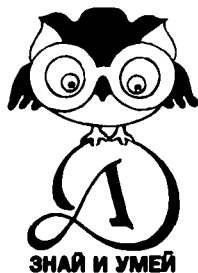




Л. А. ЕРЛЫКИН

ПОСЛУШНЫЙ МЕТАЛЛ





Л.А.ЕРЛЫКИН

ПОСЛУШНЫЙ МЕТАЛЛ

МОСКВА «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА» 1985

34.6я92
Е71

Научно-популярная литература

**Научный консультант
А. А. СПИРИДОНОВ**

Е 4802020000—542 074—85
М101(03)85

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1974 г.
Оформление.
© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1985 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

4

Глава I.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛОВ

8

Глава II.

РАБОЧИЙ УГОЛОК

25

Глава III.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

61

Глава IV.

ПАЙКА МЕТАЛЛОВ

86

Глава V.

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА МЕТАЛЛАХ

93

Глава VI.

ЛИТЬЕ МЕТАЛЛОВ

103

Глава VII.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

109

Заключение

122

Приложения

124

Предметный указатель

126

I. ВВЕДЕНИЕ

История техники занимает во времени каких-нибудь 48—50 тысяч лет. Поведение человека на протяжении этой истории напоминает подъем по длинной лестнице со множеством ступенек различной высоты. Каждая ступенька — это новое поколение людей. Допустим, что ширина ступенек одинаковая, то есть средний возраст жизни людей одного поколения составляет 62—63 года. Тогда вся история нашей техники «укладывается» в жизнь всего лишь 800 поколений людей.

Если присмотреться к этой лестнице, насчитывающей 800 ступеней, то можно заметить такие ступеньки, откуда подъем стал круче, а сами ступени — крупнее и выше. Человечество, преодолев этот рубеж, стало шагать быстрее. Это было то время, когда на смену камню и дереву в технику пришли металлы. Нельзя абсолютно точно назвать дату этого события, да и не «событием» было это вовсе. Судите сами: за время жизни первых 500—650 поколений, то есть за десятки тысяч лет, людям удалось освоить только глину, камень и дерево. Освоение это давалось им весьма нелегко; с большим трудом человек подымался из первобытной дикости, изобретал и помалу совершенствовал свое оружие, рабочий инструмент и иные технические приспособления. Поколение за поколением, век за веком люди начинали осваивать металлы. Это происходило 150—200 поколений до нас и заняло в истории Земли тысячи лет. Но так или иначе, а человечество поставило тогда себе на службу кое-какие металлы, обновило с их помощью инструмент и оружие и, само того не ведая, взойшло на ту площадку, которая оказалась переломной на исторической лестнице. «Площадка» эта захватила жизнь 100—120 поколений: почти 5000 лет назад человек узнал впервые медь, а спустя некоторое время — и бронзу, резко усилившую его могущество. За 3—3,5 тысячи лет до нас он познакомился с железом. Освоение железа и других металлов — это, по сути дела, и есть первая в человеческой истории техническая революция, положившая начало всем другим.

Технические знания понемногу накапливались; так же медленно, но верно росла добыча металлов. Все шире при изготовлении пред-

метов, создаваемых руками человека, использовались металлы; все разнообразнее становился круг этих предметов. В эпоху Александра Македонского на каждого гражданина Эллады приходилось почти по целой металлической булавке. В год рождения Александра Сергеевича Пушкина добывалось уже по одному килограмму металла на каждого жителя: одного лишь железа в то время выплавляли чуть ли не 500 тысяч тонн. Дальше — больше: еще через какую-то сотню лет человеку на Земле для всех его нужд пришлось произвести за год 4 миллиона тонн металла — огромную гору.

В наше время, во второй половине XX века, каждый житель Земли «получает» в год по 200 кг металла — разумеется, не «куском», а в виде машин, станков, приборов, инструмента, обиходных вещей. Мы, жители Страны Советов, металлом еще богаче: в 1960 году на каждого из нас приходилось по 312 кг стали и по 225 кг чугуна, а в 1982 году на каждую «душу» страна произвела по 545 кг стали. Одной лишь стали, не говоря уже о прочих металлах, а ведь их, этих металлов, выпускают у нас более семи десятков наименований: чугун, алюминий, медь, свинец, титан, кобальт, никель, хром, вольфрам и т. д.

Чем же они так хороши, эти металлы? Отчего им такой почет? В статистических отчетах речь всегда идет прежде всего о металле. Ведь открыто столько новых материалов — пластмассы, бетон, ситаллы. Кроме того, не наша разве Русь издавна славилась «деревянным рукоделием»; повсюду в ней были умельцы, ставившие избы тесовые да палаты белокаменные без единого гвоздика. Одним только топором возводились такие дворцы, хоромы и прочие «дива дивные», что и поныне славят на весь мир талант и смекалку русского человека.

Ответ на все эти каверзные вопросы крайне прост: топор-то в руках умельцев наверняка был железным!.. Но тогда, может быть, в производстве инструмента и станков металлы оставить, а из всех прочих сфер потребления их следует изгнать? Сделать это, конечно, можно. Но металлы — это не только и не столько инструмент, которым мы что-либо мастерим, возводим, строим; металлы дают возможность получить все, что нам необходимо для жизни. Металлы — это основа технического и научного прогресса.

Отказавшись от металлов, мы обречем себя на первобытное существование. Но даже и в этом случае можно уверенно утверждать: человечество, почему-либо вдруг «забывшее» металлы сегодня, завтра их откроет вновь. Ибо без поиска, без новых открытий жизнь людская немыслима.

Металлы — это наши нынешние и грядущие, завтрашние успехи. Это богатство и мощь страны. Это надежды и планы наши. Вот почему нам год от года нужно все больше и больше металлов.

Металлы надо знать. И не только по именам, а в первую очередь по их «характеру и поведению» — по свойствам. Прежде чем использовать металл для какой-либо цели, надо всесторонне представлять себе и ситуацию, в которой металлу придется себя «проявлять», и все возможные стороны его поведения. А поведение металла обусловлено присущими ему свойствами. В Древнем Вавилоне по приказу царей из века в век строители возводили огромные башни-зиккураты высотой и в 50, и в 80, и в 100 метров. И всякий раз по прошествии некоторого времени эти башни оседали и начинали быстро разваливаться, да при этом так, что не было никакой возможности их починить. Дело в том, что башни-зиккураты складывались из кирпича-сырца: кирпич сушили на

солнце, но не обжигали в огне. Вавилонские строители не знали всех свойств сырца; им было невдомек, что громадная башня своей тяжестью раздавит непрочный кирпич нижних слоев, и башня быстро «поползет». Они обкладывали низ башни стенкой из камней, облепляли его асфальтом, даже стягивали веревками, но упорно продолжали воздвигать недолговечные «небоскребы» на сырых кирпичах. Знай они кое-какие «секреты» строительства и кирпича-сырца — хлопот с зиккуратами стало бы меньше.

Свойства и всяческие «секреты» металлов раскрывались человеку тоже не сразу. Долгое время все знания людей о металлах сводились лишь к тому, что было накоплено опытом предшествующих поколений. Постепенно из этого знания, приведенного в систему, родилась наука. В нашей стране наука о металлах возникла 215 лет назад — в 1757 году «великий помор» Михайло Ломоносов выступил на собрании Российской Академии наук с речью «Слово о рождении металлов», а спустя несколько лет выпустил и книгу под названием «Первые основания металлургии, или рудных тел». От нее-то и пошли все те десятки металлургических наук, что занимаются ныне изучением металлов, их свойств, их поведения в различных ситуациях.

«Металлом, — писал Ломоносов, — называется светлое тело, которое ковать можно». И в другом месте: «Металлы — тела твердые, ковкие, блестящие». Такое определение с точки зрения современной науки страдает неполнотой, и все же оно достаточно четко указывает на важнейшие свойства металлов. Однако для успешной практической работы с металлами знания только этих общих их свойств нам еще недостаточно. Ведь у каждого из металлов есть и свои, особенные, свойства, своя «биография».

Эта книжка адресована тем, кто занимается или готов заняться самостоятельной работой с металлами. Книжка не годится для обучения токаря, слесаря, литейщика, сварщика, но она дает определенные сведения, нужные любителю при слесарной, литейной или иной обработке металлов. Мы надеемся, что книжка эта — не первая в ряду ей подобных на вашем столе и, уж во всяком случае, не последняя в ваших руках, коли вы всерьез решили заниматься столь интересным и, бесспорно, трудным делом, как металлообработка. Потому что в одной, даже самой толстой книге нельзя уместить всех знаний, которыми располагает человек о металлах.

В книге девять глав. Первая глава посвящена краткому описанию важнейших в любительской практике металлов и их свойств. Во второй — речь идет о некоторых видах инструментов и вспомогательных материалов, без которых невозможна даже простейшая работа с металлами. Все остальные главы призваны помочь практическими советами в освоении главных технологий (приемов и способов) металлообработки, необходимых самостоятельному любителю.

Книга эта — справочник. Поэтому она не развлекает. Мы старались сделать ее не очень скучной, однако кое-кому, в особенности же новичку-любителю, она будет трудна для чтения. Уже с первой же главы на вас обрушится каскад незнакомых слов, терминов, определений — порою не только незнакомых, но и непонятных. Не пугайтесь. Большинство терминов по ходу изложения мы старались объяснить. Кроме того, в конце книги есть предметный указатель: если встретилось незнакомое слово, отыщите его в указателе, и он подскажет вам, на какой именно странице нашей книги это слово объясняется. Не найдя помощи

в указателе, воспользуйтесь обязательно словарями или другими справочниками. Очень полезен, например, «Технический словарь школьника». Его составили Е. О. Пешков и Н. И. Фадеев, он неоднократно переиздавался.

Наша книга — не для чтения, нет. Она — пособие для практической работы. Будем рады, если в вашей работе с металлом книга принесет вам хоть немного пользы. И как бы мы ни старались оживить книгу, сделать ее получше, главная задача ложится все-таки на вас. Ведь вам самим работать с металлом. Подобно тому, как «служенье муз не терпит суеты», так и успешная работа с металлом невозможна без терпения, аккуратности, точности. Металл для освоения в домашних условиях труден, а работа с ним — сложна и порою даже опасна. Без советов и помощи родителей, без наблюдения за вашими усилиями со стороны старших нельзя добиться сколь-нибудь хороших результатов. Все процессы и вещества, к которым следует относиться с особой осторожностью, в нашей книге выделены. Прежде чем начинать работу с этими веществами, обсудите все хорошенько с вашим учителем, руководителем кружка или с кем-либо из старших...

И последнее. В нашей книге не надо искать описаний каких-либо моделей, конструкций, любопытных самодельных устройств. Они есть в других книжках; их много также в журналах «Юный техник», «Моделист-конструктор», «Техника — молодежи» и т. д. Наша книга о том, как делать, а не о том, что делать из металла. Вот почему мы предупреждаем: без помощи других книг и журналов, без подсказки со стороны старших товарищей вам не обойтись.

Остается только пожелать вам успехов в освоении всех премудростей металлообработки!

Глава I

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛОВ

§ 1. ЖЕЛЕЗО И ЕГО СПЛАВЫ

В списке важнейших для человеческой цивилизации металлов первое место по праву занимает железо. Причина кроется в том, что железо обладает целым комплексом замечательных свойств, в первую очередь высокой прочностью и твердостью. Если мы хотим похвалить в человеке какое-либо его качество, мы нередко сравниваем его с железом: «железные нервы», «железный характер», «железный человек». Во всех этих бойких выражениях произвольно отдается дань высокому уважения самому скромному и самому незаменимому металлу нашей жизни. Трудно перечислить то огромное количество окружающих нас в обиходе вещей, приборов, устройств, машин и сооружений, которые человек создал из железа. Гораздо проще, наверно, назвать те вещи, в которых железа нет.

Впрочем, хочу сразу оговориться: ни я сам, ни кто-либо из вас, читающих эту книгу, никогда не видел истинно железных, то есть изготовленных из чистого железа, изделий. Потому что железа в собственном смысле этого слова на Земле всего лишь несколько сотен граммов, да и те — только в отдельных крупных лабораториях научных институтов. Чистое железо баснословно дорого и не обладает к тому же особой прочностью. Все то, что мы в жизни не совсем точно называем «железным», «из железа», на самом деле изготовлено из простой, обычной стали.

«Простая, обычная сталь...» Инженер сразу же поморщится, прочитав такую фразу. Потому что она неверна. Раскройте любой технический справочник — вы увидите в нем десятки, сотни различных названий стали. Которую же из них считать «обычной» сталью?

Инженеры относят сталь к так называемым черным металлам. Название «черных» эти металлы — стали и чугуны — получили потому, что в момент своего рождения из железной руды они никак не могут обойтись без угля. «Колыбелью», рождающей черные металлы, чаще всего служит домна — громадная печь высотой с 10—15-этажный дом. В домну загружают руду, смешанную с углем (коксом), и поджигают. Углерод кокса, сгорая, выделяет много тепла, температура в гигантской печи-домне поднимается до 1600—1900°C, и в черном дыму и пламени руда плавится, выделяя железо. (На самом деле все, конечно, чуточку сложнее.)

Жидкое, расплавленное железо способно растворять в себе многие посторонние вещества, как растворяет сахар горячая вода. Находясь в домне, железо может растворить даже ее стенки, выложенные из специального кирпича, — если ему не помешать, конечно. И ему «мешают»: добавляют в домну все новые и новые порции руды и кокса, а расплавленное железо то и дело из домны сливают («выпускают») в специальные ковши.

Однако часть углерода кокса успевает раствориться в железе. Когда выпущенный из домны металл застынет в ковше, он будет

темный по цвету. Это и есть первый из «черных» металлов, полученных на основе железа, — чугун.

И чугун и сталь — это сплавы углерода с железом. Только в стали углерода поменьше, чем в чугуне. Для получения стали чугун продувают кислородом, углерод при этом «выгорает», а из чугуна образуется сталь.

В чистом железе без остатка может раствориться не более 2% углерода. Сплавы, содержащие до 2% углерода, называют сталями; сплавы, в которых более 2% углерода (обычно от 2 до 5—6%), — чугуном. Углерод в чугуне содержится с избытком, поэтому в момент застывания металла в ковше он выделяется в виде мельчайших чешуек, хлопьев или шариков, располагаясь более или менее равномерно между зернами стальных кристаллов. Это приводит к значительному (в сравнении со сталью) снижению прочности металла: чугуны своей хрупкостью обязаны только избыточному углероду, создающему в теле металла микроскопические поры и трещинки.

В стали углерод растворен без остатка, но и здесь его влияние на свойства металла сказывается очень сильно. Он в первую очередь влияет на твердость стали: чем больше в стали углерода, тем она по сравнению с железом тверже (крепче). Но, кроме углерода, в сталь в момент плавки может попасть еще и фосфор, сера, кремний, марганец, хром или какой-либо другой химический элемент, а то и несколько элементов сразу. Все эти примеси, даже в самых малых количествах, серьезно влияют на свойства металла. Сера и фосфор настолько ухудшают сталь, что прямо-таки выводят ее из строя. Поэтому металлурги стремятся свести содержание серы и фосфора в стали до самых малых величин. Все другие примеси — и особенно

примеси металлов, — соединяясь со сталью, благотворно влияют на ее свойства. Поэтому металлурги нередко специально «засоряют» сталь добавками небольших доз хрома, никеля, молибдена, вольфрама, титана и других металлов. Такие облагораживающие сталь добавки на техническом языке именуются легирующими (от латинского слова «лигаре», что означает «связывать, соединять»).

В зависимости от химического состава стали, то есть от того, имеется ли в ней легирующая добавка или нет, всякую сталь относят либо к семейству углеродистых, либо к семейству легированных сталей. Углеродистым сталям все почти их свойства «диктует» углерод; в легированных, наряду с углеродом, большое значение имеет присутствие добавок (легирующих присадок).

По содержанию углерода сталь относят: к низкоуглеродистой (до 0,25% углерода), среднеуглеродистой (от 0,25 до 0,60% углерода) и к высокоуглеродистой (от 0,60 до 2% углерода). Точно так же обстоит дело с легированной сталью: она бывает низколегированная (не более 2,5% добавок-примесей), среднелегированная (от 2,5 до 10% добавок) и высоколегированная (более 10% добавок).

И углерод, и легирующие элементы влияют в основном на механические свойства стали, то есть на ее твердость, прочность и т. д. При создании тех или иных машин и механизмов инженер принимает во внимание первым делом тоже механические свойства стали; ему совершенно ясно, что чем прочнее металл, тем он работоспособнее, надежнее и долговечнее. Однако влияние легирующих добавок на сталь проявляется гораздо шире. При равной прочности двух деталей, изготовленных одна — из углеродистой стали, а другая — из легированной, вто-

рая (легированная) деталь будет иметь еще целый ряд замечательных свойств: она, скажем, может иметь более высокую химическую стойкость, ударопрочность, электропроводность, закаливаемость и т. д. Но почти всегда легированная сталь дороже углеродистой. Так что применять ее там, где можно обойтись углеродистой сталью, — это попросту стрелять по воробьям из пушки.

Сталь в технике применяют для самых различных целей. В зависимости от применения сталь углеродистая, а соответственно и легированная, подразделяется на конструкционную, инструментальную и сталь специального назначения (в семействе легированных сталей этот последний вид называется «сталь с особыми свойствами»). Конструкционная сталь, как известно из названия, идет на изготовление многих машинных деталей и металлических конструкций; при этом легированная конструкционная сталь, как более прочная, ударостойкая и т. п., применяется для более ответственных конструкций. Сталь инструментальная поступает на производство всевозможного инструмента — измерительного, ударного, режущего и прочего. Сталь специального назначения (как и сталь с особыми свойствами) расходуется на изготовление только вполне определенных, специальных изделий. Например, в семействе углеродистых сталей есть «сталь специальная для глубокой вытяжки», — значит, ее и применяют в тех случаях, когда надо изготовить детали из одного листа сразу, при этом объемные, сложной формы. Точно так же специальная «автоматная» сталь используется для изготовления деталей на станках-автоматах. В семействе легированных сталей, как пример «сталей с особыми свойствами», можно назвать «стали немагнитные», или «стали не-

ржавеющие» (стойкие к действию кислот, едких щелочей, газов, влажного воздуха), или «стали теплостойкие» и т. д.

Но это еще не все. На металлургических заводах плавку сталей ведут различными способами. В зависимости от способа получения, от способа плавки стали, содержащие одно и то же количество углерода, будут иметь различный химический состав. А ведь химический состав влияет непосредственно на свойства металла. Средний уровень свойства, конечно, определяется содержанием углерода, а конкретный уровень зависит от того, больше или меньше в стали каких-нибудь примесей, хотя бы того же «вредного» фосфора. Чтобы легче представить себе это, вспомним, какие бывают яблоки: казалось бы, яблоки есть яблоки, но они ведь все разные, потому что уродились на разных деревьях. Да и с одного дерева то яблоко лучше, а это похуже, кислее, качеством ниже.

Примерно так же и стали: конструкционная углеродистая сталь по способу выплавки, то есть по качеству производства, по химическому составу, разделяется на сталь обыкновенного качества, качественную и высококачественную, а инструментальная — на качественную и высококачественную.

С химическим составом легированной стали дело обстоит немного сложнее: ведь он определяется не только процентным содержанием примеси-добавки, но и ее видом, тоже своего рода качеством: какой добавки мы в сталь внесли, лучше или похуже. К примеру, если взять две порции одной и той же стали и добавить в них по 12% присадки на каждую — но в одном случае, скажем, хрома, а в другом вольфрама, или марганца, или еще какого-либо химического элемента, — то у нас и получатся два совершенно различных вида стали.

Потому что хром сообщает стали одни свойства, а марганец или вольфрам — совсем другие. Теперь нам нетрудно понять, почему же легированная конструкционная сталь по «качеству» (по химическому составу) подразделяется на 14 групп: ведь это связано с использованием 14 основных видов легирующих добавок. Название легирующего элемента дает название и группе сталей в целом (хромистые, марганцевые и т. д.).

И, наконец, последнее. Сталь каждого вида, каждой группы инженеры классифицируют еще и по маркам. Марка — это конкретное «имя» стали. Стали одного и того же семейства, одного и того же качества отличаются друг от друга массой всяких признаков и свойств, как отличаются люди. Все эти различия и зафиксированы в марках — в государственных паспортах сталей. По паспорту можно сразу установить, что за гражданин перед нами, откуда он, сколько ему лет. Так и по маркам стали можно определить многое. Значит, нам нужно уметь читать паспорт-марку сталей.

Конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества имеет восемь марок. Обозначаются они так: Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, Ст. 6, Ст. 7. Буквы «Ст.» — это сокращение от слова «сталь», а цифры рядом с ними показывают, сколько данная марка содержит углерода (в десятых долях процента). Поэтому Ст. 3 — это среднеуглеродистая сталь, содержащая *три десятых* — 0,3% углерода, а Ст. 7 — сталь высокоуглеродистая, в ней 0,7% углерода. Как уже говорилось, чем больше в стали углерода, тем она тверже. Поэтому чем больше номер при «Ст.», тем сталь данной марки тверже, но тверже не вообще, а по сравнению со сталями этой же группы, номер которых меньше. Сталь марки Ст. 0 — очень мяг-

кая, инженеры ее часто называют «техническим железом», так как в ней мало углерода (цифра 0 еще не означает, что в этой стали вообще нет углерода; просто его гораздо меньше 0,1 доли процента). Стали марок Ст. 1 и Ст. 2 тоже очень мягкие, пластичные, они легко поддаются вытяжке, удлинению. Здесь под словами «мягкий», «легко» совсем не подразумевается, что сталь можно мять руками, как воск или пластилин. Речь идет об относительной их оценке: в своем ряду Ст. 0 — самая мягкая, а Ст. 7 — самая твердая сталь.

Качественную конструкционную углеродистую сталь маркируют по-иному: слово «сталь» пишут без сокращения, и притом с маленькой буквы, а содержание углерода указывают двумя цифрами, обозначающими сотые доли процента. Ряд этой стали насчитывает 18 марок, и начинают его стали марок 05, 08, 10, а за ними ряд продолжается до стали 85, меняясь от марки к марке на пять единичек. Следовательно, сталь 20 содержит двадцать сотых — 0,20% углерода, сталь 45 — 0,45%, а сталь 85 — 0,85% углерода. Сверх того, в этих сталях, по обыкновению, имеется еще некоторое количество марганца (не более 0,80%). Если содержание марганца в стали превышает 0,80% (до 1,20%), к ее марке добавляют букву Г. Ряд этих сталей — с повышенным против обычного содержанием марганца — начинается сталь 15Г, а заканчивает сталь 70Г (опять-таки возрастание доли углерода идет от цифры к цифре на пять единиц).

