правильная подготовка деталей к сборке ускоряет сам процесс сборки и улучшает его качество.

Заклепочные и болтовые соединения должны обеспечивать надежное и плотное соединение собираемых деталей. Для этого следует использовать хорошо и правильно изготовленные детали (соединяемые детали, заклепки, болты, гайки, шайбы и т. д.), тщательно выполнять подготовительные и основные операции, использовать для выполнения этих операций соответствующий исправный инструмент.

В зависимости от условий работы детали, узла или сборочной единицы, гайки в резьбовых соединениях должны быть установлены на разрезные шайбы, зашплинтованы, законтрены, зафиксированы отгибющимся усиком шайбы или проволоочной скруткой.

Оси и валы должны быть выполнены в соответствии с чертежами. Цапфы подшипников должны быть выполнены в соответствии с установленным допуском и величиной допустимой шероховатости, указанными на чертеже; не должно быть радиального и осевого люфта.

Смонтированные на валу подшипники качения не должны иметь люфта и трещин в обоймах. Должна быть выдержана соосность подшипников.

Подшипники скольжения должны быть выполнены и подогнаны шабрением таким образом, чтобы подшипник всей внутренней поверхностью прилегал к поверхности цапфы, а всей наружной поверхностью — к поверхности гнезда в корпусе. Отверстия и канавки для смазки нужно выполнять строго в соответствии с чертежом так, чтобы смазка надежно и постоянно поступала в подшипники.

Условием нормальной работы фрикционных и зубчатых механизмов привода является соосность валов и подшипников. Детали фрикционных механизмов при их сборке должны прилегать друг к другу всей обработанной поверхностью. Монтаж зубчатых цилиндрических колес нужно проводить так, чтобы обеспечивалось правильное зацепление зубьев колес. Правильность зацепления должна достигаться постоянством расстояния между осями валов, на которых смонтированы зубчатые колеса, строгой параллельностью осей и расположением валов и осей в одной плоскости.

Условием нормальной передачи вращательного движения от одного вала к другому является правильная сборка валов и полумуфт на выходных концах валов.

При сборке муфт сцепления цапфы валов должны быть плотно посажены в гнездах подшипников; при этом не должно быть биения. Валы должны быть соосны, а полумуфты должны быть уравновешены.

8.7. Операции после сборки

После сборки машины или механизма необходимо провести их осмотр с целью контроля правильности произведенной сборки, ликвидации замеченных недостатков, проверки наполнения маслом или смазкой силовых передач различных механизмов, удаления из собранной машины или механизма забытого инструмента, лишних деталей и вспомогательных материалов.

В процессе ремонта объекта его наружные поверхности или отдельные детали могут утратить товарный вид, может снизиться их сопротивляемость коррозии. Для защиты отремонтированной машины или механизма от коррозии и придания им товарного вида после ремонта и испытания их окрашивают, а детали, не подлежащие окраске, подвергают специальной обработке для придания им коррозионной стойкости.

После осмотра и проверки готовности машины или механизма к работе следует приступить к проверке объекта на холостом ходу, соблюдая при этом правила охраны труда и безопасности.

После проверки машины или механизма на холостом ходу производят повторный осмотр как всей машины, так и ее отдельных узлов и наиболее ответственных деталей. Выявленные при осмотре дефекты должны быть устранены.

В процессе работы машины или механизма на холостом ходу в течение определенного времени (различного для разных машин и механизмов) некоторые дефекты технического состояния или эксплуатационных качеств отремонтированной машины могут быть не выявлены. Поэтому после проверки работы на холостом ходу производится испытание машины под нагрузкой в рабочем режиме. Нагрузку увеличивают постепенно до предельно возможной в эксплуатационных условиях.

Отремонтированную машину (механизм), показавшую в процессе испытания под нагрузкой эксплуатационную исправность и соответствие техническим требованиям, передают заказчику. При передаче составляется акт испытания и передачи, в котором указываются полученные технические данные, отмечаются обнаруженные и неустраненные дефекты, а также рекомендации по эксплуатации.

Заказчику выдается также гарантийный талон (обязательство). Для потребителя гарантийный талон или обязательство является документом, подтверждающим, что отремонтированный объект или его отдельные узлы и детали не выйдут из строя в течение гарантийного срока при нормальной эксплуатации и техническом обслуживании объекта в процессе его работы. Если в этот срок отремонтированный

объект, его деталь или узел выйдут из строя, или если в течение гарантийного срока будут меняться технические характеристики объекта (точность, скорость и т. д.), мастерская или предприятие, производившие ремонт, обязаны безвозмездно устранить выявленные неисправности своими силами.