Возникает естественный вопрос: какая же особенная разница между марками качественной стали и стали обыкновенного качества? Ведь стали 10 и Ст. 1 или, например, стали 70 и Ст. 7 содержат примерно одинаковое количество

углерода; так не проще ли и называть их как-нибудь одинаково? Да и разные ли это стали?

Верно, содержание углерода в них примерно одинаковое, и все же это разные стали. Об этом и говорят их марки: Ст. 1 или Ст. 7 — стали обыкновенного качества, а стали 10 и 70 — качественные. Качественная конструкционная сталь отличается по свойствам от обыкновенной стали, вернее, от углеродистой стали обыкновенного качества, большей прочностью, пластичностью и сопротивлением ударам. Поэтому и говорят, что она «лучше», качественнее.

Инструментальную углеродистую сталь по способу выплавки разделяют на качественную и высококачественную. В «семействе» качественной инструментальной стали мы находим восемь «братцев»; в марке у них первым делом ставят букву «У» (так условились обозначать инструментальную углеродистую сталь). За буквой «У» ставится цифра, показывающая содержание углерода в стали в десятых долях процента. Вот этот ряд: У7, У8, У8Г (вспомним, буква «Г» обозначает повышенное содержание марганца), У9, У10, У11, У12 и У13.

Если сталь высококачественная, в марке ее вслед за цифрами ставится буква «А». Следовательно, ряд высококачественной инструментальной стали тоже насчитывает восемь марок и выглядит так: У7А, У8А, У8ГА, У9А, У10А, У11А, У12А и У13А. Основное различие между качественной и высококачественной инструментальной сталями состоит в том, что в высококачественной стали меньше «вредных» примесей фосфора и серы, но побольше «хороших» примесей — хрома и никеля. По твердости оба ряда сталей примерно одинаковы, но зато высококачественная сталь прочнее и лучше сопротивляется ударам. Внутри

каждого ряда твердость стали тем выше, чем больше в ней углерода, то есть чем больше марка стали. Но с повышением твердости вязкость стали и сопротивляемость ударам падает; чем больше в стали углерода, тем она становится более хрупкой: она все более «чугунеет». В целом инструментальные стали относят к высокоуглеродистым — ведь в них содержится от 0,7 до 1,3% углерода.

Углеродистая сталь специального назначения имеет несколько «семейств». К примеру, «семейство» автоматных сталей, «семейство» сталей электротехнических и т. п. При этом автоматная сталь маркируется так: вначале ставят букву «А» (здесь она обозначает не качество, а «автоматную» сталь), затем цифру, показывающую содержание углерода в сотых долях процента (А12, А20, А30, А40Г). Ее механические свойства невысоки, но зато она при обработке на станках-автоматах очень удобна тем, что образует короткую и ломкую стружку и легко режется.

Легированная конструкционная сталь насчитывает 14 групп — по числу легирующих элементов, а общее число марок сталей в них превышает 90. Запомнить их все трудно, да и нет в том надобности. Но на всякий случай отметим, что в маркировке легированных сталей буквой Х обозначают хром, Н — никель, В — вольфрам, Г — марганец, Т — титан, К — кобальт и т. д. Цифры в марках легированных сталей ставят по-разному: когда впереди всех букв стоят две цифры, они показывают содержание углерода в стали в сотых долях процента, одна цифра — в десятых долях. Если перед буквами нет никакой цифры, значит, углерода в стали около 1%. Цифра, стоящая за какой-либо буквой, указывает содержание данного элемента в целых процентах; если

за буквами нет никаких цифр, значит, сталь содержит этих элементов не более 1%. Например, марка 15X обозначает легированную хромистую сталь с 0,15% углерода и 1% хрома, а марка X15 — сталь с 1% углерода и 15% хрома. Сталь марки X18H10T — хромоникелевая сталь с 1% углерода, 18% хрома, 10% никеля и 1% титана.

Среди легированных сталей особо выделяют группу сталей с высоким содержанием вольфрама. Эта группа маркируется буквой «Р» и называется «быстрорежущей» сталью. Ее применяют для изготовления первоклассного режущего инструмента — резцов, сверл и т. д. Основные марки этой стали — Р9, Р12 и Р18 (здесь буква «Р» означает не элемент, а «быстрорежущую сталь», цифра же показывает содержание вольфрама в стали в целых процентах).

Некоторые марки легированных сталей настолько сложны по составу, что даже инженеру не всегда под силу их быстро расшифровать. А уж нам с вами и подавно! Например: ХН70ВМЮТ. Или — ОХ14Н28ВЗТЗЮР. Эти марки нам знать необязательно. Но марки наиболее распространенных сталей, в особенности конструкционных и инструментальных, знать следует. Или, по крайней мере, уметь их читать. Это нам потребуется в следующих случаях:

— если нам попадется сталь с нанесенной на нее маркировкой, то по марке мы сразу же сможем установить ее «происхождение», «род» и свойства и тем самым найти ей место в нашей конструкции;

— наоборот, зная заранее (по чертежам или по описаниям в журнале), какая сталь нужна для тех или иных деталей нашей конструкции, мы по маркам можем легко подобрать для изготовления этих деталей сталь с необходимыми свойствами.

Однако чаще всего нам в руки попадает сталь без маркировки, а то даже попросту кусок металла или обломок какой-то детали. Как быть с этим «беспаспортным» металлом? Можем ли мы определить марку случайно оказавшейся у нас в руках стали?

Существует множество способов определения вида и свойств стали. Но большинство этих способов требует либо сложного и дорогого оборудования, либо проведения специальных лабораторных испытаний.

Имея электродвигатель и наждачный круг, можно определить вид или даже марку стали по снопу искр, но этот способ сложен и опасен, и в любительской практике применять не рекомендуем.

Приблизительно вид стали можно определить на глаз: если рассмотреть сталь на изломе. Чем мельче кристаллики стали, чем они однороднее, тем сталь прочнее, тверже, «качественнее». Можно судить о твердости стали и по пробному зашлифованию: мягкая, малоуглеродистая сталь зашлифовывается любым напильником, сталь средней твердости — только бархатным и личным. Самая твердая сталь зашлифовывается только бархатным напильником, да и то с большим трудом.

Мягкие стали (с содержанием углерода до 0,3%) можно вытягивать в холодном состоянии, гнуть и штамповать. Под резцом станка они легко обрабатываются, при этом с них «идет» длинная неломкая стружка. Они хорошо свариваются и легко режутся огнем, но почти не принимают закалки. Стали, содержащие до 0,7% углерода, прочны и упруги, но все же неплохо обрабатываются. Если их подвергнуть закалке, они резко увеличивают свою прочность. Все эти стали мы потому и называем конструкционными, что из них делают

бесчисленное множество деталей машин, валы, оси, бандажи колес, балки строительные, трубы, железнодорожные мосты, фермы, гайки, гвозди, болты, пружины и многое другое.

Еще более прочны стали, называемые инструментальными: они содержат до 1,3% углерода. Из них делают инструмент для обработки металлов. Но перед тем, как пустить этот инструмент в работу, его закаляют. И сталь от закалки становится очень твердой. Такую сталь резец почти и не «берет».

Возникает вопрос: если та либо другая сталь в зависимости от присущих ей свойств применяется для вполне определенных целей (деталей), то нельзя ли по детали догадаться, из какой марки металла она изготовлена? Ведь мы уже много раз повторяли, что, например, инструментальная сталь идет на изготовление инструмента и т. д.

Взгляните на рис. 1. У каждого металла, использованного при изготовлении тракторных деталей, свое назначение, свое место в узле двигателя. И наоборот, для каждой конкретной детали потребовался «свой» конкретный металл.

Известные нам уже марки углеродистой стали обыкновенного качества находят в технике чаще всего такое применение:

Ст. 0, Ст. 1 и Ст. 2 — для изготовления шайб, заклепок, прокладок, иногда гаек и гвоздей. Из этих сталей часто делают листы, идущие на производство сварных конструкций.

Ст. 3 — для изготовления винтов, болтов, заклепок, уголков, швеллеров и т. д.

Ст. 4 — идет на зубчатые колеса, фланцы.

Ст. 5 — нужна при изготовлении валов, клиньев, осей, растяжек, цепей и т. д.

Ст. 6 — незаменимая в дешевом

и массовом производстве рельсов, бандажей, шпинделей, кулачков, втулок и т. п.

Ст. 7 — идет на изготовление рессор, пружин, молотов, кувалд и т. д.

Руководствуясь этим списком, мы можем уже с определенной уверенностью рассортировать наши «беспаспортные» детали. Вот прокладки, шайбы и шайбочки, отложим их в сторону — они наверняка из мягких сталей (Ст. 0, Ст. 1, Ст. 2). Вот кусок рельса — это Ст. 6. Упругие пружины мы никогда не положим вместе с мягкой сталью, потому что они из Ст. 6 или Ст. 7. Шестеренки и всякие зубчатые колесики мы отнесем к Ст. 4 или Ст. 5. Так постепенно и разложим мы кучу стальных деталей по маркам. Но погодите радоваться, нас подстерегали здесь и ошибки.

Немного выше мы говорили о том, что качественная конструкционная сталь отличается по свойствам от обыкновенной стали (и притом в лучшую сторону), хотя среднее содержание углерода в марках этих сталей может быть почти одинаковым. В технике это приводит к тому, что детали одного и того же названия и назначения (например, болты) делают из различных по качеству сталей. Это не прихоть, а требование расчета: ведь винт, крепящий, скажем, мясорубку к кухонному столу, не может быть тем же винтом, который скрепляет две детали экскаватора или самолета. У этих винтов много сходства, но еще больше различий — и различные условия работы, и ответственность разная: от надежной работы самолетного винта зависит, может быть, даже чья-то жизнь, а от винта мясорубки зависит только судьба котлеты...

Посмотрим на области применения качественной конструкционной углеродистой стали.

Стали 05 и 08 хорошо сварив-

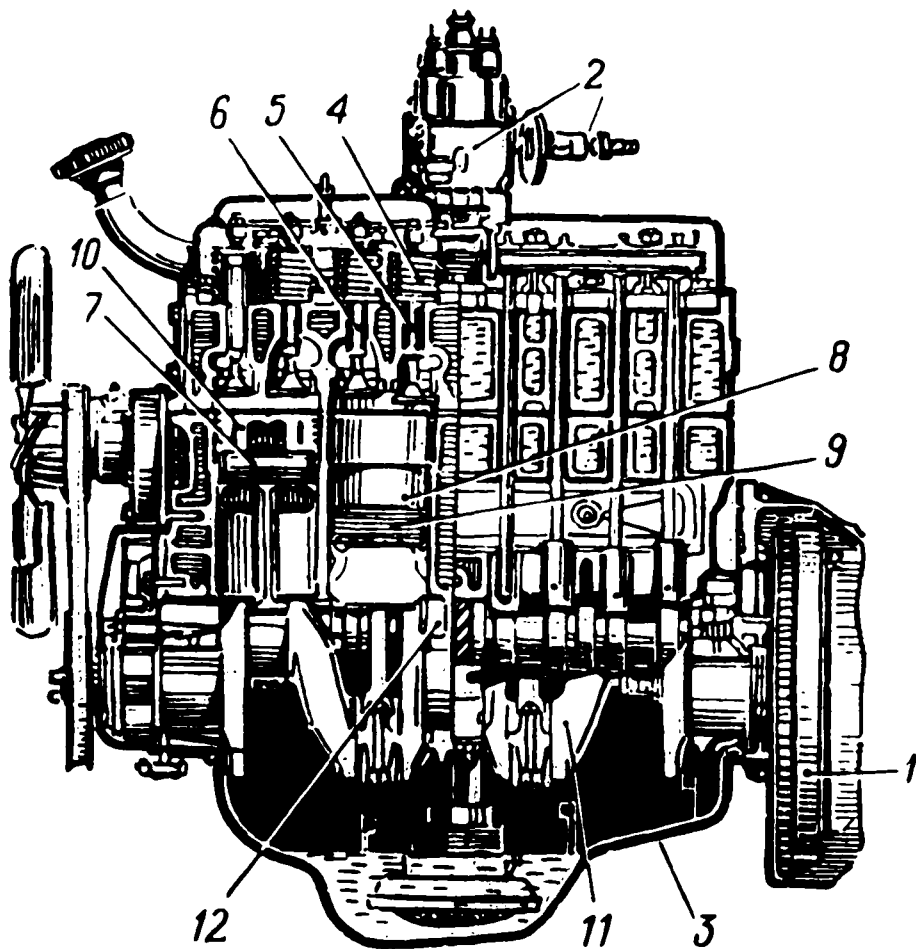


Рис. 1. Применение металлов в тракторном двигателе:

1 — углеродистая сталь с повышенным содержанием марганца (зубчатый венец маховика); 2 — серый чугун, сталь, бронза, алюминий, пружинная сталь (детали топливного насоса); 3 — серый чугун (поддон); 4 — пружинная сталь (пружина клапана); 5 — хромоникелевая сталь (впускной клапан); 6 — клапанная жаропрочная сталь (выпускной клапан); 7 — углеродистая сталь (поршневой палец); 8 — легированный чугун (гильза блока цилиндров); 9 — износостойчивый чугун (поршневое кольцо); 10 — алюминиевый сплав (поршень); 11 — углеродистая сталь с повышенным содержанием марганца (коленчатый вал); 12 — высококолованный баббит (вкладыш).

ваются, куются, штампуются, но прочность у них невысока. Идут на изготовление шайб, прокладок или деталей сложной формы, получаемых путем сварки или штамповки: коробок, крышек и пр.

Стали 10, 15 и 20 тоже хорошо штампуются и свариваются. Из них изготавливают мелкие детали простой формы: оси, валики, ручки, шпильки, гайки, втулки.

Стали 25, 30 и 35 идут на изготовление деталей, испытывающих не очень большие нагрузки: валиков, шайб, штифтов, осей, соединительных муфт, цилиндров, пресов, болтов, гаек и др.

Стали марок 40, 45 и 50 — среднеуглеродистые. Они необходимы в производстве деталей, требующих высокой прочности и высокой поверхностной твердости, а

также деталей средненагруженных. Следовательно, они идут на изготовление гаек, шатунов, тяг, рычагов, ручек. Свариваются эти стали плохо. Шире других применяется сталь марки 45. Ее можно встретить в виде коленчатых валов, поршневых пальцев, шатунов, втулок, деталей металлорежущих станков и т. д.

Стали марок от 50 до 60 нужны для деталей высокой прочности — зубчатых колес, валов, штоков и т. д.

Высокоуглеродистые стали марок 55, 60, 65, 70 отличаются высокой прочностью и твердостью и идут на изготовление валков прокатных станов, штоков, для проволоки тросов.

Из стали марок 75, 80 и 85 делают рессоры, пружины и детали, подверженные интенсивному износу.

Области применения инструментальной стали (и качественной, и высококачественной) примерно одинаковы, но высококачественная сталь обеспечивает инструменту более долгую жизнь: она и прочнее, и лучше сопротивляется ударам. Для чего же именно нужна инструментальная сталь?

Стали У7, У7А — для инструментов и изделий, которые испытывают толчки и удары, но от которых не требуют высокой твердости: зубила, слесарные и кузнечные молотки, штампы, клейма, масштабные линейки, инструмент по дереву, центры токарных станков и т. д.

Стали У8, У8А, У8Г, У8ГА — для инструментов и изделий, подверженных толчкам и ударам, и с более высокой твердостью, чем в предыдущем случае: пробойники, зубила, кернеры, матрицы, пуансоны, ножи и ножницы по металлу, отвертки, столярный инструмент, буры средней твердости.

У9, У9А — для инструментов, требующих в первую очередь высо-

кой твердости и лишь некоторой сопротивляемости ударам: штепели, кернеры, зубила по камню и столярный инструмент.

У10, У10А — для инструментов с высокой твердостью, не подвергающихся сильным ударам: строгальные резцы, фрезы, метчики, развертки, плашки, буры по твердым породам, ножовочные полотна, фасонные штампы, зубила для насечки напильников, волоочильные кольца, калибры, напильники.

У11, У11А, У12, У12А — для инструментов, требующих высокой твердости: напильники, шаберы, фрезы, сверла, метчики, острый хирургический инструмент, развертки, бритвы, плашки, часовой инструмент, пилы по металлу.

У13, У13А — для инструментов, которые должны иметь исключительно высокую твердость, но почти не сопротивляются ударам: бритвы, шаберы, волоочильный и гравировальный инструмент, сверла, зубила для насечки напильников, косы и др.

Приводимыми здесь списками деталей далеко не ограничены области применения углеродистых сталей.

Кроме того, те же самые детали могут быть изготовлены (и в технике на самом деле изготавливаются) из легированных сталей. По качеству легированная сталь значительно превосходит углеродистую: она прочнее, хорошо сваривается и лучше противостоит ударным нагрузкам. Машины и конструкции из этой стали имеют меньший вес (при прочих равных условиях). Если инженер при конструировании, например, крепления получил расчетный диаметр болта равным 12 мм, то он может:

1) поставить болт из углеродистой стали диаметром 12 мм;

2) поставить болт из легированной стали диаметром 6—10 мм, и

на прочности соединения это не скажется;

3) поставить болт из легированной стали диаметром 12 мм, и тогда соединение выдержит большую нагрузку, больший нагрев и т. д.

Вот почему в технике сплошь и рядом детали одинакового названия и одинакового, казалось бы, назначения изготавливают из различных видов стали.

Легированные конструкционные стали перечислить просто нет возможности — так их много. В технике мы часто встречаем, например, легированные хромистые стали; они идут на изготовление:

— шестерен кулачковых муфт, шпинделей, валов (стали 15X, 20X, 40X, 45X, 50X, 38XA и др.);

— пальцев, распределительных валиков (стали 20XF, 40XC, 30XGCA);

— клапанов, гидравлических прессов, хирургического инструмента, бытовых ножей, вилок, ложек, лопаток турбин, болтов, пружин (стали нержавеющей 0X13, 1X13, 2X13, 3X13, 4X13 и др.);

— бритв и хирургического инструмента (стали X05);

— сверл, метчиков, разверток (стали 9XC, B1);

— длинного режущего инструмента (XГ, XГС, XВГ);

— деревообрабатывающего инструмента (9X, 5XB2C);

— шариков, роликов и колец шарикоподшипников (ШХ6, ШХ9).

Из марганцевой стали (Г13) делают гусеницы тракторов, стрелки трамвайных и железнодорожных линий и многое другое.

Из вольфрамовой стали (P9, P12, P18) изготавливают высококачественный режущий инструмент: резцы, сверла, фрезы. Хромоникелевая нержавеющая сталь (например, X18H10T) незаменима в химической промышленности (емкости, реакторы, аппараты и т. д.).

Прочитав этот перечень, поневоле можно схватиться за голову. И в самом деле: какую же сталь для нашей технической самостоятельности выбрать? Какая же сталь лучше?

Если после всего, что мы неоднократно повторяли выше, кому-либо придет на ум такой вопрос, значит, он ничего не понял. Малыши в зоопарке любят спрашивать: «А кто победит — слон или тигр?» Малыши еще не знают, что ставить так вопросы серьезным людям нельзя. Что означает сравнение — слона ли с тигром, лошади с машиной или одной стали с другой? Это означает сопоставление похожих свойств в похожих (одинаковых) условиях. Слон сильнее тигра по поднятию тяжестей, но он прыгает хуже, не правда ли? Поэтому спрашивать, кто из них победит, не уточняя, в чем они будут соревноваться, — это по-детски.

То же самое и с металлами. Какая сталь лучше — а для чего? Одна сталь хороша для танка, а другая пригодна лишь для трубы самовара. Из некоторых сталей готовят детали космических ракет, а иным сталям только и место, что в школьных перьях. Ни хуже, ни лучше от этого сталь не делается: каждая хороша на своем месте, и у каждой — свой «характер», свои достоинства.

Так как же быть нам среди обширного ассортимента сталей? На чем наш выбор остановить? Этот вопрос не имеет однозначного ответа. Ведь выбор стали и металла (и материала вообще) для конкретной детали диктуется конкретными условиями: местом детали в конструкции, ее функциями. Будет ли она вращаться? Если да, то с какой скоростью? Или ей предстоит изгибаться? Тогда с какой нагрузкой? Как часто? И т. д.

К подбору и разработке любительской конструкции надо под-

ходить хоть немного инженерно. Это значит, что на любой вопрос о конструкции, о ее работе, о работе составляющих ее деталей надо дать себе исчерпывающий ответ. Без такого знания и расчета конструкции не изготовить. Если же основные рабочие характеристики детали — узла, конструкции в целом — нам известны, подобрать материал не составит труда: выбор-то немалый.

Правда, в нашей любительской практике выбор материалов как раз и бывает ограниченным: мы берем то, что имеем. Или то, что найдем. Нередко это совсем не то, что нам требуется, — просто какая-то «железка». Помочь вам вот так заочно, не видя детальки-«железки», трудно.

Попробуйте сами определить марку металла одним из приведенных выше способов. А если не получается — не огорчайтесь. Имея два куска стали, вы всегда сумеете решить основной вопрос: какой из кусков тверже, а какой мягче. Этого зачастую бывает достаточно для наших целей. Запомним одно:

Для изготовления ответственной детали нельзя использовать незнакомую сталь (металл).

Определение «ответственности» ложится целиком на вас. Ответственными можно считать и раму велосипеда, и рычаг тормоза, трубку игрушечного пистолета, крепление мачты в яхте — да мало ли что. На деталь всегда следует смотреть критически: не зависит ли от ее надежной работы ваша безопасность и безопасность находящихся рядом с конструкцией людей; не зависит ли от этой детали надежность самой конструкции? Если вопрос окажется спорным, лучше уточнить его со старшими товарищами.

У штангистов есть такая поговорка: «С железом будь и сам же-

лезным». Ее можно применить и в нашем случае: всем, кто работает с металлом, надо быть таким же крепким, четким, конкретным, твердым, как и металл. Никакой небрежности. Никакой невнимательности. Только тогда работа с металлом пойдет успешно.

В том случае, когда деталь нашей конструкции оказывается неответственной, можно для ее изготовления брать любую сталь, которая окажется под рукой: ведь прочность даже мягкой стали вполне достаточна для целей нашей любительской практики. Лишь бы нам была под силу обработка этой стали.

§ 2. МЕДЬ И ЕЕ СПЛАВЫ

Медь — красивый металл медового, розовато-красного, цвета. В истории цивилизации именно медь начала эпоху металлов, когда на смену каменному веку пришел медный. В природе она встречается иногда в виде самородков, поэтому-то человек и натолкнулся вначале на медь. Она легко обрабатывается, не боится воды и не ржавеет, относительно легко — при 1083°C — плавится, отличается высокой пластичностью; благодаря пластичности, например, ее можно раскатать в фольгу толщиной всего 0,03 мм, а проволочку из нее сделать гораздо тоньше человеческого волоса.

В современной технике медь привлекает внимание к себе в первую очередь высокой электро- и теплопроводностью. Если принять теплопроводность гранита равной единице, то оказывается, что теплопроводность льда почти такая же (1,005), у стали — в 21 раз выше, у алюминия — в 95 раз, у золота — в 142 раза. Медь в этом отношении превосходит все металлы — ее теплопроводность составляет 177 единиц — и уступает

только серебру (190 единиц). Примерно так же располагаются металлы и по своей электропроводности. Вот почему чистая медь широко применяется в холодильных и подогревательных устройствах, в электронике, радио- и электротехнике, а также и в быту. Многие старинные вещи — подсвечники, кружки, люстры и прочее — изготавливались целиком из меди. Медь была в большом почете и у моряков, хотя ее и приходилось беспрестанно «драить».

Наша промышленность выпускает медь в виде проводов, трубок, прутков, листов и в виде «чушек». Основные марки промышленной меди таковы:

М0 и М1 — преимущественно для производства проводников тока и сплавов. Эти марки можно подвергать любому виду вытяжки и штамповки.

М2 — для высококачественных полуфабрикатов (прокладки, заклепки и прочее) и сплавов.

М3 — для медных сплавов обыкновенного качества, подвергаемых прокатке и штамповке.

М4 — для литейных сплавов.

На практике эти марки отличить друг от друга невозможно, да нам такое различие почти и не требуется: любая медь пойдет в дело. Но в технике, помимо обычной меди, применяют большое количество самых разнообразных сплавов на основе меди. Среди них стоит запомнить и фосфористую медь, она используется для изготовления всевозможных пружинящих электропроводов и контактов. В отличие от обычной меди, которая легко гнется и в силу своей пластичности не восстанавливает первоначальной формы, фосфористую медь гнуть значительно труднее; она пружинит, а при небольших изгибах форму восстанавливает легко. Выпускается она трех марок: **МФ1, МФ2 и МФ3**.

Медь образует со многими ме-

таллами огромное число всевозможных сплавов, эти сплавы распространены повсеместно, но изделия из них нередко по ошибке называют просто «медными». Так называемые «медные» монеты представляют собой 5-процентный раствор алюминия в меди. Медь входит в состав никелевого сплава, идущего на изготовление «серебряных» монет: она повышает сопротивление никеля износу-истиранию. Знаменитый памятник Петру I в Ленинграде — «Медный всадник» — на самом деле не медный. Он бронзовый.

Бронзами называют сплавы меди с марганцем, оловом, алюминием, бериллием, кадмием, свинцом и другими металлами. В любой бронзе содержание меди не должно опускаться ниже 50%. В противном случае сплав будет называться уже не бронзой, а как-нибудь по-другому (константан, манганин и т. д.).

Медные сплавы, как правило, отличаются более высокой прочностью, лучшей обрабатываемостью и во многих случаях большей дешевизной, чем медь. Поэтому они находят в технике широкое применение. Впереди всех сплавов по значимости идут бронзы и латуни.

Бронза. Слово «бронза» по происхождению итальянское, но сам сплав известен еще с глубокой древности. Бронза обладает более низкой, нежели медь, температурой плавления и более высокой прочностью. Поэтому вскоре после открытия бронзы (а это произошло почти четыре с половиной тысячи лет назад) она повсеместно вытеснила медь, и медный век сменился бронзовым. Долгое время бронзу получали, сплавляя медь с оловом, в дальнейшем научились делать и безоловянные бронзы.

С увеличением содержания олова в бронзе вязкость ее снижается, а твердость и хрупкость уве-

личивается. Наибольшее количество олова — на практике до 33% — содержит так называемая «зеркальная» бронза, которая раньше использовалась для выделки зеркал и отражателей телескопических рефлекторов. Высокой твердостью и звоном отличалась «колокольная» бронза, содержащая от 16 до 22% олова: она шла на литье колоколов, среди которых самым знаменитым является Царь-колокол в Кремле. Отлит он в 1735 году мастерами И. и М. Маториными и весит 12 тысяч пудов (почти 200 тонн!).

Бронза с 10% олова называлась в прежние времена «пушечной» — из нее отливали пушки и ядра. В 1586 году русский мастер Н. Чохов отлил из бронзы самую большую по тем временам Царь-пушку весом в 2400 пудов (38,5 тонн), установленную ныне тоже в Кремле. Из этой пушки ни разу не стреляли, но многие ее младшие сестры испытали на себе все «преlestи» войн. Бывало не раз, что и колокола переливали в случае нужды на пушки, а порою «провинившимся» колоколам вырывали язык или сбрасывали их на землю. Из пушек колоколов почему-то не лили, но в дни военных торжеств из захваченных у врага пушек победители создавали себе бронзовые памятники. Для этого к пушечной бронзе добавляли меди, цинка (до 10%) и свинца (до 3%). Получалась художественная бронза, содержащая около 5% олова.

Верой и правдой служит человеку уже более четырех тысяч лет художественная бронза; бесчисленное множество изделий сработано за это время из нее. В бронзе увековечил Петра I скульптор Э. Фальконе, отливший в 1775 году «Медного всадника». В 1816 году впервые за один прием был отлит памятник Минину и Пожарскому И. Мартоса. На Аничковом

мосту в Ленинграде скачут бронзовые кони П. Клодта. В Москве на станции метро «Площадь Революции» нас окружают бронзовые скульптуры работы М. Манизера...

Меньше всего олова (4—5%) содержит применявшаяся некогда для чеканки монет пластичная «монетная» бронза. Эта бронза долгое время была единственной из бронз, способной штамповаться. В настоящее время монеты чеканят из алюминиевой бронзы Бр.А5, а для штамповки и обработки давлением создан целый ряд специальных бронз. И все же из всех видов бронз важнейшими являются оловянные, а из безоловянных (специальных) — алюминиевые.

Маркировка бронз ведется следующим образом: вначале ставят буквы «Бр.» (бронза), а далее — обозначения элементов, входящих в состав сплава, и буквы, показывающие их процентное содержание. Легирующие элементы в маркировке бронз обозначаются так: А — алюминий, Мц — марганец, К — кремний, С — свинец, О — олово, Н — никель, Ж — железо, Ц — цинк, Б — бериллий и т. д. Например, марку Бр.ОЦСНЗ-7-5-1 расшифровывают так: бронза свинцово-цинковая, содержащая 3% олова, 7% цинка, 5% свинца, 1% никеля и 84% меди (содержание меди в маркировке обычно не указывается).

Оловянные бронзы — отличный литейный материал, они легко обрабатываются, обладают высокой прочностью и антикоррозионностью, малым коэффициентом трения. Поэтому их используют для изготовления деталей машин, работающих на истирание: зубчатых колес, подшипников трения, арматуры и т. п. Среди этих бронз можно отметить такие марки: Бр.ОФ6,5-0,15; Бр.ОЦ4-3 и др. Бронзы, содержащие 5—6% олова, используют для штамповки и прессования деталей. Они выпус-

каются в виде листов, проволоки, ленты, трубок.

Свинцовистые бронзы применяют в основном для изготовления подшипников (Бр.С30, Бр.СН60-2,5 и др.). Алюминиевые бронзы превосходят оловянные по прочности и сопротивлению коррозии, но плохо льются. Их применяют (марки Бр.А7, Бр.АМц9-2 и др.) для изготовления различной арматуры, зубчатых колес и пр.

Кремнистые бронзы (Бр.КМц3-1, Бр.КН1-3 и др.) хороши в производстве пружин и всевозможных пружинящих контактов.

Бериллиевые бронзы (Бр.Б2; Бр.БНТ1,7; Бр.БНТ1,9) идут на изготовление пружинящих и искрящих контактов, применяемых в электро- и радиотехнике, в часовой промышленности и т. п.

Кадмиевые бронзы, содержащие до 1% кадмия, по сравнению с медью не менее электропроводны, но прочность у них значительно выше, поэтому они идут на изготовление телеграфных, телефонных и троллейбусных проводов.

Оловянные и бериллиевые бронзы — самые дорогие из бронз.

Латуни. Сплавы меди, содержащие более 10% цинка, принято называть латунями. По происхождению слово «латунь» — немецкое.

Цвет латуней — золотисто-желтый. Маркируют их так же просто, как и бронзы: впереди ставят букву «Л» (латунь), а за нею — цифры, показывающие процентное содержание меди в сплаве. Например, Л62 — латунь с 62% меди, остальное — цинк. Если цинка в сплаве содержится менее 10%, эти латуни называют томпаками. При содержании цинка от 10 до 20% сплавы именуют полутомпаками.

Томпаки Л96 и Л90 идут на изготовление радиаторных и теплоотводных трубок, листов и полос. Они чрезвычайно пластичны и легко обрабатываются. Кроме того, томпаки очень эффективны при из-

готовлении художественных поделок. Так, латунь (томпак) Л90 после полировки долго сохраняет золотистый красивый блеск и не тускнеет.

Полутомпаки Л85 и Л80 выпускаются в виде листов, труб, лент и проволоки. Их можно подвергать всем видам обработки.

Латуни Л70, Л68 и Л62 поставляются в виде листов, проволоки, полос и труб; из латуни Л62 делают еще прутки.

У специальных латуней, имеющих в своем составе, помимо цинка, и другие элементы, обозначение легирующих присадок такое же, как у бронзы. Первые две цифры в маркировке этих латуней, стоящие за буквенными обозначениями, показывают содержание меди в процентах, а последующие цифры — содержание других элементов. Содержание цинка в маркировке не указывается. Например, марка ЛМцЖ52-4-1 обозначает марганцевожелезистую латунь, содержащую 52% меди, 4% марганца и 1% железа, остальное (43%) — цинк. Латунь марки ЛМцОС58-2-2-2 содержит 58% меди и по 2% марганца, олова и свинца, остальное (36%) — цинк.

Наиболее пластична латунь с 32-процентным содержанием цинка, а максимум прочности имеет латунь с 45-процентным содержанием цинка. Если цинка в латуни более 50%, сплав приобретает большую хрупкость.

Латуни алюминийевые (ЛА85-05, ЛА77-2), свинцовые (ЛС63-3, ЛС74-3) и оловянистые (ЛО90-1, ЛО70-1) обладают высокой коррозионной стойкостью, то есть не ржавеют и не окисляются, и очень хорошо штампуются. Помимо этого, существует большая группа латуней, предназначенных для изготовления литых деталей; эти литейные латуни имеют на конце марки вторую букву «Л», например: ЛАЖ60-1-1Л. Литейные ла-

туни можно встретить во втулках подшипников, в деталях морского оборудования и т. д.

§ 3. АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

Древним римлянам еще за две с половиной тысячи лет до нас было знакомо слово «алюмен» — так называли квасцы для протравы. В сочинениях греческого философа Платона, жившего в V веке до нашей эры, содержится рассказ о мифическом материке — Атлантиде. Платон уверяет, что древним атлантам, помимо серебра и золота, был известен еще один металл, «после золота имевший наибольшую ценность у людей того времени», — орихалк. Трудно установить, какой металл имел в виду Платон, говоря об орихалке. Некоторые исследователи считают, что орихалком был назван сплав меди и... алюминия. Другие полагают, что это была латунь, которую получали из аурихальцита — редкого минерала, содержащего медь и цинк. В одной из египетских гробниц того времени, когда в Египте еще не была известна бронза, то есть за 3—4 тысячи лет до н. э., найдены были изделия из латуни. Название «орихалк» происходит от греческого «орос» — «гора» и «халькос» — «медь, красный металл».

У древнеримского историка Плиния есть и другая любопытная история. К императору Тиберию, рассказывает Плиний, однажды явился никому не известный мастер и принес ему в дар чашу из чрезвычайно легкого и блестящего, как серебро, металла. По словам мастера, металл этот получается из обыкновенной глины, и при желании его можно иметь в любых количествах. Император, испугавшись за свои золотые запасы, которые могли быть обесценены новым металлом, приказал

разрушить мастерскую изобретателя, а самому мастеру отрубить голову. Так две тысячи лет назад был утерян секрет получения металла, напоминающего по описанию алюминий.

Как бы там ни было, впервые промышленное производство алюминия было начато лишь в конце XIX века и первоначально он поистине ценился на вес золота. Первый в мире завод алюминия добывал в сутки всего 2 кг этого металла; посудой из алюминия в то время могли пользоваться только короли и миллионеры. Постепенно способ производства алюминия упростился, а добыча его возросла до таких размеров, что алюминий стал считаться вполне обычным и доступным металлом. Кстати сказать, в земной коре алюминия содержится в два раза больше, чем железа.

Алюминий и его сплавы находят теперь широкое применение и в промышленности, и в любительской практике в силу того, что обладают достаточно хорошей прочностью, малым весом, обрабатываются легко, имея при этом высокую электропроводность и пластичность. Из всех марок алюминия шире всего известны четыре: А0, А1, А2 и А3. Марку А0 используют на производство фольги и проводов, алюминий А1 также идет на провода и электропроводные шины. Марки А2 и А3 применяют для изготовления различных малонагруженных деталей. Ко всем маркам алюминия применены различные виды штамповки, вытяжки и высадки.

Гораздо больше, чем алюминий, распространены в технике его различные сплавы. Они делятся на две группы: литейных и деформируемых сплавов. Имеется большой ассортимент литейных сплавов алюминия с низкой температурой плавления и отличными литейными характеристиками. Мар-

кировка этих сплавов начинается с букв «АЛ» (от АЛ1 до АЛ18). Часть сплавов, с высоким содержанием кремния, называют силуминами.

Среди деформируемых алюминиевых сплавов различают упрочняемые и неупрочняемые обработкой сплавы. Сплавы с марганцем (АМц, АМцС), а также с магнием (АМг1, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6) обладают хорошей пластичностью, свариваются и неплохо противостоят коррозии. Эти сплавы — неупрочняемые.

Упрочняемые обработкой деформируемые сплавы обладают высокой прочностью и используются первым делом в самолетостроении. Среди этой группы наиболее известны сплавы, называемые дюралю или дюралюминием (по-латыни слово «дурус» означает «крепкий»). Марки дюралю начинаются с буквы «Д», а цифры при ней указывают условные номера сплавов (например, Д1, Д7, Д16). Дюралюминий имеет высокие механические характеристики. Он хорошо обрабатывается и противостоит коррозии. Но пластичность его невелика: гнуть листовую дюралю и трубки из него можно только в горячем состоянии.

Знание марок алюминия и его сплавов помогает ориентироваться в выборе нужного материала. Чаще всего нам приходится иметь дело с листовым алюминием. Обычно на листовом материале по всему его полю проставляют марку алюминия (или сплава) и некоторые другие данные. Листы перед отправкой с завода могут быть подвергнуты тому или иному виду обработки, например, нагартовке — упрочнению поверхности металла механическим путем (частыми ударами дробью и т. п.), или плакированию — покрытию сплавов алюминия тонким слоем чистого алюминия («гарт» по-немецки «твердый»).

Листы дюралю, прокатанные на заводе в горячем состоянии, обозначают прибавлением буквы «А» к его марке (например, Д1А). В маркировку отожженных после прокатки листов ставят букву «М» (Д1А-М). Полунагартованные листы имеют в марке букву «П» (Д1А-П), нагартованные — букву «Н» (Д1А-Н), а закаленные — букву «Т» или «ТВ» (Д1А-Т). Буква «Б» в марке обозначает, что листы неплакированные (Д1А-Б). На плакированных листах ставят надпись: «Плакированные» («плакэр» по-французски «покрытие»).

Следует помнить, что отожженные листы алюминиевых сплавов значительно мягче закаленных и нагартованных, а плакированный листовой материал лучше поддается декоративной обработке.

Ряд алюминиевых сплавов (АК4, АК6) предназначен дляковки и штамповки. Их применяют при изготовлении лопастей винтов самолетов, поршней авиационных моторов и пр.

§ 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Кроме основных металлов и их сплавов, перечисленных выше, в любительской практике нередко бывают нужны для различных целей и такие металлы, как свинец, олово, висмут, кадмий.

Свинец — непрочный, весьма пластичный металл (легко гнется и режется ножом) синевато-серого цвета в разрезе, быстро после резки покрывающийся серой пленкой окислов. Температура плавления его 327°С (в парах ядовит!).

Свинец применяют как основу свинцово-оловянистых припоев, защитную оболочку кабелей. В любительской практике из него лютуют различные мелкие декоративные детали, идущие потом под окраску.

Добавление к свинцу неболь-

ших количеств олова (4—6%) и сурьмы (10—18%) позволяет получить сплавы, имеющие повышенную текучесть (можно лить мелкие детали) и повышенную прочность.

Олово — металл серебристо-белого цвета, почти не окисляющийся на воздухе. Температура плавления — 232°C.

В чистом виде олово применяют для лужения пищевой посуды, консервных банок и т. п. Олово, как и свинец, — основа многих припоев. Кроме того, олово входит в состав всех легкоплавких сплавов.

Висмут — металл красновато-серого цвета с температурой плавления 271°C. Применяют висмут для приготовления легкоплавких припоев и сплавов. Именно вис-

мут придает этим припоям легкоплавкость и, кроме того, прочность.

Кадмий — ковкий и почти не окисляющийся на воздухе серебристо-белый металл, температура его плавления 321°C. Применяется для антикоррозионного покрытия сталей. Кроме того, его используют в легкоплавких припоях как присадку, снижающую их температуру плавления.

Легкоплавкие сплавы можно получить и в домашних условиях, расплавляя указанные в табл. 1 компоненты в той последовательности, как они здесь записаны. Плавку ведут под слоем мелкораскрошенного (но без пыли!) древесного угля, так как некоторые металлы (кадмий, висмут) легко испаряются при нагревании.

Таблица 1

Название сплава	Компоненты сплава, %	Температура плавления, °C
—	Свинец — 32, висмут — 50, олово — 18	98
Сплав Розе	Свинец — 28, висмут — 56,1, олово — 15,9	97,3
—	Кадмий — 11, 18, висмут — 55,5, олово — 33, 32	95
Сплав д'Арсе	Свинец — 45,1, висмут — 45,3, олово — 9,6	79
Сплав Вуда	Свинец — 25, кадмий — 12,5, висмут — 50, олово — 12,5	68
—	Свинец — 19, кадмий — 13, висмут — 48, олово — 20	65

Глава II

РАБОЧИЙ УГОЛОК

§ 1. ИНСТРУМЕНТ

Изготовление металлических деталей, конструкций, приспособлений и т. п. надо начинать с подбора соответствующего материала и инструмента. О материалах речь шла выше, инструмент же подбирают в зависимости от предполагаемой последовательности и сложности обработки детали.

От правильно подобранного инструмента зависит во многом и результат задуманного дела. Можно даже сказать: инструмент — это уже половина дела. Другая половина складывается из правильных приемов обработки детали и упорства в труде.

Запомним правило:

Прежде, чем что-либо делать, надо подготовить весь необходимый инструмент.

Технологическая цепочка изготовления детали включает в себя:

— составление плана, или чертежа, или рисунка детали (что мы будем делать);

— выбор подходящего материала и заготовки (из чего будем делать);

— подбор необходимого инструмента, конкретизация приемов и последовательности обработки материала (чем и как будем делать деталь).

В последнем звене нашей цепочки коротко речь идет вот о чем. В ту минуту, когда мы уясним себе, каким именно способом лучше и быстрее изготовить необходимую нам деталь — литьем, резкой, сверлением, травлением или другой какой-либо операцией,—

нам станет ясно, что за инструмент для этого нужен. И наоборот — если у нас под рукой нет полного набора всех возможных инструментов, а есть только лишь один или два его вида, этот имеющийся в наличии инструмент будет диктовать приемы, то есть технологию изготовления детали, их последовательность и продолжительность.

Что же следует понимать под словами «весь необходимый инструмент»? С точки зрения технологии, для успешной работы с металлом нам нужен:

— измерительный инструмент (тот, с помощью которого мы будем на чертеже и на заготовке отмерять все необходимые величины);

— разметочный инструмент (он позволит нам изобразить на заготовке прообраз будущей детали);

— рабочий инструмент (без которого деталь из заготовки не сработает);

— контрольный инструмент (без которого нельзя проверить, проконтролировать ни ход, ни результат обработки детали).

Об этих видах инструмента и пойдет у нас речь.

Контрольно-измерительный инструмент. Цель любого измерения, как показывает само слово, состоит в соотношении неизвестной измеряемой величины с определенной, общепринятой, заранее известной мерой. Простейший вид измерения — измерение линии. Для плоских деталей все необходимые измерения сводятся к определению двух линейных размеров — длины,

ширины. Например, на странице, которая сейчас у вас перед глазами, положение любой буквы можно установить всего лишь двумя измерениями, если только заранее мы условимся, что первой, исходной точкой, от которой мы начнем проделывать измерительные манипуляции, будет, скажем, точка в правом нижнем углу страницы. Эта точка, или даже линия, от которой ведут все измерения (в нашем примере измерения надо вести от угла страницы влево и вверх), называется базой.

Чем больше число точек, положение которых требуется определить, тем соответственно больше делают измерений. Положение точки относительно базы можно определить не только двумя линейными размерами, но также одним линейным размером и углом.

Определение размеров объемной детали тоже сводится к измерению линейных размеров и углов. Не будем только забывать, что положение точки в объемной детали определяется уже не двумя, а тремя величинами — длиной, шириной, высотой.

Для измерения линейных размеров используют всевозможные измерительные линейки, штангенциркули, микрометры, кронциркули, нутромеры и т. п. Углы определяют с помощью различных угломеров.

Стальная линейка (рис. 2,А) — простейший измерительный инструмент, применяемый для грубых измерений линейных размеров детали. Точность линейки 0,25—0,5 мм. Удобнее пользоваться линейкой, имеющей шкалу с двух сторон.

Для более точных измерений линейных размеров, а также диаметров стержней и отверстий, с точностью до 0,02—0,1 мм, применяют штангенциркуль (рис. 2,Б). «Штангенциркуль» — слово немецкое и состоит из двух слов:

по-латыни «циркулюс» значит «круг, окружность» (у штангенциркуля концы ножек заострены, это позволяет с его помощью проводить окружности на металлической поверхности) и «штанге», что по-немецки значит «прут, шест» (у штангенциркуля одна из ножек подвижная и скользит по стержню — по «пруту», — имеющему шкалу).