По окончании ремонта рабочее место должно быть приведено в порядок. Весь металлический лом, отходы должны быть рассортированы и убраны с территории участка. Очищенный и законсервированный инструмент, приспособления и оборудование, оставшиеся деревесину, моющие средства, масла и смазки необходимо сдать на соответствующие склады.

Если ремонт производился на территории заказчика, приведенное в порядок место ремонта сдается заказчику.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СЛЕСАРНЫХ РАБОТАХ	3
1.1. Слесарное дело	3
1.2. Профессиональная специализация	4
1.3. Рабочее место слесаря	5
1.4. Слесарная мастерская	5
1.5. Слесарный участок цеха	6
1.6. Охрана труда, безопасность и гигиена труда	7
2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ	10
2.1. Технологический процесс	10
2.2. Универсальный измерительный инструмент	12
2.3. Измерительный инструмент и приборы для точных измерений	14
2.4. Слесарный инструмент, приспособления и станки	15
2.5. Разметка	21
2.6. Рубка, разрезание, обрезание и профильное вырезание деталей из листового материала	23
2.7. Ручная и механическая правка и гибка металла	26
2.8. Ручная и механическая разрезка и распиловка	30
2.9. Ручное и механическое опиливание	33
2.10. Сверление и развертывание. Сверлильные станки	39
2.11. Нарезание резьб и резьбонарезной инструмент	51
2.12. Клепальные работы и инструмент для клепки	61
2.13. Шабрение и инструмент для шабрения	64
2.14. Шлифование и шлифовальные станки	66
2.15. Притирка, полирование и отделка поверхности	67
2.16. Пайка, лужение, заливка вкладышей, металлизация и склеивание	71
3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ	75
3.1. Введение в материаловедение	75
3.2. Получение чугунов и их разновидностей	76
3.3. Получение стали, ее сорта и маркировка	78
3.4. Твердые сплавы	86
3.5. Цветные металлы и их сплавы	88
3.6. Литейное производство	90
3.7. Коррозия металлов	91
3.8. Неметаллические материалы	92
3.9. Смазывающие и охлаждающие вещества	93
3.10. Абразивные и вспомогательные материалы	93

4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ	
СТАЛИ И ЧУГУНА	95
4.1. Цели термической обработки	95
4.2. Оборудование для термической обработки	95
4.3. Измерение температуры и твердости стали	96
4.4. Отжиг стали	97
4.5. Закалка стали	97
4.6. Термическая обработка быстрорежущей стали	99
4.7. Поверхностная закалка стали	100
4.8. Термическая обработка некоторых видов инструментов	102
4.9. Другие виды термической обработки	103
4.10. Операции после закалки	105
4.11. Отпуск стали	106
4.12. Термическая обработка чугуна	107
5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ	
ДАВЛЕНИЕМ	109
5.1. Ручная горячая кузнечная обработка	109
5.2. Механическая горячая обработка	111
5.3. Холодная обработка	112
5.4. Машины и инструмент для обработки металлов давлением	113
6. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ	117
6.1. Газовая сварка	117
6.2. Электрическая сварка	121
6.3. Газокислородное резание металла	124
6.4. Требования безопасности и охраны труда	125
7. ДОПУСКИ, ПОСАДКИ И ИЗМЕРЕНИЯ	127
7.1. Общие положения	127
7.2. Шероховатость поверхности и допуски	128
7.3. Посадки	129
7.4. Измерения	131
8. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕМОНТАЖЕ,	
РЕМОНТЕ И СБОРКЕ	132
8.1. Назначение и виды ремонта	132
8.2. Место и условия ремонта	132
8.3. Оборудование, инструмент и приспособления	134
8.4. Подготовка объекта к ремонту и демонтаж	135
8.5. Организация ремонта	138
8.6. Сборка деталей и узлов	138
8.7. Операции после сборки	140

Производственно-практическое издание

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО

Практическое пособие для слесаря

Составитель Е. М. Костенко

Редактор *А. М. Меламед*

Художественный редактор *Е. Г. Земцова*

Технический редактор *Ж. М. Голубева*

Компьютерная верстка *Е. Ю. Бобылевой*

Корректор *Г. И. Эрли*

Подписано в печать 00.02.006. Формат 60×88 $\frac{1}{16}$. Печать офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура Ньютон. Усл. печ. л. XXXX. Уч.-изд. л. XXXX.
Тираж 10 000 экз. (1-й завод 1—3000 экз.). Изд. № 577. Заказ №XXXX.

ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС»

115114, Москва, Дербеневская наб., 11,

Бизнес-центр «Полларс», корп. Б

Круглосуточный многоканальный телефон/факс (495) 221-19-51

E-mail: adres@enas.ru

<http://www.enas.ru>

Отпечатано