Высокая точность измерений штангенциркулем достигается за счет применения нониуса (более точно называемого верньером, по имени изобретателя П. Верньера). Отсчет по нониусу ведем следующим образом: вначале отсчитываем целое число миллиметров (до первой риски верньера), затем — десятые доли по риску верньера, которая совпадает со штрихом-риской штангенциркуля. На рис. 2,Б измеряемый диаметр равен 5,5 мм.

Идея верньера проста. На нем наносят десять делений на длине 9 мм (по-латыни «нониус» значит «девятка»), то есть каждое деление верньера меньше деления линейки на 0,1 мм. Если сомкнуть ножки штангенциркуля, первый штрих (риска) верньера совпадет с нулевым штрихом линейки, но второй штрих верньера не совпадет со вторым штрихом линейки на 0,1 мм, третий штрих с третьей риской — на 0,2 мм и т. д. На рис. 2,Б первая риска нониуса расположена между пятым и шестым штрихом линейки. Это означает, что измеряемый диаметр содержит пять целых миллиметров и сколько-то долей миллиметра еще. Ищем далее, какая риска нониуса совпадает со штрихом линейки. У нас на рисунке — это пятая риска. Значит, измеряемый диаметр содержит еще и пять десятых (0,5) долей миллиметра. В результате — 5,5 мм.

Применяют иногда штангенциркули, у которых шкала нониу-

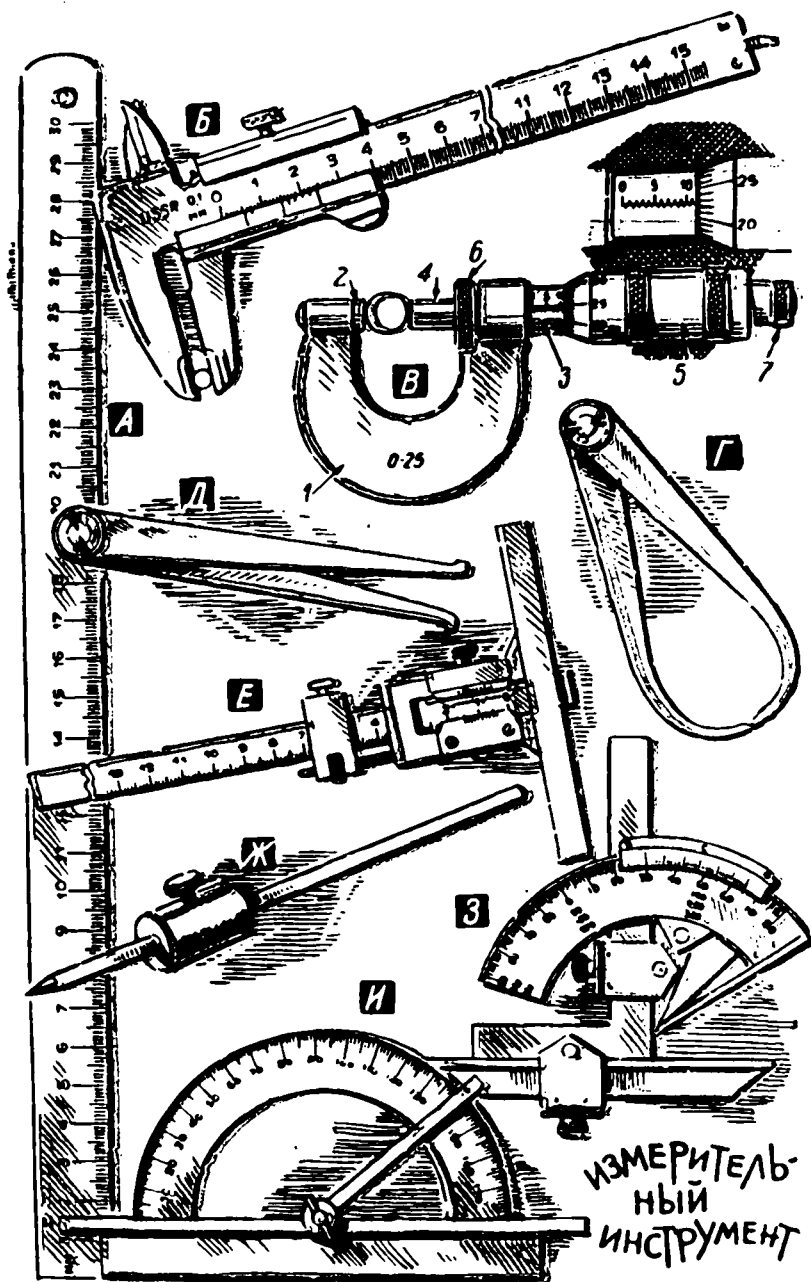


Рис. 2.

А -- измерительная линейка; Б -- штангенциркуль; В -- микрометр; Г -- кронциркуль; Д -- нутромер; Е -- глубиномер; Ж -- самодельный глубиномер; З -- угломер; И -- самодельный угломер; 1 -- скоба; 2 -- стержень; 3 -- хвостовик; 4 -- микрометрический винт; 5 -- гильза; 6 -- стопор; 7 -- трещотка.

са длиной 12 мм разбита на 25 делений. Расстояние между штрихами верньера в этом случае равно 0,48 мм, а на линейке между штрихами — 0,5 мм. Точность измерения таким штангенциркулем составляет, следовательно, $0,5 - 0,48 = 0,02$ мм.

Самый точный в любительской практике инструмент — микрометр (рис. 2,В): с его помощью измеряют линейные размеры с точностью 0,005 мм. Пять тысячных долей миллиметра — это пять микрометров, поэтому прибор и называют микрометром.

Микрометр представляет собою скобу 1 со вставленным в нее с одной стороны закаленным стержнем 2, у которого точно обработан торец. С другой стороны скобы расположен хвостовик 3 со шкалой, имеющей цену деления 0,5 мм. В резьбовом отверстии хвостовика перемещается микрометрический винт 4 с гильзой 5. Микрометрический винт смещается за один оборот вперед или назад на 1 мм.

На конической части гильзы 5 по окружности нанесено сто делений. Если повернуть гильзу вокруг ее оси на одно деление, она вместе с микрометрическим винтом переместится на 0,01 мм относительно скобы.

Отсчет по микрометру ведем так. Учитываем целые миллиметры по шкале хвостовика и к ним прибавляем сотые доли по шкале гильзы (а иногда еще и половинку сотой доли, как показано на рис. 2,В. Здесь микрометр фиксирует 12,225 мм).

Микрометр снабжен также стопором 6 (для фиксации микрометрического винта) и трещоткой 7. Трещотка позволяет прижать микрометрический винт к детали так, чтобы обеспечивалась высокая точность измерения и в то же время чтобы при слишком грубом и поспешном вращении гильзы не сломался микрометрический винт.

Поэтому при измерениях деталей микрометром надо обязательно пользоваться трещоткой.

Для измерения диаметра стержней и цилиндров применяют кронциркуль (рис. 2,Г). Кронциркуль не имеет шкалы; его дугообразные ножки, из-за которых он и получил название (по-немецки «крон» значит «коронный», «высокий»), прикладываем вначале к стержню, а затем замеряем расстояние между ними по линейке. Точность такого измерения — не выше 0,5 мм.

Диаметры крупных отверстий определяют нутромером (рис. 2,Д). Точность его такая же, как и у кронциркуля.

Глубину отверстия измеряют глубиномером (рис. 2,Е). Он имеет верньерную шкалу: точность глубиномера — 0,01 мм.

Простейший глубиномер (рис. 2,Ж) можно изготовить из стержня подходящего диаметра. На стержень помещаем скользящий вдоль него цилиндр со стопорящим винтом. Если еще нанести на стержень шкалу, процедура измерения упростится. Точность нашего глубиномера может достигнуть 0,5 мм.

Для измерения углов пользуются универсальными угломерами (рис. 2,З). Такой угломер — инструмент дорогой и редкий. Для домашних измерений применяем самодельные инструменты. Самый простой из них (рис. 2,И) представляет собой транспортир с двумя рейками. Одну рейку неподвижно закрепляем на транспортире, другая вращается вокруг опорного винта, но в случае необходимости может стопориться с помощью гайки-барашка, установленного на винте.

Кроме инструментов, перечисленных выше, в практике используют большое количество различного вспомогательного инструмента: всевозможные щупы, резьбомеры, радиусомеры и т. д.

Если вы не смогли приобрести резьбомера, то для измерения резьб можно применить простой метод: запастись набором винтов с гайками, у которых известны диаметры. Этот контрольный набор наиболее употребительных гаек и винтов позволяет легко измерить диаметр неизвестной резьбы и прочие ее характеристики. Для удобства пользования на контрольные винты с гайками навесим бирочки с данными. Характеристику резьб можно установить также с помощью метчиков и плашек.

Разметочный инструмент. Собираясь изготовить из куска металла, выбранного нами заранее, какую-либо деталь, мы у себя должны иметь точный план этой детали. План детали может быть мысленный или зарисованный на бумаге в виде эскиза, чертежа, описания. Наконец, для составления плана можно иметь под рукой образец или макет детали.

Перенесение плана детали с точными ее размерами на заготовку металла называют разметочной операцией. Обычно на металл переносят не все размеры детали, а

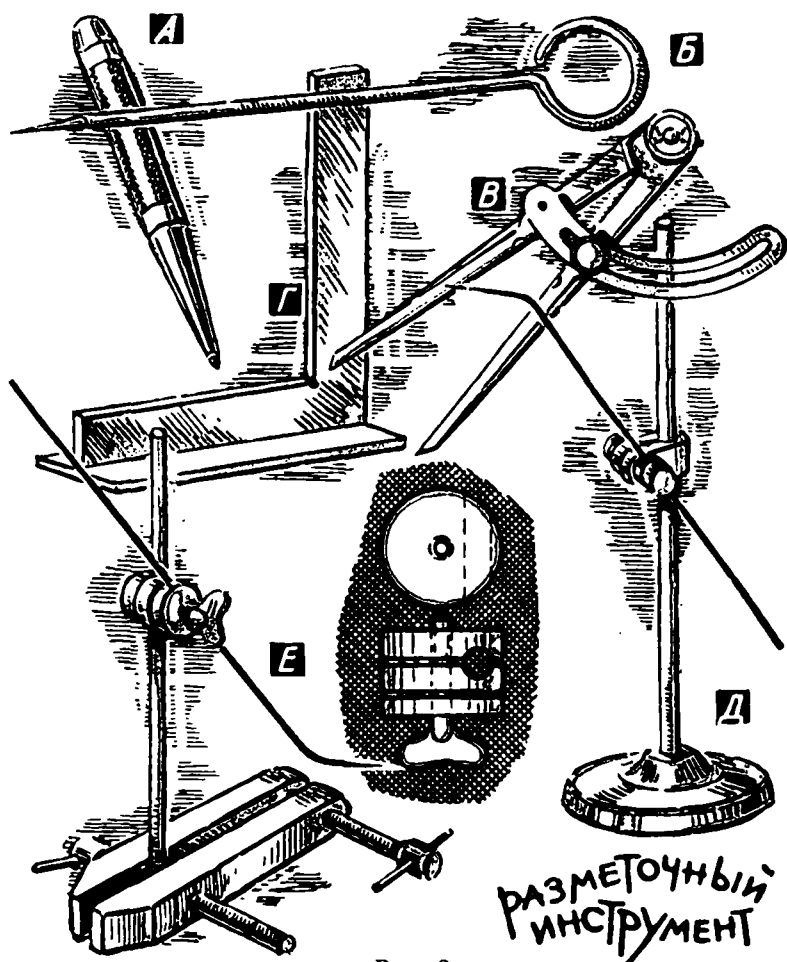


Рис. 3.

А — кернер; Б — чертилка; В — слесарный циркуль; Г — слесарный угольник; Д — слесарный рейсмус; Е — самодельный рейсмус.

лишь те основные линии и точки, по которым будет вестись обработка заготовки. Линии, границы, разметки на заготовке называют рисками.

Разметка бывает плоская и пространственная (объемная); плоскую разметку применяют при изготовлении деталей из листового материала. При этом сам разметочный процесс ничем не отличается от обычного черчения. Пространственную разметку используют в том случае, когда требуется изготовить объемную деталь.

Разметку ведут на разметочных плитах. В домашних условиях заменяем плиту ровным толстым металлическим листом.

Используемый для разметки набор инструментов невелик: кернер, чертилка, циркуль, угольник, рейсмус.

Кернер (от немецкого «кёрн», то есть «столбик») является основным инструментом, необходимым для разметки (рис. 3,А). Кернер затачивают под углом 60° , острие его должно быть по возможности идеальным. Кернер под разметку отверстий затачивают с углом при вершине 120° .

Всякую разметку ведем так: выбираем базовую точку, в которой кернером делаем углубление. Затем проводим базовую линию. Все измеряемые от базы расстояния обязательно фиксируем, делая в металле углубления кернером, и так до получения всех необходимых отметок.

Риски на заготовку наносим чертилкой (рис. 3,Б). Она представляет собой кусок проволоки с петлей на одном конце, тогда как другой конец заточен и закален.

Слесарный циркуль (рис. 3,В) употребляется для переноса размеров с чертежа на заготовку и для проведения элементов окружностей. При нанесении окружности на заготовку в центре круга

делаем обязательно углубление кернером.

При разметке всегда необходим слесарный угольник (рис. 3,Г). С его помощью размечаем углы в 90° при плоской и пространственной разметке. Пространственную разметку можно существенно облегчить, если применить слесарный рейсмус (рис. 3,Д). В продаже этого инструмента почти не бывает, но его можно изготовить и самим. Деталировка самодельного рейсмуса приведена на рис. 3,Е. Основа его — слесарная струбцина. Углы при разметке замеряют с помощью угломера (рис. 2,З,И).

Если плоская разметка не предусматривает точного соблюдения размеров, чертеж переводят на металлический лист с помощью копировальной бумаги. Затем обводят получившийся рисунок чертилкой, используя линейку, лекала и слесарный циркуль.

Режущий инструмент. После того как деталь размечена, приступаем к обработке заготовки различными приемами резания. Резание — это не только собственно резка металла, но и рубка его, опиление, сверление отверстий, нарезание резьбы, зенкование, зенкование и др.

Резку металла в прямом смысле этого слова осуществляем всевозможными ножовками и лобзиками по металлу.

Стандартная слесарная ножовка (рис. 4,А) состоит из станка и ножовочного полотна. Станок позволяет закрепить и натянуть ножовочное полотно. Полотно вставляем в станок таким образом, чтобы наклон зубьев был во время работы направлен от нас во внешнюю сторону. При резке длинных заготовок полотно в станке поворачиваем на 90° (рис. 4,Б).

Кроме стандартных ножовок, для резки металла применяют и любительские ножовки, имеющие тонкое и узкое полотно. Эти но-

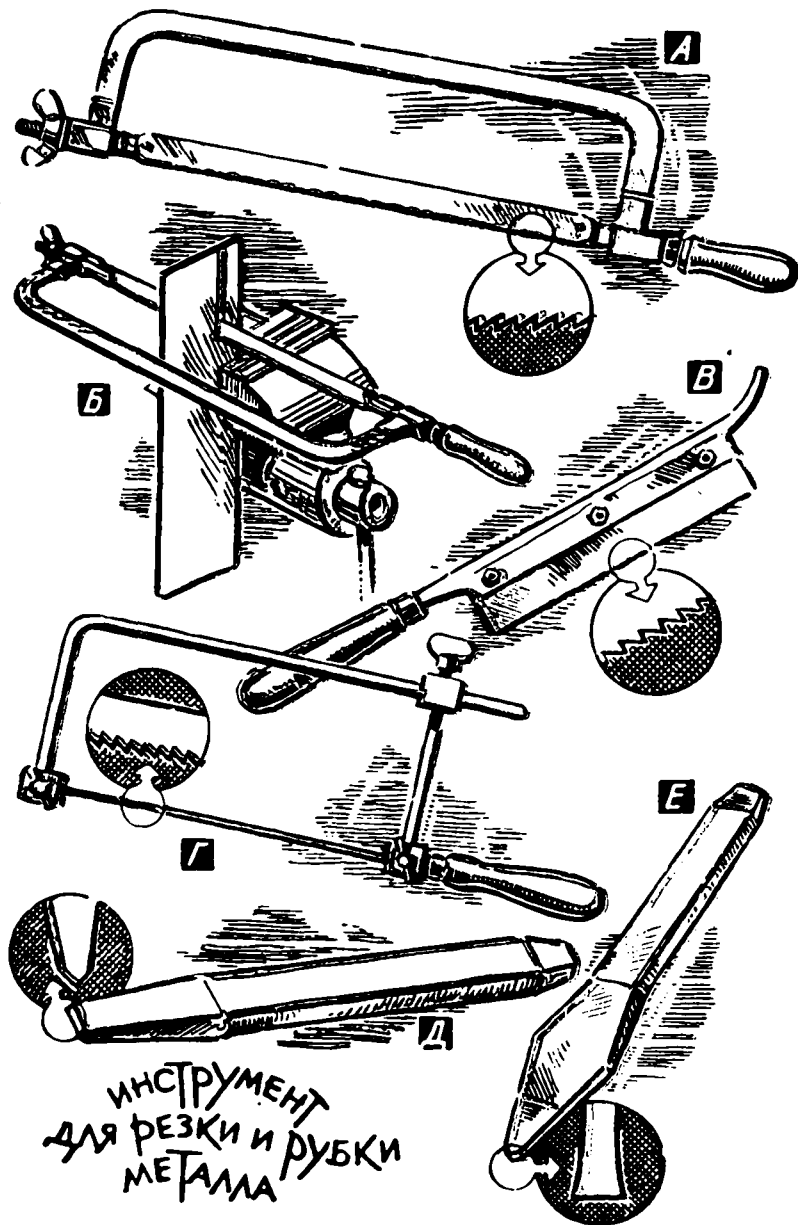


Рис. 4.

А — слесарная ножовка; Б — резка ножовкой длинных полос; В — ножовка для пропиливания пазов; Г — слесарный лобзик; Д — зубило; Е — крейцмейсель.

ножовки удобны при резке небольших заготовок. Их недостаток — неповоротное полотно: ими нельзя резать длинные заготовки. Иногда ножовку применяют и для про-

пиливания различных пазов в металле (рис. 4,В).

Для фигурной резки листового металла нужен слесарный лобзик (рис. 4,Г). Он представляет со-

бой станок с раздвижной дужкой, по краям которой имеются устройства для крепления пилки. Пилку закрепляем так, чтобы зубья были направлены к рукоятке. Металлический лист режем лобзиком лишь в том случае, если он прикреплен струбцинами к горизонтальной поверхности (к столешнице стола). Рабочим ходом лобзика считают ход сверху вниз.

Для рубки металла применяем зубила и крейцмейсели всевозможных размеров, а также различные пробойники, просечки и т. п.

Зубила (рис. 4,Д) — это один из самых древних видов инструмента. Когда-то их делали из камня, затем из бронзы, а теперь — в основном из стали У7А.

Режущую кромку зубила затачивают на определенный угол. Для твердых металлов (чугун, бронза и т. п.) угол заточки равен примерно 70° , для металлов средней твердости (сталь) его делают равным 60° , мягкие металлы (алюминий, латунь) рубят зубилами, заточенными под углом 45° . Для рубки толстого металла режущую кромку зубила делают прямой, листового металла — слегка закругленной. Закругленная кромка формирует более ровный рубленый срез.

Крейцмейсель — слово немецкое и означает оно специальное зубило для прорубки всевозможных пазов и канавок в металлической заготовке (рис. 4,Е). Он имеет узкую режущую кромку; затачивают ее на те же углы, что и зубила, в зависимости от обрабатываемого металла.

Опиливание металлических заготовок выполняем различными напильниками. Этот вид инструмента — тоже один из самых древних: первые напильники появились почти за 6000 лет до нас и были, конечно, кремневыми. Бронзовые напильники с острова Крит насчитывают от роду почти

4000 лет. В начале I в. н. э. в Древнем Риме появились стальные напильники. Напильники из стали применялись и на Руси более чем тысячу лет назад.

Старинные напильники имели одинарную поперечную насечку. Лишь около 900 лет назад кельты и римляне стали изготавливать напильники с косой насечкой, а еще через 300—350 лет появились и первые напильники с перекрестной насечкой.

По насечке напильники делят на драчевые — они грубо «дерут» металл, — личные и бархатные. Чем меньше насечек имеет напильник на 1 см поверхности, тем крупнее его зубья. Поэтому за один ход они снимают больший слой металла. Драчевые напильники снабжены 10—12 зубьями на длине 1 см и снимают за один проход от 0,3 до 1,0 мм металла заготовки, личные напильники имеют 16—24 насечек на 1 см длины и снимают слой металла не более 0,1 мм, а бархатные, служащие для окончательной отделки, снимают всего лишь 0,01—0,03 мм, потому что число зубьев у них достигает 24—40 на длине в 1 см. Самый маленький бархатный напильник для часовщиков — длиной всего в 12 мм, — весит 0,1 г, а на каждом его квадратном сантиметре помещено по 13 тысяч зубьев.

Напильники с одинарной насечкой применяем для опиливания заготовок из мягких металлов, а с двойной насечкой — для заготовок из твердых металлов и сплавов. Запомним, что при работе драчевым напильником на поверхности заготовки остаются риски глубиной до 0,2 мм. Если не оставить припуск на обработку личными напильниками, то на поверхности детали эти риски так и останутся.

Нельзя ударять напильником по другим предметам: может вы-

крошиться насечка, а иногда напильник просто ломается; обрабатывать драчевыми и личными напильниками закаленные заготовки и детали тоже нельзя.

Напильники должны быть сухими. Плохо, если в зубья насечки попадет масло — напильник начнет скользить по металлу. После работы по опиливанию заготовки насечку напильника обязательно очищаем от набившегося в зубья металла щетками с коротким металлическим ворсом (рис. 5,А) или специальным скребком (рис. 5,Б), сделанным из алюминия, меди или латуни.

Для точных работ — с часами, с приборами и пр. — применяем тонкие маленькие напильники, называемые надфилями, или, более точно, надельфейлями. Их делают из куса крупной стальной проволоки, часть которой оставляют без насечек: она служит ручкой.

Современные напильники бывают различной формы: круглые, квадратные, плоские, полукруглые, ромбические, трехгранные и ножовочные. Применение напильников различных сечений хорошо показано на рис. 5,В.

Сверление отверстий в металле производим всевозможными ручными и механизированными дрелями — сверлилками. Рабочим инструментом в них является сверло.

В продаже имеется два вида дрелей: с открытой (рис. 6,А) и с закрытой передачей (рис. 6,Б). Дрель с закрытой передачей работает на двух скоростях вращения; скорости меняем за счет перестановки ручек с одной оси на другую.

Затяжку сверл в дрелях осуществляем вручную. Это недостаток: надежно затянуть сверло в патроне вручную нельзя.

Кроме ручных дрелей, в продажу поступает также несколько ти-

пов электрических. Вмонтированный в дрель электродвигатель через редуктор вращает патрон со сверлом. Сверло закрепляем в патроне с помощью специального

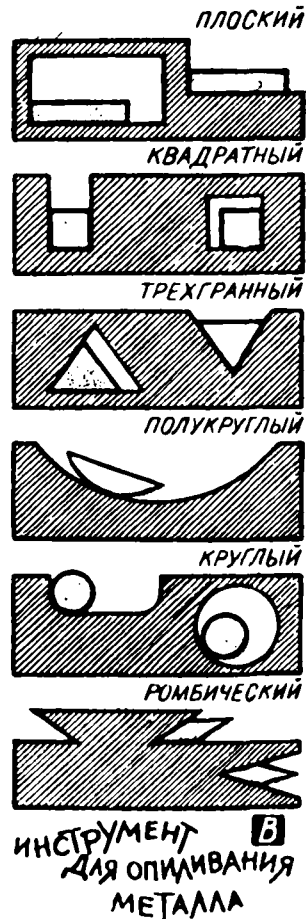
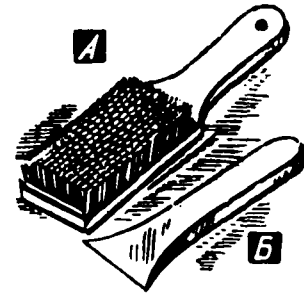


Рис. 5.

А — щетка для чистки напильников; Б — скребок; В — различные напильники.

ключа. Электрическая дрель пригодна не только для сверления металлов — ею можно сверлить и бетон, используя сверла с победитовыми наконечниками. Такая дрель — готовый «токарный» станок для обработки пруткового материала, а также основа для устройства всевозможных отделочных приспособлений. Кстати говоря, в слове «дрель» нет ничего загадочного: по-немецки «дриллен» означает «сверлить, буровать».

Для сверления металла дрелями устанавливаем в патроне их перочные либо спиральные сверла.

Перочное сверло (рис. 6,В) можно сделать из инструментальных сталей марок У7—У13 или даже из углеродистых сталей марок выше 35.

Пруток расплющиваем на наковальне с одного конца до получения нужной формы, а затем затачиваем (рис. 6,В). Грани сверла должны быть симметричными, «отцентрованными». Для этого изготовленное нами сверло зажимаем в дрель и начинаем вращать. «Носик» сверла при вращении в патроне должен «стоять» на одном месте, если же он «бьет», подтачиваем одну грань или слегка выпрямляем (рихтуем) все сверло.

Перочным сверлам следует придавать определенный угол заточки при вершине, который зависит от того, насколько тверд обрабатываемый металл. Для обработки чугуна и бронзы нужен угол 130—135°, стали — 110—115°, мягких металлов — около 100°.

Заточенное соответствующим образом перочное сверло подвергается термообработке (см. ниже гл. VII), после чего оно считается готовым. Работать перочным сверлом лучше всего по заранее просверленному отверстию малого диаметра, но можно сверлить и без этого отверстия.

Широкое применение и в про-

мышленности, и в любительской практике нашли спиральные сверла (рис. 6,Г), так как они обеспечивают получение более точного и чистого отверстия, нежели перочные сверла.

Спиральные сверла диаметром до 12 мм изготавливают с цилиндрическим хвостовиком, диаметром более 12 мм — с конусным. Сверла с конусными хвостовиками применяют при обработке металлов на станках.

Для обработки твердых металлов угол заточки спирального сверла должен составлять около 140°, металлы средней твердости требуют угла в 110—120°, а мягкие металлы — 90—110°.

Сверление отверстия начинаем с кернения углубления в месте разметки. Керн в этом случае должен иметь угол при вершине около 120°. В накерненную точку ставим дрель так, чтобы сверло было направлено к поверхности металла под углом 90°. Для этого используем слесарный угольник (рис. 6,Д) или закрепленный на дрели уровень (рис. 6,Е). Сверление проводим с легким нажимом на дрель. Заедание сверла на выходе его из металла сигнализирует нам о том, что отверстие почти готово. В этом случае нажим на дрель следует уменьшить.

При сверлении глубоких отверстий используем метод двойного прохода: вначале сверлим отверстие тонким сверлом, а затем уже — сверлом нужного диаметра. Соотношение диаметров тонкого и основного сверл берем равным 1:2.

Если необходимо сверлить отверстие определенной, заданной глубины, укрепляем на сверле индикатор-ограничитель из бутылочной пробки (рис. 6,Ж). При достижении установленной глубины пробка коснется поверхности металла, и сверление тут же прекращаем.

Так называемое развертывание

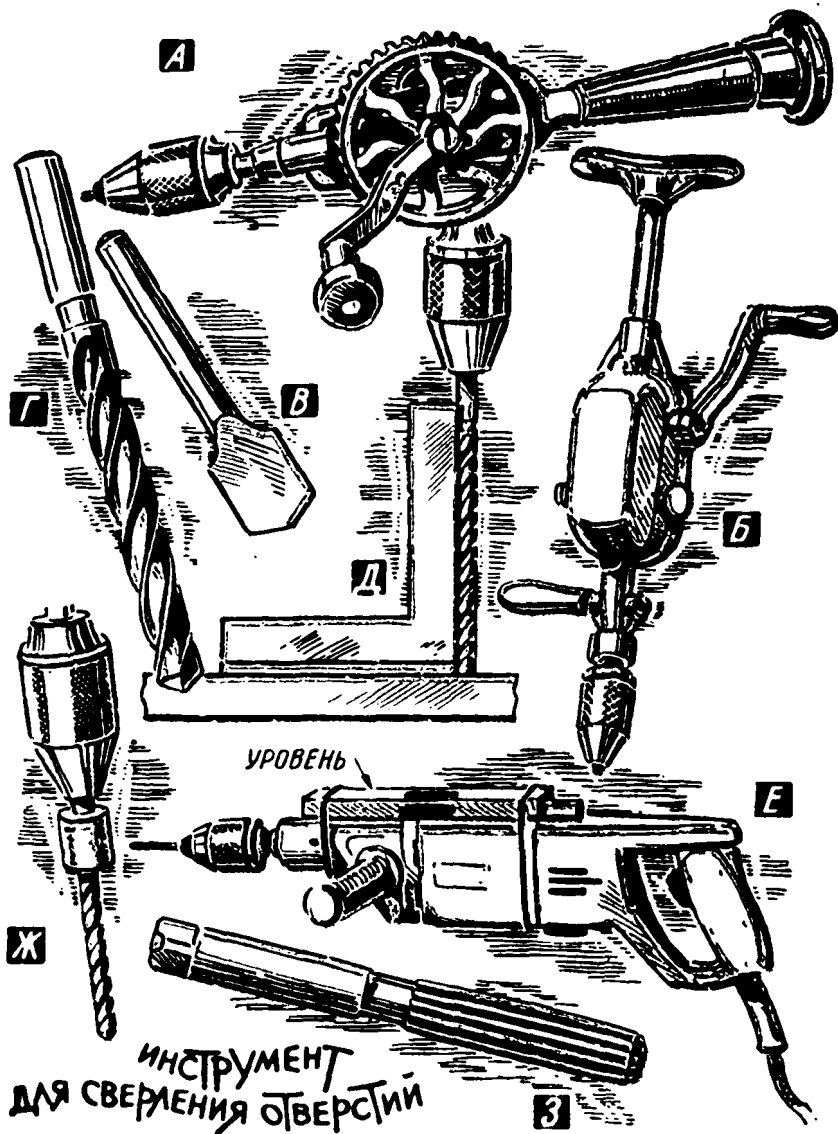


Рис. 6.

А — дрель с открытой передачей; Б — дрель с закрытой передачей; В — перочное сверло; Г — спиральное сверло; Д — сверление отверстия с использованием угольника; Е — использование уровня; Ж — ограничитель из пробки; З — развертка.

отверстий применяем в том случае, когда необходимо иметь точно изготовленное по размеру отверстие определенного диаметра (калиброванное отверстие). Сверло во время нарезания отверстия обычно слег-

ка «бьет» и «разбивает» отверстие, поэтому оно получается не совсем цилиндрическим по форме и всегда чуточку больше требуемого размера. Например, сверла диаметром от 1 до 3 мм увеличивают

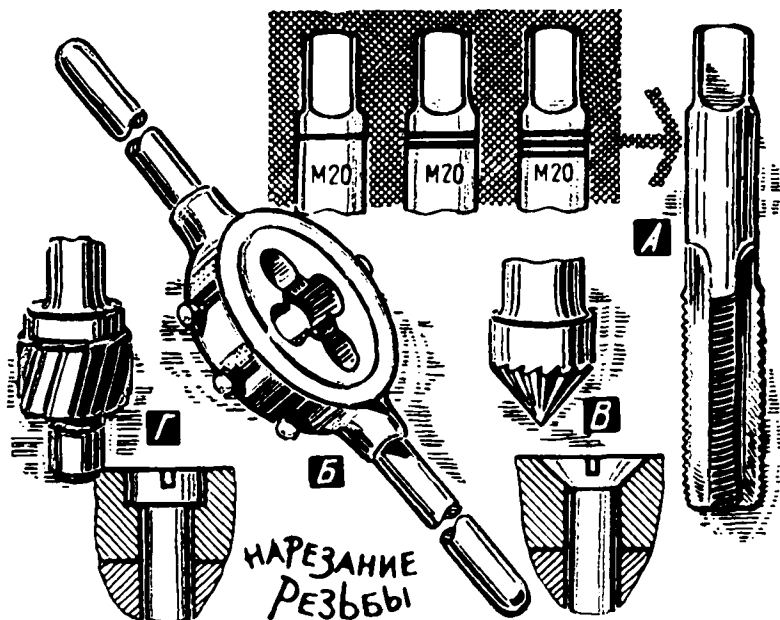


Рис. 7.

А — метчик; Б — плашка с воротком; В — зенковка; Г — зенкер.

размер отверстия в среднем на 0,08 мм; диаметром от 3 до 10 мм — на 0,1 мм.

Развертывание призвано обеспечить сверление отверстия строго заданного диаметра. Осуществляем его специальным инструментом — развертками (рис. 6,3). Вручную развертывание производим так: сверлим отверстие сверлом, диаметр которого на 0,2 мм меньше, чем необходимо; затем разверткой, зажатой в вороток, проходим все отверстие, увеличивая его (развертывая) до нужного диаметра. Развертку во время работы смазываем машинным маслом.

На каждое отверстие при развертывании используем стандартные развертки с номерами от 1 до 6. Самая точная развертка — первая (1). Если необходимо получить отверстие повышенной точности, проходим его двумя-тремя развертками, причем каждая развертка должна на один-два номера отличаться от предыдущей, а по-

следняя должна иметь номер не ниже 1 или 2. Следует помнить, что, кроме цилиндрических разверток, промышленность выпускает еще и конические — для развертывания конических отверстий.

Довольно часто в нашей практике встречается операция, называемая нарезанием резьбы, потому что одним из основных способов создания разъемных соединений является винтовой. Основное применение у нас находит метрическая резьба с треугольным профилем нарезки.

Инструмент для нарезания резьбы делится на две группы: для нарезки в отверстиях и нарезки на стержнях.

Резьбу в отверстиях нарезаем метчиками (рис. 7,А). Квадратной хвостовой частью метчик закрепляем в воротке. Надо помнить, что метчики выпускают для нарезания «правой» и «левой» резьбы, при этом «правая» резьба считается основной. В заводской

поставке в продажу идут комплектные метчики: черновой, средней и чистовой. Этими метчиками резьбу «нагоняют» за три прохода: вначале черновым, затем — средним и наконец чистовым. Есть комплекты из двух метчиков. На черновом метчике ставится одна риска по его окружности в хвостовой части (там же ставят диаметр и шаг резьбы); на среднем метчике делают две таких риски, на чистовом — три.

К нарезанию резьбы, естественно, приступаем лишь после сверления отверстия. Для каждого диаметра резьбы существует свой определенный диаметр отверстия, как показано в табл. 2.

Отступление от рекомендуемых в таблице диаметров отверстий (сверл) приведет к получению недоброкачественной резьбы или к поломке метчика.

При нарезании резьбы в отверстиях применяем смазку: покрываем метчик техническим маслом (тавот, солидол, технический вазелин, машинное масло и т. п.). Если метчик в отверстии вращает-

для получения болтов, винтов, шпилек и т. п. производим с помощью плашек.

Плашка (рис. 7,Б) — это диск с отверстиями, похожими на лепестки цветка. Центральное отверстие служит для нарезания резьбы, а три или четыре периферийных отверстия своими гранями образуют режущие кромки плашки и, кроме того, отводят стружку при работе.

Плашку закрепляем в специальном воротке. Резьбу нарезаем за один проход. Перед нарезкой на конце стержня напильником делаем небольшую конусность. Это необходимо для того, чтобы резьба нарезалась без перекоса.

Диаметр стержня должен соответствовать резьбе определенного диаметра. Для основной метрической резьбы эти соотношения даны в табл. 3.

При нарезке резьбы на стержнях применяем смазку обязательно. Вороток с плашкой накладываем на стержень так, чтобы центральное отверстие плашки «село»

Таблица 2

Диаметр резьбы, мм	Диаметр сверла, мм	Диаметр резьбы, мм	Диаметр сверла, мм	Диаметр резьбы, мм	Диаметр сверла, мм
1,0	0,75	2,6	2,15	10,0	8,40
1,2	0,95	3,0	2,50	12,0	10,30
1,4	1,15	3,5	3,00	14,0	11,90
1,7	1,35	4,0	3,30	16,0	13,90
2,0	1,60	5,0	4,10	18,0	15,40
2,3	1,90	6,0	4,90	20,0	17,40
2,5	2,00	8,0	6,70	—	—

ся с трудом, «заедает», делаем один-два оборота в обратную сторону и продолжаем нарезку. Если и это не помогает, удаляем метчик из отверстия и очищаем его от стружки.

Нарезку резьбы на стержнях

на конусный срез стержня, причем плашка должна быть перпендикулярна стержню. Вороток вращаем по часовой стрелке (для правой резьбы). При небольшом заедании или стопорении воротка делаем один-два оборота в обратную

Таблица 3

Диаметр резьбы, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр резьбы, мм	Диаметр стержня, мм	Диаметр резьбы, мм	Диаметр стержня, мм
1,0	0,98	2,6	2,54	10,0	9,8
1,2	1,17	3,0	2,94	12,0	11,7
1,4	1,37	3,3	3,23	14,0	13,7
1,7	1,66	4,0	3,92	16,0	15,7
2,0	1,96	5,0	4,89	18,0	17,6
2,3	2,25	6,0	5,86	20,0	19,6
2,5	2,45	8,0	7,83	—	—

сторону и вновь продолжаем нарезку резьбы.

Иногда при нарезании резьбы в заготовке возникает необходимость посадить винты в деталь «впотай», то есть так, чтобы головки винтов не выступали над плоскостью детали. Для этого вершину резьбового отверстия углубляем в тело детали на высоту головки винта. Под конические головки винтов — они так и называются: винты с головками впотай — отверстие углубляем инструментом, называемым зенковкой (рис. 7,В). Под винты с цилиндрическими головками отверстие углубляем зенкером (рис. 7,Г), а сам процесс называется зенкерованием.

Вспомогательный инструмент. Заранее оговоримся, что в число вспомогательного включен и такой инструмент, который с полным основанием можно также называть и основным.

Слесарные работы немислимы без тисков: мы применяем их для закрепления обрабатываемых заготовок при выполнении всевозможных операций над ними.

Чаще всего в своей практике мы используем так называемые любительские тиски. Они имеют специальную струбину для закрепления тисков на верстаке или столе. Стандартные слесарные тиски крепим к верстаку болтами.

Тиски типа стуловых (рис. 8,А) хуже, чем параллельные тиски (рис. 8,Б). У последних губки перемещаются, оставаясь всегда параллельными друг другу (отсюда и их название). У тисков типа стуловых этой параллельности нет, поэтому они очень быстро при работе перекашиваются и плохо зажимают детали.

Для работы со стержнями, например при обработке торцов, при нарезании резьбы и т. п., в губках тисков делаем овальные пропиловы (рис. 8,В). Если этих пропилов не сделать, то как бы мы туго ни заворачивали тиски, закрепляя стержень-заготовку, она все равно будет сдвигаться при обработке.

В комплекте тисков обязательно должны быть накладные губки из мягкой меди или алюминия. Ими защищают поверхность детали от повреждения твердыми губками тисков (рис. 8,Г).

Различные работы по гибке листового металла помогут нам выполнять два отрезка стального профильного уголка (рис. 8,Д).

Кроме обычных тисков, вполне можно использовать и так называемые ручные тиски (рис. 8,Е). Они применены при обработке небольших деталей на весу. Очень мелкие детали обычно обрабатывают в ювелирных или часовых тисочках (рис. 8,Ж). Такие маленькие тисочки можно сделать и

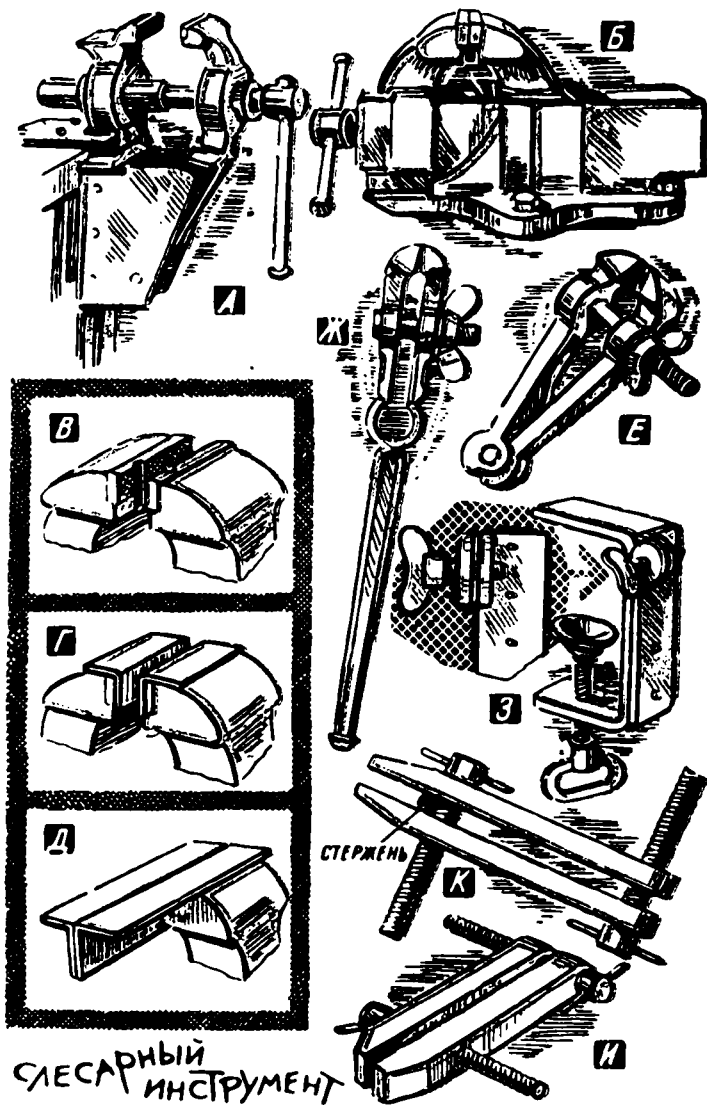


Рис. 8.

А — тиски ступовые; Б — тиски параллельные; В — пропилы в губках тисков для крепления стержней; Г — накладные губки; Д — закрепление в тисках уголка; Е — ручные тиски; Ж — ювелирные (часовые) тисочки; З — самодельные малые тисочки; И — слесарная струбцина; К — крепление стержня в струбцине.

самим, используя в качестве основы струбцину из комплекта лобзика для работы по дереву (рис. 8,З). Винт-барашек делаем по технологии, которая будет описана ниже.

Взамен ручных тисков для об-

работки стержней смело можно применить слесарную струбцину (рис. 8,И). Если завернуть стержень так, как это показано на рис. 8,К, то сдвинуть его с места невозможно. Положив струбцину на стол, можно спокойно обраба-

тывать торцовые поверхности стержня.

На первом месте у слесаря должен быть и слесарный молоток. Он бывает с круглым (рис. 9,А) или прямоугольным бойком (рис. 9,Б). Молотки различают по весу. Делают молотки весом 50, 100, 200, 400, 500, 600, 800 и 1000 г. При рубке металла на 1 мм ширины лезвия зубила необходимо 40 г веса молотка, на 1 мм ширины крейцмейселя — 80 г. Поэтому если взять зубило шириной 10 мм, то для работы с ним нужен молоток весом не менее 400 г.

Для разметки применяем молотки весом 100 и 200 г, для ремонтных и сборочных работ — 400—600 г, а для рубки и гибочных работ — до 1000 г.

Плоскогубцы (рис. 9,В) нужны слесарю при работе с металлом для удержания небольших деталей, а также при гибочных работах. Круглогубцы (рис. 9,Г) дают возможность гнуть проволоку, не широкие полосы листового металла и т. п.

Острогубцы (рис. 9,Д) и бокорезы (рис. 9,Е) применяем для перекусывания проволоки, узких полосок металла и пр.

Очень удобны при проведении различных монтажных и других работ комбинированные плоскогубцы (рис. 9,Ж). С их помощью удерживают небольшие детали при обработке, гнут различный металл, перекусывают проволоку и т. д. Овальный вырез в них позволяет удобно и надежно захватывать и

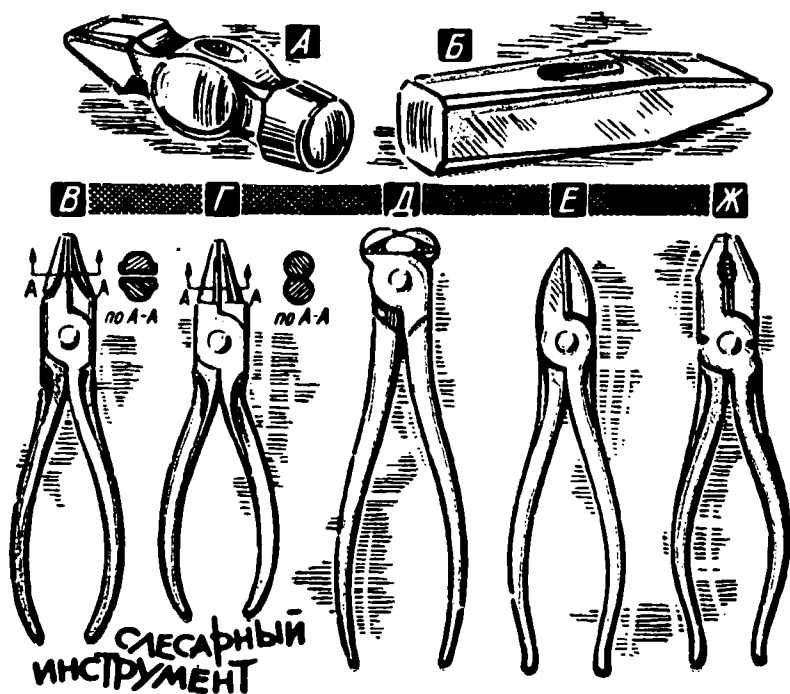


Рис. 9.

А — молоток с круглым бойком; Б — молоток с прямоугольным бойком; В — плоскогубцы; Г — круглогубцы; Д — острогубцы; Е — бокорезы; Ж — комбинированные плоскогубцы.

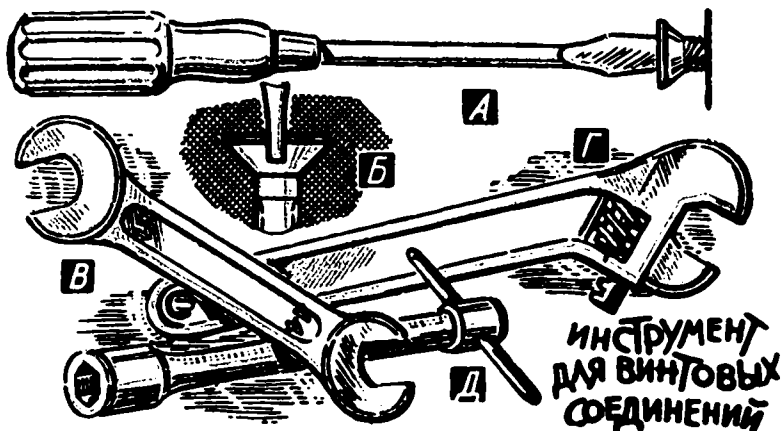


Рис. 10.

А — отвертка; Б — заточка отвертки; В — гаечный ключ; Г — разводной ключ; Д — торцовый гаечный ключ.

удерживать головки мелких болтов, гайки, стержни. Поперечные прорезы в этих плоскогубцах (по две с каждой стороны в районе оси вращения) предназначены для перекусывания толстой проволоки. Разводим ручки плоскогубцев так, чтобы эти прорезы совпали, вкладываем в них проволоку и сжимаем ручки — проволока перекусывается легко и удобно.

При сборке винтовых соединений нужен набор инструментов, среди которых основным видом являются отвертки (рис. 10, А). Правильно подобранная для работы отвертка — это гарантия надежной затяжки винта и целостности шлица (прорезы в винте, куда при завинчивании вставляется «жало» отвертки). На рис. 10, Б показаны геометрические размеры и угол заточки отвертки.

Болты и гайки закручиваем гаечными ключами. Обыкновенный гаечный ключ (рис. 10, В) изготавливают одно- и двухсторонним — на два размера гайки или болта. Разводной гаечный ключ (рис. 10, Г) более удобен в работе с болтами и гайками нескольких размеров. При вращении червячно-

го колеса одна из губок перемещается относительно другой, тем самым зев ключа можно подогнать под необходимый размер гайки или болта.

В труднодоступных местах для завинчивания гаек и болтов используем торцовые ключи (рис. 10, Д).

Жестяницкий инструмент. В комплекс жестяницких работ входят такие операции, как разметка и раскрой листов, гибка заготовок, соединение деталей жестяницкими гибочными швами, пайка деталей и др. Для всех этих операций необходим свой инструмент.

Разметку заготовки жестяники делают тем же инструментом, что и слесари. Раскрой листового материала производим ножницами по металлу (рис. 11, А). Для мелких работ очень хороши ножницы (рис. 11, Б), продающиеся в магазинах «Медтехника», их используют зубные техники для резки заготовок из нержавеющей стали.

Небольшие отверстия в листовом металле жестяники пробивают пробойниками (рис. 11, В)

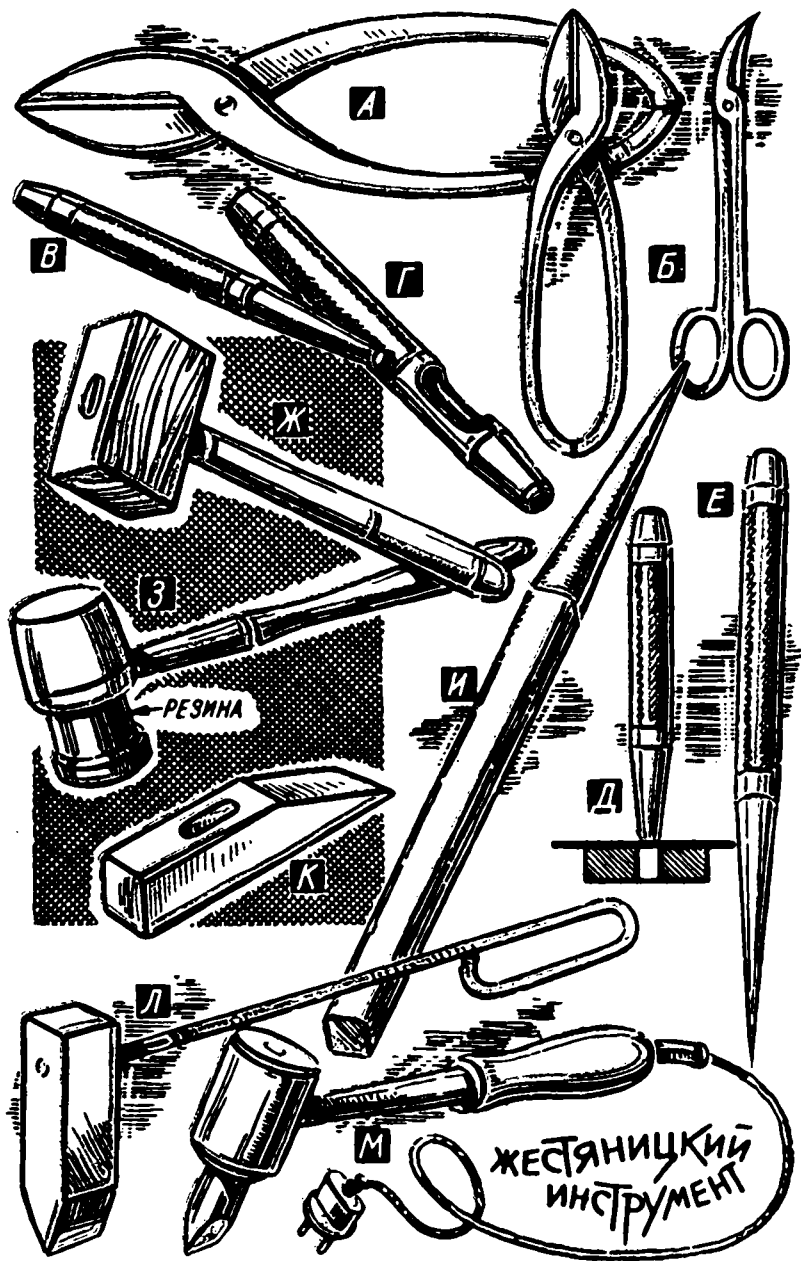


Рис. 11.

А — ножницы по металлу; Б — зубопротезные ножницы по металлу; В — пробойник; Г — высечка; Д — работа пробойником; Е — бородок; Ж — киянка; З — самодельная киянка; И — лом жестящика; К — молоток; Л — паяльник; М — электрический паяльник.

или высечками (рис. 11,Г). Для точной пробивки отверстия пробойником следует пользоваться вспомогательной стальной пластиной, в которой просверлен ряд отверстий. Диаметр каждого отверстия в пластине должен быть немного больше диаметра рабочего торца соответствующего пробойника. Заготовку вначале кернят в нужном месте и кладут на вспомогательную пластину так, чтобы накерненное место оказалось точно над отверстием требуемого диаметра. Пробойник ставят в накерненную точку и ударом молотка пробивают отверстие (рис. 11, Д).

Чтобы увеличить диаметр пробитого отверстия, расширяем его бородком (рис. 11,Е). Для получения больших отверстий используем высечки: кладем лист на торцовый срез деревянного чурбачка и с помощью молотка пробиваем отверстие.

Очень большие отверстия в листовом металле вырезаем ножницами по металлу.

На верстаке у жестящика есть тиски и правочная плита. Правочная плита — это лист толстой стали с ровной поверхностью. На плите производим правку (выравнивание) листового металла. Инструментом для правки служат киянки — деревянные молотки (рис. 11,Ж). Киянки делают из твердых пород дерева — из дуба, бука и т. п.

Хорошую небольшую киянку, не дающую при обработке листа никаких забоин, то есть вмятин на металле, делаем следующим образом. Заготовку из дуба или бука обрабатываем так, как показано на рис. 11,З. Насаживаем киянку на ручку, а торец киянки обтягиваем резиновым наконечником от костыля. Зубчики на резиновом наконечнике срезаем ножом и опиливает торец рашпилем. В результате получается киянка с двумя рабочими сторона-

ми: резиновой — для беззабойной обработки листа и деревянной — для различных других работ.

Вырезанные из листа заготовки металла соединяем между собою так называемыми жестяничками замками. Для получения замка каждый кусок листа предварительно должным образом отгибаем (отбортовываем) по краю. Отбортовку производим на специальных ломах — брусках квадратного сечения с конусообразными концами (рис. 11,И). В домашних условиях вместо лома используем кусок уголкового стали, зажатой в тисках.

Молоток, которым производят жестянички работы, весит обычно 200—400 г, и носок такого молотка скошен в одну сторону и заострен (рис. 11,К).

Кроме перечисленного инструмента, жестящику нужны плоскогубцы, кусачки, напильники, стальные щетки, шаберы и прочий слесарный инструмент. Особое место у него занимает паяльный инструмент. Паяльник жестящика — молоткового типа (рис. 11,Л), весом 500 г. Нагрев его жестящик совершает паяльной лампой или на газовой плите. Удобен в работе электрический паяльник молоткового типа мощностью 200—300 Вт (рис. 11,М). Таких паяльников в продаже нет, но его можно изготовить своими силами, необходимо лишь раздобыть медную заготовку, обработанную соответствующим образом на токарном станке.

Меднический инструмент. Меднички работы в основном выполняют инструментом жестяничков. Это естественно, так как меднички работы почти не отличаются от жестянички. Однако медники применяют и специфический инструмент — для операций посадки и выколотки листового металла, при изготовлении выпуклых деталей или изделий.

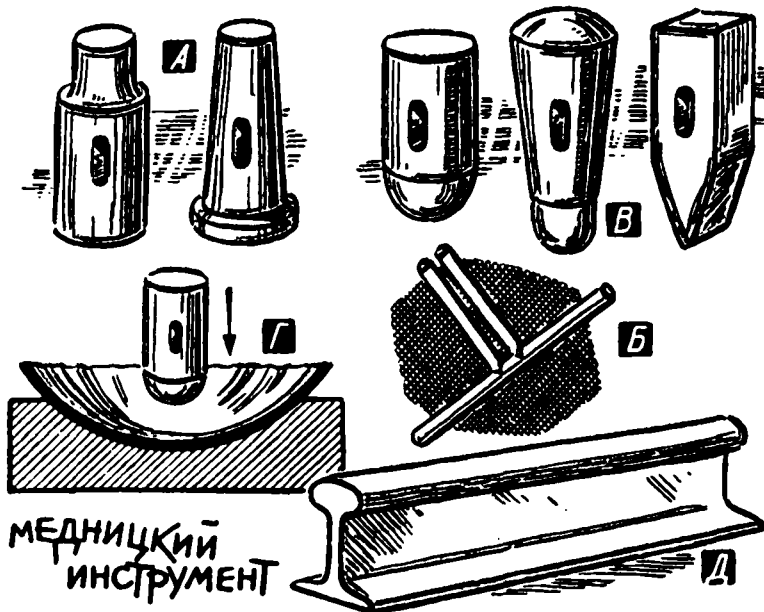


Рис. 12.

А — молотки-гладильники; Б — гофрилка; В — фасонные деревянные молотки; Г — оправка; Д — рельсовая оправка.

Молотки-гладильники медников по форме отличаются от обычных (рис. 12,А). Этими молотками выравнивают складки по краю металла при получении сферических деталей. Складки по краю листового материала создают заранее круглогубцами или специальными гофрилками (рис. 12,Б) и называют гофром. По-французски «гофре» означает «оттискивать узоры». Вначале гофром покрывали ткани, а впоследствии всякую складку на материале стали называть гофром. Гофрированные листы металла, шифера, бетона ныне широко используют в технике и в строительстве, в особенности там, где наряду с прочностью нужна легкость конструкции. С тех пор как в 1924 году конструктор А. Н. Туполев применил впервые гофрированный алюминий при создании самолета, авиастроение особенно широко стало использовать гофрированные материалы в различных конструкциях.

Выпуклые и фасонные детали медники изготавливают (выколачивают) с помощью различных деревянных молотков (рис. 12,В). Существует целый ряд оправок для изготовления тех или иных деталей (рис. 12,Г), в том числе рельсовых (рис. 12,Д) и т. д.

Выколотку фасонных деталей медники производят вручную на стойке или на матрице (см. ниже).

Литейный инструмент. В кружке юных техников, а иногда и в домашних условиях можно отлить кое-какие детали из относительно легкоплавких металлов и сплавов. Литейный инструмент для этих работ довольно-таки прост и немногочислен. Вместе с тем нельзя забывать, что даже

и простейшие литейные работы требуют чрезвычайной осторожности и внимательности!

Для расплавления металлов необходима высокая температура, поэтому прежде всего следует позаботиться о надежном и относи-

тельно безопасном нагревательном приборе. К нагревательным приборам, пригодным для литейных работ, в любительской практике можно причислить муфельную печь, которая, может быть, имеется в вашей школьной мастерской или лаборатории, горелку домашней газовой плиты, примус, паяльную лампу, кузнечный горн и т. п.

Расплавляем металл в литейных ковшах (рис. 13, А). Как видно из рисунка, самодельный ковш легко изготовить из отрезка водопроводной трубы. Для расплавления тугоплавких металлов, помимо ковшей, используем тигли. Удобный небольшой тигель (рис. 13, Б) продают в магазинах «Учколлектор». Что касается легкоплавких металлов, их можно плавить в плавильных ложках. Хорошие плавильные ложки можно купить в магазинах «Медтехника» в отделе инструментов для зубопротезирования (рис. 13, В).

Отлить из металла какую-либо деталь невозможно без точной копии этой детали. Копию отливаемой детали принято называть моделью. Чаще всего модели вырезают или вытачивают из дерева,

используя для этого всевозможные ножи, скальпели, напильники, абразивы. С помощью того же инструмента — ножей, скальпелей, скребков — изготавливают также модели из воскообразных материалов.

Паяльный инструмент. Существует два основных способа соединения деталей между собою пайкой, то есть расплавленным металлом: пайка легкоплавкими (мягкими) и тугоплавкими (твердыми) припоями. И в том и в другом случае температура плавления припоев гораздо ниже температуры плавления металла деталей, соединяемых пайкой. В этом состоит первое различие пайки и сварки металлов.

Основным инструментом при пайке легкоплавкими припоями служит паяльник. Простейший паяльник представляет собой медный брусок, заостренный с одной стороны и насаженный на стальной стержень ручкой (рис. 14, А). Такой паяльник нагревают паяльной лампой, в горне, на газовой плите или еще как-нибудь. Вес паяльников этого типа колеблется от 200 г до 5 кг — в зависимости от веса спаиваемых деталей.

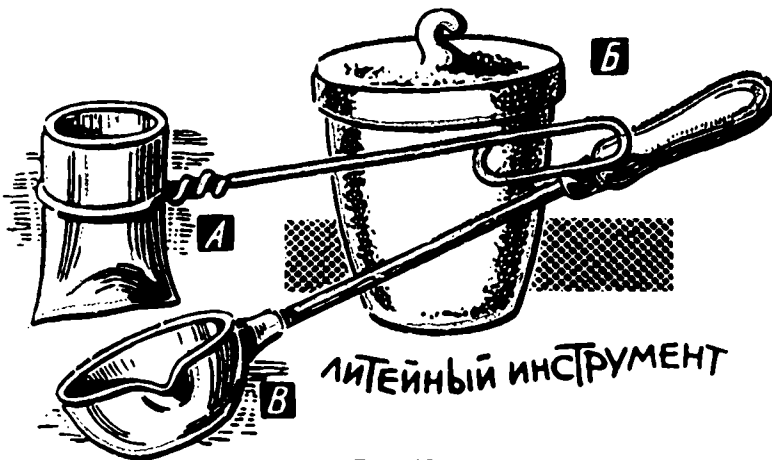


Рис. 13.

А — ковш; Б — тигель; В — плавильная ложка.



Но гораздо чаще используют электрические паяльники; они предпочтительнее потому, что подогрев у них постоянный (рис. 14,Б). Вес этих паяльников и соответственно мощность, потребляемая от электрической сети, зависят от веса деталей, которые необходимо спаять.

Перед началом работы новый паяльник надо соответствующим образом подготовить: заточить жало (рабочий конец) под углом $30-40^\circ$, нагреть паяльник до 300° и в горячем состоянии счистить окалину напильником. Затем, опустив его предварительно в канифоль или в нашатырь, паяльник следует залудить, то есть покрыть оловом.

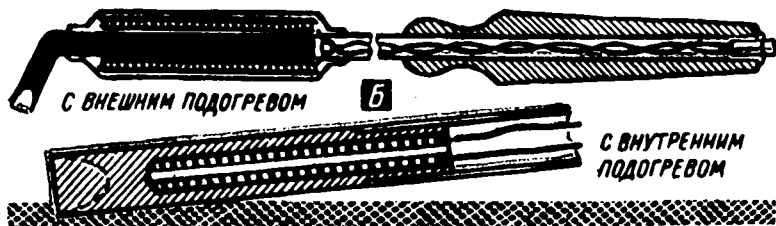
При пайке деталей мягкими припоями паяльник нельзя перегревать выше 400° , потому что с перегретого паяльника сходит по-

Рис. 14.

А — обыкновенный паяльник; Б — электрический паяльник; В — фетка; Г — горелки;

луда, он покрывается окалиной и не «берет» припой. Кроме того, продукты окисления с перегретого паяльника попадают в шов и сни-

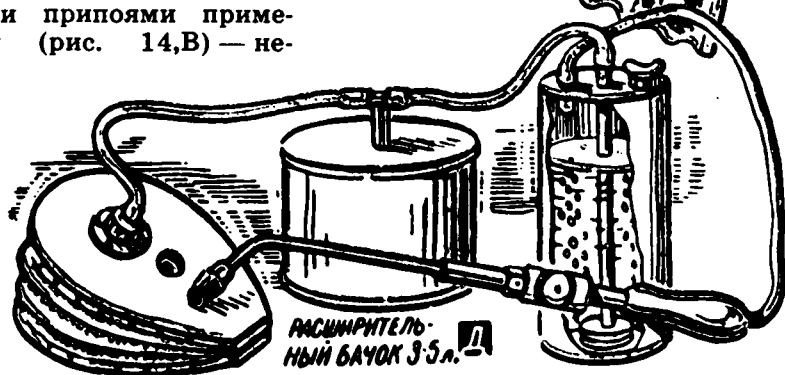
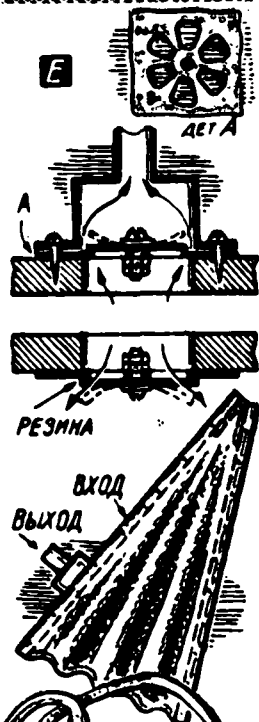
жают прочность спайки. Если паяльник перегрет, олово начинает растворять его жало и на нем образуются язвы. То же самое проис-



ходит и при достаточно длительной работе паяльником. Периодически рекомендуется устраивать профилактику паяльнику: зачищать жало напильником и вновь тщательно залуживать его.

Пайка твердыми, тугоплавкими, припоями требует повышенной температуры в зоне шва. Такую температуру паяльник обеспечить не в силах. Поэтому в домашних условиях применяют соответствующие устройства и аппараты — большей частью самодельные, — создающие высокую температуру для такой пайки. Не будем забывать, что, кроме перечисляемых ниже методов, высокую температуру можно получить в кузнечном горне и в некоторых лабораторных печах.

Для пайки небольших деталей твердыми припоями применяем фефку (рис. 14, В) — не-



Д — бензозоодушная горелка; Е — мехи.

большую трубочку, в которую подается воздух. Если фефку направить на пламя спиртовки, то оно сконцентрируется в тон-

кий пучок. В зоне этого пучка температура намного выше, чем в пламени самой горелки. Такой концентрированный пучок пламе-

ни мы и направляем в зону пайки (на шов спаиваемых деталей).

Помимо фетки, большое применение находят различные газовые горелки — лабораторные (Теклю, Бунзена, Мекера) и самодельные. Очень удобна в обращении бензозвоздушная горелка, которую можно найти у ювелиров и зубных техников.

Саму горелку покупаем в магазинах «Медтехника», аппарат же придется изготовить собственноручно. Он представляет собой металлический бачок (рис. 14,Д), в который заливается перед работой бензин Б-70. От источника воздуха повышенного давления в бачок ведет трубка, оканчивающаяся распылителем для аквариумов. Воздух, проходя через бензин, насыщается его парами и через отводную трубку поступает по шлангу в горелку. Горелка снабжена регулятором на два положения. Первый из них формирует широкое и короткое пламя, которое используют для общего нагрева детали перед пайкой. Переведя регулятор во второе положение, получаем узкую и длинную струю пламени и направляем эту струю на шов для проведения собственно пайки.

Все перечисленные выше горелки требуют для нормальной работы подачи воздуха под давлением. В домашних условиях проще всего сжатый воздух получать от обычного пылесоса. Вынув из пылесоса фильтр для пыли, подключаем его на пониженное напряжение, а отбор воздуха производим от шланга, применив самодельный переходник от толстого шланга к тонкому.

Очень удобен для этой же цели компрессор от старого бытового холодильника. Компрессор подключаем к сети через лабораторный автотрансформатор ЛАТР. Регулируя напряжение с помощью трансформатора, получаем в ши-

роком диапазоне различное давление на выходе из компрессора.

Однако самое простое устройство для подачи воздуха в горелку — мехи. Самодельные мехи нетрудно изготовить с помощью несложного инструмента и доступных материалов (рис. 14,Е).

Скрепляем вместе двумя дверными петлями два прямоугольных куска фанеры толщиной 10 мм, чтобы получилась «обложка». Петли лучше всего ставить на алюминиевых заклепках. Обтягиваем обе пластины воздухопроницаемой тканью (плащевой, аэро-статной и т. п.). Ткань прибаваем к фанере мелкими гвоздиками через полоски кожи. На фанеру в месте крепления ткани наносим слой клея (БФ, 88Н или др.). Получившиеся мехи закрепляем на каком-нибудь основании, чтобы при работе они двигались по столу. К верхней фанерной пластине прикрепляем планку, а между основанием и планкой устанавливаем полуподвижный штырь с пружиной, которая после нажатия на мехи возвращает их в исходное положение. Мехи следует также снабдить входным и выходным клапаном. Основание клапанов делаем из алюминия, язычки — из резины толщиной 0,5—0,7 мм.

Подача воздуха мехами происходит неравномерно, поэтому их надо соединить с расширительным бачком (рис. 14,Д) вместимостью 3—5 л.

§ 2. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

При обработке металлов нам нужны не только инструменты, но и различные материалы, которые называют вспомогательными. Незнание или неправильное применение этих материалов нередко оказывает отрицательное влияние на конечный результат нашей ра-

боты. К примеру, перечислив выше литейный инструмент, мы не могли обойти вниманием дерево и воск, потому что без них литье металлов невозможно осуществить. Вот эти-то материалы — формовочные, моделировочные, абразивные и т. п. — и называют вспомогательными. Не умея с ними обращаться, естественно, нельзя успешно обрабатывать металл.

Абразивные материалы. По-латыни слово «абразиво» означает «соскабливание». Абразивы — это мелкие зерна твердых веществ, которые сдирают, соскабливают с обрабатываемой поверхности мельчайшую стружку и тем самым делают ее более ровной и гладкой, чистой. Самый простой, и самый древний по применяемости, абразив — это речной песок.

Список промышленных абразивных материалов весьма велик. В некоторых отраслях техники абразивный инструмент составляет 25—30% всего обрабатывающего оборудования. В любительской практике обычно применяют шлифовальные круги, шкурки, бруски, доводочные и шлифовальные пасты. Ими ведут окончательную отделку почти всех металлических деталей, в особенности же художественных изделий и поделок.

Шлифовальные шкурки продают в виде отдельных кусков и в рулонах. В шкурке различают: основу (ее может быть бумага, ткань или комбинация из того и другого) и сам абразив, закрепленный на основе в виде зерен строго определенных размеров. Размер зерна является для абразива основной характеристикой, и поэтому шкурки различают в первую очередь по зернистости абразива.

На шлифовальных шкурках помещают самые различные абразивные материалы: алмаз, корунд, кварц, кремень, гранат, нитрид бора и др. Некоторые шлифоваль-

ные шкурки, с зернами граната, кварца, кремня и стекла, служат в основном для шлифования древесины, а для обработки металлов их не применяют.

По степени зернистости шлифовальные шкурки носят разные номера. В табл. 4 приведены номера некоторых шкурок.

Маркировку шлифовальных шкурок проставляют на их обороте (на основе). Первой буквой маркировки обозначают рулонную (Р) или листовую (Л) шкурки. Далее буквенно-цифровой записью обозначают основу шкурки. Для бумажной основы эта запись начинается с буквы «Б»: например, БШ-140 (БШ-140 — это сорт бумаги). Для тканевой основы применяют следующие сочетания букв: СЛ, СС и т. д. Они обозначают сорт саржи. За маркой основы ставят цифры, показывающие размеры шкурки. У листовой шкурки эти цифры (например, 250×300) означают размеры листа в миллиметрах. У рулонной первой цифрой обозначают ширину шкурки в миллиметрах, второй — длину в метрах (например, 775×50). Далее в маркировке ставят обозначения: марки абразива (Э8, Гр, КЧ8 и т. п.), его зернистости в действующей системе (40, 25, 32 и т. д.).

В маркировке шкурок применяют следующие сокращенные обозначения абразивов:

Гранат	Гр
Искусственный алмаз	АС
Электрокорунд	Э
Карбид кремния черный	КЧ
Карбид кремния зеленый	КЗ
Кубический нитрид бора	КНБ
Электрокорунд белый	ЭБ
	и др.

Примеры маркировки шкурок:
РБШ-140 720×50 Э8 25 — рулонная шкурка на бумаге сорта БШ-140 шириной 720 мм и дли-

Таблица 4

Действующее обозначение (зернистость в 0,01 мм)	Обозначение в дюймовой системе	Применение
200	10	Обдирка, снятие окалины
160	12	
125	16	
100	20	
80	24	
63	30	Среднее шлифование
50	36	
40	46	
32	54	Чистовое шлифование
25	60	
20	70	
16	80	
12	100	Тонкое шлифование
10	120	
8	150	
6	180	
5	230	Окончательное шлифование
4	280	
3	320	Особо тонкое шлифование

ной 50 м, абразив — электрокорунд марки Э8 зернистостью 25.

ЛСС 250×300 КЧ8 80 — листовая шкурка размером 250×300 мм на сарже сорта СС, абразив — карбид кремния черный марки КЧ8 зернистостью 80.

Шлифовальные шкурки, кроме того, бывают водостойкие и обычные (неводостойкие). На водостойких шкурках рядом с маркировкой делают надпись: «Водостойкая». Основа водостойких шкурок — зеленоватых или серо-зеленоватых тонов; у обычных шкурок основа серого цвета.

Обычная шкурка, если ее смочить водой, сразу же теряет абразивное покрытие — оно отклеивается. Водостойкая оправдывает свое название. Кусочком такой шкурки можно обработать большую поверхность, чем обычной шкуркой.

Водостойкой шкуркой работаем так. Шлифуем материал несколько секунд, затем переносим шкурку

в теплую воду и волнообразными движениями удаляем с нее грязь (забившийся между зернами материал). Затем продолжаем шлифование, каждый раз промывая шкурку в воде.

Кроме шлифовальных шкурок, применяют для тонкой отделки металла и шлифовальные порошки. Они имеют ту же маркировку, что и шкурки. Среди них имеется несколько марок особых микропорошков (М40, М28, М20, М14, М10, М7 и М5). Их применяют для особо тщательной обработки поверхности деталей: притирка, доводка, особое шлифование. Для отделки шлифпорошками плоских поверхностей используем деревянные бруски, обитые шерстяной тканью, а при обработке фигурных поверхностей применяем тампоны. Тампон или шерстяную ткань перед работой увлажняем керосином и припудриваем шлифпорошком, после чего с небольшим нажи-

мом приступаем к шлифовке детали.

Окончательную обработку металла проводим с помощью специальных полировальных паст. Поверхность металла после полировки приобретает зеркальный блеск и высокую степень гладкости. В слесарном деле полировальные пласты применяют для осуществления операции, называемой притиркой. Поверхности деталей после этой операции приобретают практически идеальную плоскостность и притираются друг к другу с точностью до 5 микрон (0,005 мм).

Полировальных паст выпускается очень много, но важнейшие среди них — пасты ГОИ (Государственного оптического института) и паста «Крокус».

Паста «Крокус» представляет собой окись железа, замешанную в расплавленной вязкой массе (парафин, олеиновая кислота и др.). Цвет пасты «Крокус» — темно-коричневый с красновато-фиолетовым отливом. Применяют эту пасту в основном для полировки цветных металлов.

Пасты ГОИ выпускают трех сортов: грубую, среднюю и тонкую. Основу паст ГОИ составляет окись хрома, смешанная с некоторыми активными добавками в расплавленной связке (стеарин, олеиновая кислота, керосин). Цвет паст ГОИ — зеленый. Выпускают их глыбой и в виде брикетов.

Особенность паст ГОИ и «Крокус» состоит в том, что при обработке ими металлической поверхности они, кроме чисто механического (абразивного) воздействия на металл, оказывают еще и химическое воздействие. В результате этого обработка поверхности ускоряется.

Пасты ГОИ и «Крокус» имеются в широкой продаже: в галантерейных магазинах — под названием «Паста для правки бритв» («зеленая» — ГОИ, «красная» —

«Крокус»), в магазинах «Медтехника» под названиями «Паста для полировки нержавеющей стали» (ГОИ), «Паста для полировки золота» («Крокус»).

Кроме заводских паст, в домашних условиях можно применить и ряд самодельных, изготовленных на основе маршалита, венской извести, мела (зубного порошка), талька и пр.

Для полирования стали применяем следующие пасты (все исходные вещества указаны в %):

1. Парафин	10
Солидол	9
Церезин	0,2
Маршалит	80,8
2. Стеарин	21
Льняное масло	6
Вазелин (техн.)	17
Жир животный	8
Парафин	4
Канифоль	17
Пемза (порошок)	27.

Полирование цветных металлов производим одной из следующих паст (исходные вещества — в %):

1. Венская известь	71,8
Церезин	1,5
Стеариновая кислота	23,0
Солидол	1,5
Скипидар	2,2
2. Маршалит	80,0
Парафин	9,0
Сало	8,0
Церезин	3,0.

Пасты приготовляем в следующем порядке. Сначала расплавляем в водяной бане — не на открытом огне! — воскообразные вещества, а к ним затем добавляем понемногу жидкие компоненты (скипидар, льняное масло). В получившуюся горячую массу засыпаем сухие материалы и все тщательно размешиваем.

Если в домашних условиях требуется зеркальная обработка поверхности детали, окончательно

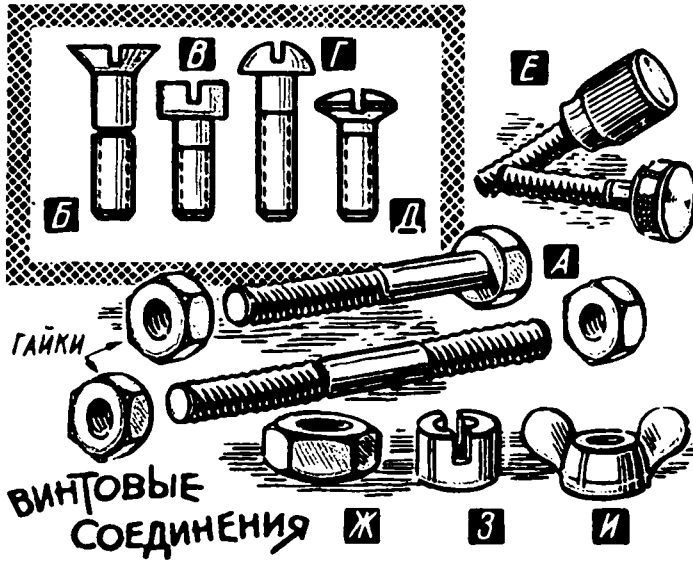


Рис. 15.

А — болт и шпилька; Б — винт с потайной головкой; В — винт с цилиндрической головкой; Г — винт с полукруглой головкой; Д — винт с чечевицеобразной головкой; Е — винты с накатанными головками; Ж — гайка; З — гайка потайная; И — барашек.

ную полировку ее проводим зубным порошком, лучше детским, или тальком — детской присыпкой. В том случае, когда надо обойтись без пыли, вместо порошка применяем пасту: замешиваем зубной порошок (или тальк) на техническом вазелине. Вазелина берем как можно меньше, но так, чтобы получилась паста.

Крепежные материалы. Название этих материалов говорит само за себя: они служат для скрепления деталей между собою в одну целую конструкцию. Стягивание деталей в одну конструкцию всегда производится силой, поэтому нередко употребляют и такое выражение: «силовое соединение».

Для нас наибольший интерес представляют винтовые и заклепочные соединения: из всех силовых соединений они чаще других применяются в любительской практике.

Винтовые соединения создают посредством шпилек, болтов и винтов. Болты и шпильки (рис. 15,А) применяются ограниченно, поэтому здесь мы их не рассматриваем. Предпочтение всегда отдается — ввиду простоты — винтам.

Винты бывают различной длины, диаметра и с головками разной формы. Длину винта и его диаметр выбираем с учетом толщины соединяемых деталей и тех усилий, которые приложены к данному соединению. Технологический замысел конструкции подскажет нам форму головки винта: если винт должен быть «заподлицо» с плоскостью детали, то есть не выступать над нею, то применяем винт с потайной головкой (рис. 15,Б). В особо важных силовых соединениях, когда убирать головку винта нет необходимости, применяем винты с цилиндрической (рис. 15,В) или с полукруглой головкой (рис. 15,Г). Иногда

в декоративных целях ставим винты с чечевицеобразной головкой (рис. 15,Д), в особенности же, если головка у винта хромированная или никелированная. Для временных креплений используем всевозможные по форме винты с накатанными головками (рис. 15,Е). Такие винты легко и удобно отвинтить рукой.

Гайки к винтам также бывают многих типов; основные из них — это обычные гайки (рис. 15,Ж), гайки впотай (рис. 15,З) и барашки (рис. 15,И). Гайку впотай, как и винт с потайной головкой, применяем в тех случаях, когда она не должна выступать за плоскость соединяемых деталей. Барашек применяем для временных соединений, его тоже легко можно отвинтить рукой.

Заклепочные соединения — в любительской практике основной вид неразъемных соединений. Заклепки делают из стали, латуни,

меди, алюминия, дюралюминия и некоторых других металлов. Кроме заклепок, в соединениях иногда ставят пистоны из латуни, меди и алюминия. Пистоны применяют для создания слабонагруженных неразъемных соединений.

Заклепки изготовляют из калиброванного пруткового материала. Головки у них бывают разнообразной формы. Наиболее прочное соединение получают при использовании заклепок с полукруглыми головками (рис. 16,А). Если необходима клепка впотай, применяют заклепки с потайными головками (рис. 16,Б). Иногда используют также заклепки с плоскими (рис. 16,В) и с чечевицеобразными головками (рис. 16,Г).

Пистон (рис. 16,Д) — это трубочка из металла, развальцованная определенным образом с одной стороны. Развальцовка пистона бывает плоская (рис. 16,Е) и фигурная (рис. 16,Ж). Пистоны

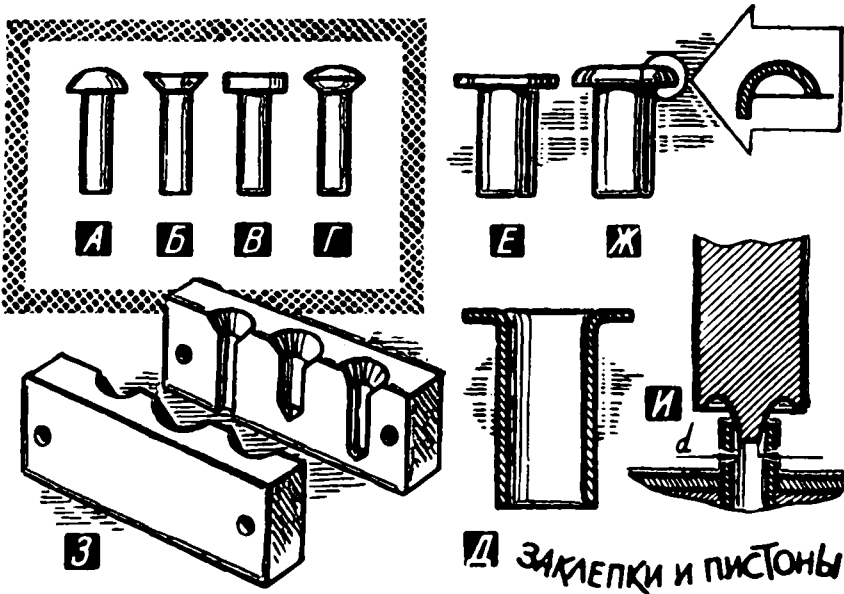


Рис. 16.

А — заклепка с полукруглой головкой; Б — заклепка с потайной головкой; В — заклепка с плоской головкой; Г — заклепка с чечевицеобразной головкой; Д — пистон; Е — пистон с плоской головкой; Ж — пистон с фигурной головкой; З — приспособление для изготовления заклепок; И — обжимка.

с фигурной (выпуклой) головкой применяют для обрамления отверстий в мягких материалах (коже, брезенте и т. п.).

При отсутствии заклепок подходящего по длине и диаметру размера можно изготовить их в домашних условиях. Приспособление для изготовления заклепок (рис. 16,3) представляет собой два стальных бруска, скрепленных винтами. В сложенном виде в плоскости стыка в них просверлены отверстия. Размеры отверстий (длина и диаметр) должны соответствовать размерам нужных заклепок. При изготовлении заклепок с потайными головками отверстия сверху надо раззенковать.

Свинчиваем бруски и устанавливаем их на наковальню. В отверстия помещаем обрезки проволоки соответствующего диаметра; проволока должна выступать над плоскостью приспособления на 2—3 диаметра. Легкими ударами молотка сначала осаживаем заготовку будущей заклепки. Затем формуем ее головку. Отвинчиваем винты крепления и извлекаем готовые заклепки. Чтобы заклепки легче вынимались, перед работой смазываем отверстия любым машинным маслом, солидолом, вазелином и т. п.

В этом же приспособлении изготавливаем любые пистоны, используя трубку подходящего диаметра. Хорошие пистоны получаются из латунной трубочки от использованных стержней шариковых ручек.

Развальцовку головки пистона производим специальной обжимкой (рис. 16,И), изготовленной на токарном станке. Размер, обозначенный буквой *d*, должен соответствовать внутреннему диаметру трубочки, из которой делается пистон. После формования обжимкой головку пистона ударами молотка делаем плоской.

Вспомогательные литейные материалы. При выполнении литейных работ в домашних условиях необходим целый ряд вспомогательных материалов, таких, как моделировочные, формовочные, разделительные и многие другие. Моделировочные материалы, то есть материалы, идущие на изготовление моделей деталей при литье,— это в основном воскообразные вещества. Приводим ряд воскообразных моделированных составов (все вещества берем в % по весу):

1. Парафин	78
Пчелиный воск	22
2. Парафин	88
Пчелиный воск	4
Церезин	8
3. Парафин	94
Церезин	4
Пчелиный воск	2.

Исходные вещества расплавляем на малом огне и добавляем в них небольшой кусочек засохшего коричневого или желтого сапожного крема. Смесь окрашивается (для контрастности). С таким составом легче работать при изготовлении моделей.

В качестве моделировочного состава можно использовать и твердые сорта лыжной мази, в особенности если литье производится в гипсовую разъемную форму.

Гипс — один из самых распространенных материалов для изготовления литейных форм в домашних условиях. Существует несколько видов гипса: медицинский, строительный (алебастр) и высокопрочный автоклавированный. Самый плохой по качеству для изготовления литейных форм — алебастр, самый лучший — высокопрочный автоклавированный, его широко применяют в медицине и в строительном деле: например, для отливки гипсовых панелей, архитектурных деталей, облицо-

вочных плит и многого другого.

При изготовлении гипсовых форм необходимо строго соблюдать технологию замешивания и отливки гипса, в противном случае форма или будет некачественной (с пустотами, раковинами и т. п.) или развалится.

В эмалированную или стеклянную посуду наливаем одну (по объему) часть воды с температурой не выше 25°. В воду небольшими порциями подсыпаем две — две с половиной части гипса, и как только весь гипс пропитается водой, смесь энергично размешиваем до получения сметанообразной массы. Посуду с «гипсовым тестом» надо периодически постукивать, чтобы из гипса вышли пузырьки воздуха, и только после этого получившуюся массу заливаем в подготовленную заранее коробку-форму.

Скорость затвердевания (схватывания) гипса зависит от многих факторов. Нормально гипс начинает схватываться на четвертой минуте и на восьмой минуте затвердевает. Полное же отвердевание гипса длится около суток. Имеется несколько методов ускорения и замедления схватывания. Ускорение схватывания гипса — отрицательный фактор при формных процессах и здесь нами не рассматривается, а замедление схватывания — фактор положительный.

Схватывание гипса замедляется, а гипсовая форма при этом становится прочнее, если вместо воды при замешивании «гипсового теста» взять

3—5-процентный раствор столярного клея,

или 2—3-процентный раствор буры, или

5—6-процентный раствор сахара, или

5-процентный раствор этилового спирта.

Все указанные растворы делаем на воде. Соотношение гипса и раствора при изготовлении «гипсового теста» такое же, как и при использовании чистой воды. Если ука-

занные растворы не удастся применить при замешивании «теста», прочность формы, изготовленной из гипса на чистой воде, можно увеличить, прокипятив полученную форму в 5-процентном растворе буры в течение 15—20 мин.

Для многократного применения литейные формы должны иметь высокую прочность. Такие особо прочные формы изготовляем по одному из следующих рецептов:

— каолин или тальк замешиваем до густоты сметаны на жидком стекле (канцелярском силикатном клее);

— каолин или тальк замешиваем до густоты сметаны на поливинилацетатной эмульсии (в продаже она называется «поливинилацетатный клей», или «клей ПВА»).

При отсутствии каолина и талька их можно заменить тонкоизмельченным красным кирпичом, фарфоровой мукой, маршалитом и тому подобными материалами. Формы на основе жидкого стекла и поливинилацетатной эмульсии сохнут несколько суток.

Большую роль при литье в разъемные формы имеют так называемые разделительные составы: они облегчают раскрытие разъемной формы и извлечение из нее модели.

Простейший разделительный состав — насыщенный раствор мыла в воде.

Разогретый технический вазелин тоже с успехом может служить хорошим разделительным составом. В качестве разделительных составов пригодны и другие жиры и масла, имеющие достаточную густоту и вязкость.

§ 3. ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Работа с металлом требует ответственного места, и притом хорошо оборудованного. Представьте себе, что вам негде укре-

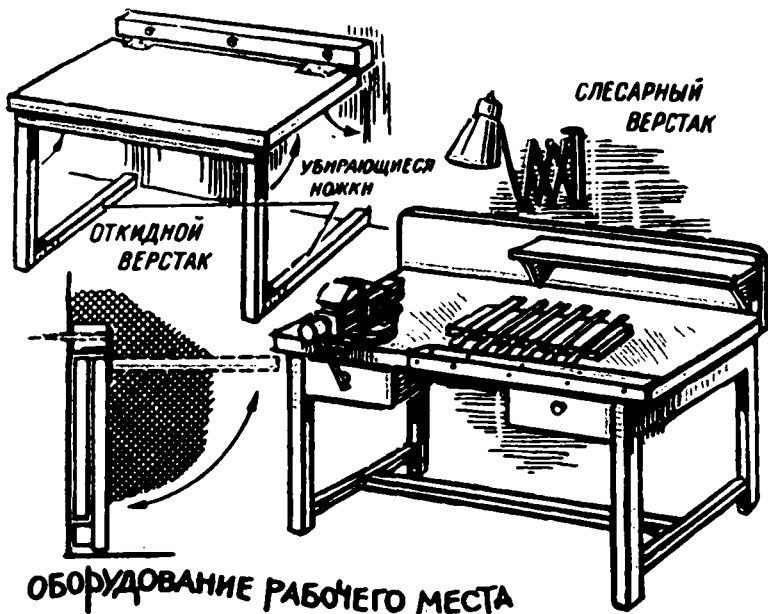


Рис. 17.

пить тиски или нельзя, не на чем работать молотком. Много ли в этом случае наработаешь? Работа с металлом не терпит случайных рабочих мест: сегодня на полу, завтра на лестнице или в ванной. Постарайтесь хорошенько обсудить сей вопрос со старшими и оборудовать себе хоть какой-нибудь рабочий уголок.

При желании, в первую очередь при желании ваших родителей, рабочее место можно устроить в любой комнате. Ничего не делайте как попало. Присмотритесь к отведенному вам уголку. Вариантов оборудования рабочего места может быть очень много.

Идеальный вариант — это слесарный верстак, стоящий в вашей комнате или в мастерской, в какой-нибудь домашней кладовке. В летнее время верстак можно установить в гараже, в сарае или во дворе дома. Слесарный верстак следует делать на металлическом каркасе (рис. 17), соблюдая такие раз-

меры: в ширину — 750 мм, в длину — 1200 мм, в высоту — 750 мм. Подробное описание верстака приводится в упоминавшемся уже «Техническом словаре школьника» и в других справочниках. От того, насколько удачно вам удастся оборудовать верстак, в немалой степени зависит успешная работа с металлом. Недаром немецкое слово «веркстат» означает «мастерская».

Очень важно, чтобы верстак хорошо освещался в дневное время и вечером. Для вечернего освещения удобна лампа, которая может быть перемещена в любое положение над верстаком.

На верстаке устанавливаем тиски, всевозможные подставки под инструмент, стальной уголок для жестяничных работ и т. п.

Для малогабаритного верстака удобнее использовать съемные тиски со струбцинкой. Когда тиски не нужны, их снимают, чтобы освободить место для других работ.

Иногда для установки тисков используют деревянный подоконник. Если он имеет фигурный торец, то стамеской делаем в нем углубление под лапки тисков: в этом случае они закрепляются более устойчиво и возможность их срыва во время работы исклю-

чается. Углубление закрашиваем под цвет подоконника. Сюда же, в углубление, можно установить мясорубку; сообщите об этом вашим домашним, когда результаты вашей самодеятельности из тайных сделаются явными.

Много трудностей приносит бес-

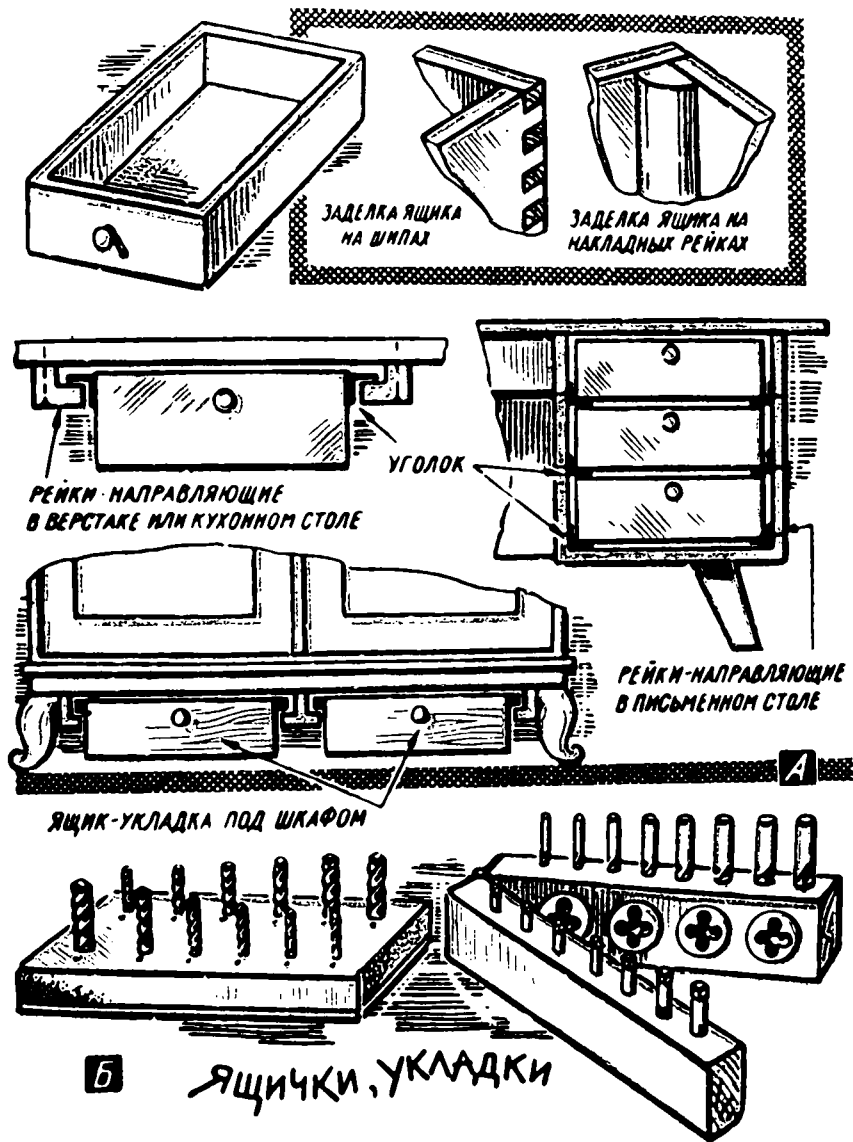


Рис. 18.

А — укладка для сверл, метчиков и плашек; Б — кондуктор-хранилище сверл.

системное хранение мелкого инструмента: сверл, метчиков, плашек, надфилей и пр. То и дело инструмент оказывается в неподходящем месте или пропадает, в нужную минуту его никак не найти — словом, мороки с ним много. Приглядитесь к инструменту. Нет сомнения, что какая-то определенная часть сверл используется нами более часто, чем все другие сверла. Обычно это сверла, которыми делают отверстия под резьбу. Соорудим несколько ящичков-укладок и сложим в них наш инструмент, обособив наиболее ходовые сверла, метчики, плашки и сделав на ящичках соответствующие надписи.

Очень удобная укладка для сверл, метчиков и плашек изображена на рис. 18, А. Ящичек делаем из буксовых дощечек (от тарных фруктовых ящичков). В ящичек

вставляем парные рейки, скрепленные с одного торца маленькими петлями. Отверстия под сверла и метчики сверлим так, чтобы вставленные в них сверла своими торчащими наружу концами находились на одном уровне. Плашки вкладываем в углубления, выточенные в неподвижных рейках перками (специальными сверлами для дерева). На рейках рядом с отверстиями пишем диаметры сверл и характеристики резьб метчиков и плашек. На внешних сторонах реек пишем общие данные об инструменте, расположенном на данных рейках.

При работе с металлом иногда возникает необходимость просверлить отверстия в толстом листе металла, да при этом так, чтобы они были строго перпендикулярными листу. Для такой работы удобен кондуктор-хранилище

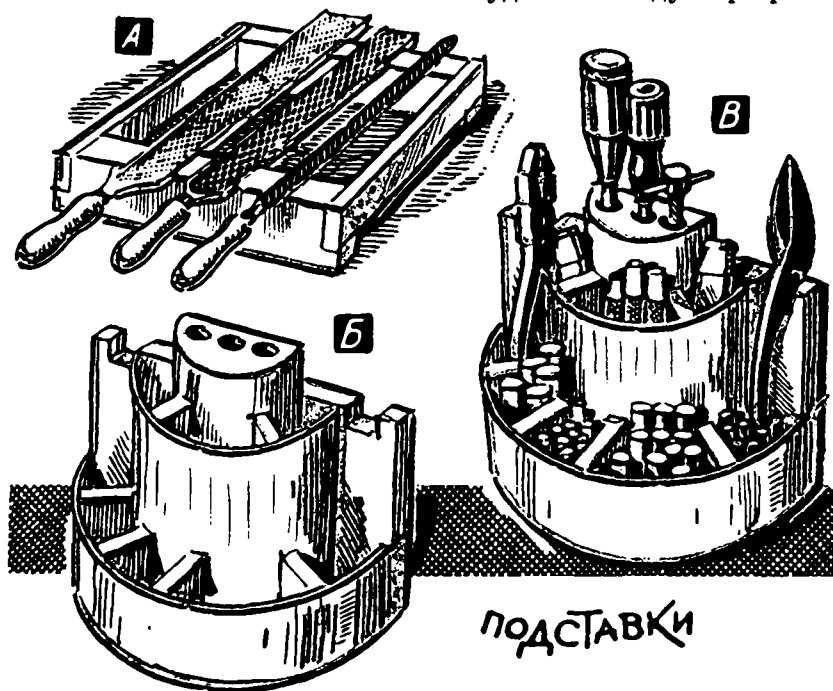


Рис. 19.

А — подставка под инструмент; Б — специальная подставка; В — расположение инструмента на подставке; Г — подставка под паяльник; Д — автоматическая подставка под паяльник; Е — электрическая схема подставки; 1 — подвижная пластина (из изоляционного материала); 2 — контактные пластины; 3 — плоская пружина.

сверл (рис. 18,Б). В толстой металлической пластине на станке сверлим отверстия (насквозь) наиболее ходовыми сверлами. Внизу пластины двумя — четырьмя винтами прикрепляем к ней тонкое жестяное дно. Возле отверстий гравировем¹ цифры, обозначающие диаметры сверл в миллиметрах. По такому кондуктору легко просверлить отверстия, которые будут всегда перпендикулярны плоскости кондуктора и детали. В нем же и храним сверла после работы.

Расположение инструмента на верстаке, рабочем столе, должно быть пронизано одной идеей: инструмент на своем месте, инструмент всегда под рукой.

Напильники, зубила и им подобный инструмент располагаем

¹ Надписи можно отгравировать химическим путем.

на верстаке, используя деревянную подставку (рис. 19,А). В подставке делаем специальные углубления для укладки инструмента или набиваем треугольные планки с засечками. Инструмент с такой подставки брать очень удобно, он не портится, ударяясь друг о друга. Для подобных же целей иногда используют куски поролона от старых ковриков, но они быстро засоряются металлическими опилками и стружкой.

Отвертки, кернеры, пробойники, плоскогубцы и другой подобный инструмент располагаем на специальной подставке (рис. 19,Б). Подставка сделана из отрезков двадцатимиллиметровых досок и фанеры. Криволинейные детали делаем из фанеры, внешние слои которой направлены вертикально: так эти детали легче согнуть. Если

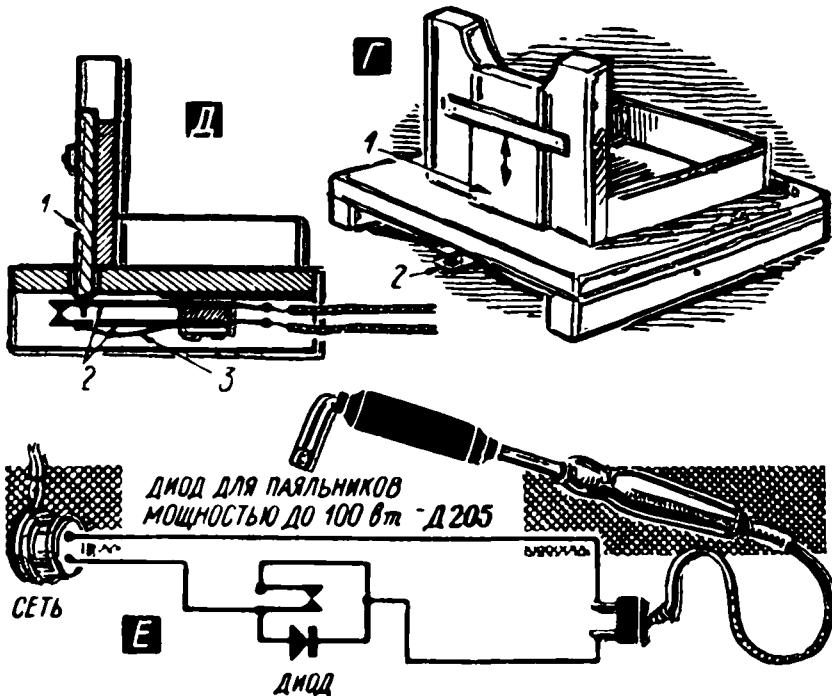


Рис. 19

же это не удастся сделать, то перед гибкой эти детали запариваем в кипятке. Сборку подставки проводим на клею, закрепляя детали еще и шурупами. Инструмент на подставке располагаем так, как это показано на рис. 19,В.

При большом количестве паяльных работ устраиваем на верстаке место для паяльного инструмента. Сейчас повсеместно употребляют в основном электрические паяльники, поэтому к верстаку следует подвести электросеть с розеткой.

Электропаяльник следует по возможности держать на специальной подставке (рис. 19,Г), где в отдельной коробочке хранится еще канифоль и припой. Такую подставку можно автоматизировать:

как только на подставку кладем паяльник, напряжение в цепи автоматически снижается и паяльник не перегревается. Деталировка подставки показана на рис. 19,Д, а электросхема — на рис. 19,Е. Контактные пластины берем от любого реле типа МКУ-48. Плоскую пружину изготавливаем из пружинной стали толщиной 0,2—0,3 мм.

Часто при паянии используют жидкий флюс: он экономичен, активен, хорошо затекает в щели и имеет еще ряд достоинств. Удобно хранить и использовать жидкий флюс, если поместить его в чистый пузырек из-под лака для ногтей. Длинная пробка с кисточкой облегчает пользование флюсом.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Различают два основных вида обработки металлов: обработку листовых заготовок и обработку объемных деталей.

Обработку, естественно, начинаем с разметки, предварительно изучив чертеж детали. Основное правило разметки: вначале проводим все горизонтальные и вертикальные линии на заготовке, взяв за основу одну — базовую — линию, затем — наклонные линии и элементы окружностей.

Основной линией (базой) разметки служит ось симметрии детали, если деталь симметрична, основание детали или центры отверстий. Нередко проводим и комбинированную разметку; все зависит от назначения детали и важности тех или иных ее размеров. К примеру, требуется разметить крышку сложной формы с отверстиями (рис. 20, А), которые долж-

ны точно совпасть со шпильками, уже имеющимися на детали.

Разметку начинаем вести с основания — базовой линии нашей заготовки. Затем наносим вторую основную линию — параллельно первой. Откладываем размеры обеих линий. Накерниваем четыре точки ($a, b, в, г$). Отмерив расстояния по чертежу, разметочным циркулем делаем засечку точки $д$ и накерниваем ее. Проводим к точке $д$ наклонные линии. Определив измерением, делаем засечку и накерниваем центр окружности $о$, которой ограничена четвертая сторона крышки. Проводим эту линию. Осталось разметить девять отверстий: восемь под шпильки и одно — технологическое. Отверстия размечаем, тщательно измеряя их расстояние от контуров крышки и друг от друга. Проверив все измерения, накерниваем цент-

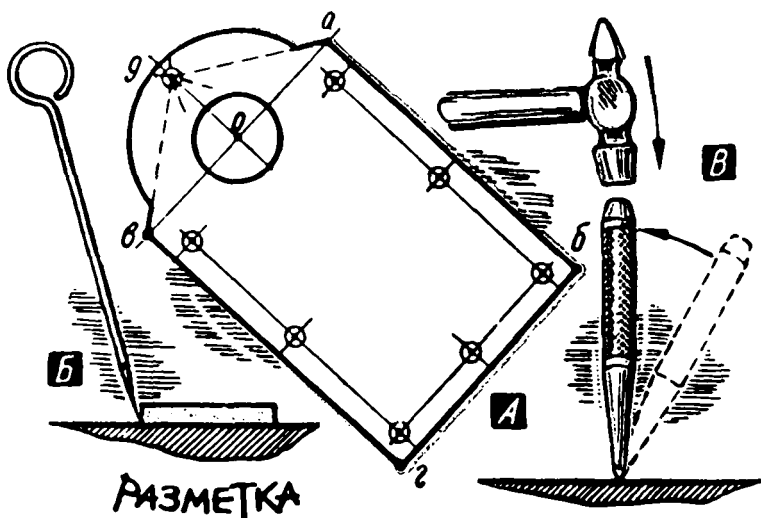


Рис. 20.

А — разметка детали; Б — правильное положение чертилки при разметке; В — работа кернером.

ры отверстий и, если мы задумали их вырезать, а не сверлить, наносим их контуры.

Несколько слов о правильной работе кернером и чертилкой. Делая засечки чертилкой, линии проводим по линейке, а не от руки. Чертилку при этом ведем так, как показано на рис. 20,Б.

Работая кернером, ставим его острие на размеченную точку, отклонив кернер от себя (рис. 20,В), после чего плавно переводим кернер в вертикальное положение, стараясь не сдвинуть «жало» кернера с точки, и наносим удар молотком.

Разметка объемной детали — операция серьезная, к ней следует относиться с большой ответственностью. Основными инструментами здесь служат: рейсмус, уголь-

ник, масштабная линейка, разметочный циркуль, штангенциркуль.

Разметку проводим на специальной разметочной плите или на толстом металлическом листе с ровной поверхностью. И в этом случае сохраняет силу основное правило разметки: вначале проводим все горизонтальные и вертикальные линии, а затем — линии сопряжения (наклонные, криволинейные и пр.).

Начинаем разметку с какой-либо базовой плоскости заготовки. Этой плоскостью заготовку кладем на разметочную плиту. С помощью рейсмуса и масштабной линейки проводим все линии, параллельные базовой плоскости (рис. 21,А), затем с помощью угольника и линейки — все вертикальные линии (рис. 21,Б). Линии сопряжения

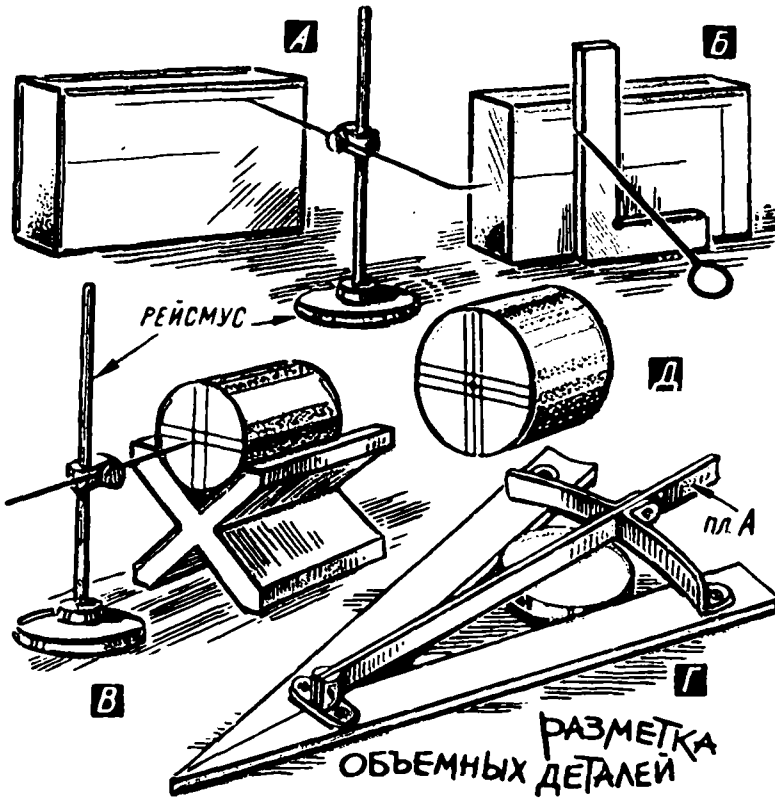


Рис. 21.

А — разметка линий, параллельных базовой плоскости; Б — разметка вертикальных линий; В — разметочная призма; Г — самодельный центронкатель; Д — разметка центра рейсмусом.

проводим с помощью линейки, разметочного циркуля, лекала и т. п.

Если деталь цилиндрическая, устанавливаем заготовку на разметочной призме (рис. 21,В) и ведем разметку обычным порядком: определяем на торце опорную точку — центр окружности. Для этого используем центроискатель. Простейший центроискатель можно изготовить из школьного деревянного угольника, имеющего углы 30, 60 и 90°. На угол 30° с помощью скобок и пластин устанавливаем прочную металлическую полоску так, чтобы плоскость А одной из сторон этой плоскости делила угол на равные половины (рис. 21,Г). Установив заготовку в угол 30°, проводим чертилкой первую засечку. Вращаем заготовку на 90° и делаем вторую засечку. Пересечение двух засечек и будет центром окружности.

Центр крупной заготовки определяем с помощью рейсмуса. Проводим рейсмусом линию в районе предполагаемого центра (рис. 21,Д). Поворачиваем заготовку на 180° и проводим вторую линию, параллельную первой. Точно посередине между этими двумя линиями проводим третью. Затем разворачиваем заготовку на 90° и описанным способом проводим все три линии еще раз. Пересечение средних перпендикулярных линий — центр окружности заготовки. Найдя центр, размечаем торец заготовки для обработки его на квадрат, треугольник и т. п.

§ 1. РЕЗКА МЕТАЛЛА

Как только деталь размечена, приступаем к резке. Листовой металл толщиной менее 1 мм режем ножницами по металлу или резакком. Если же толщина листа более 1 мм, да при этом лист из стали, режем его ножовкой или врубаем из него деталь зубилом.

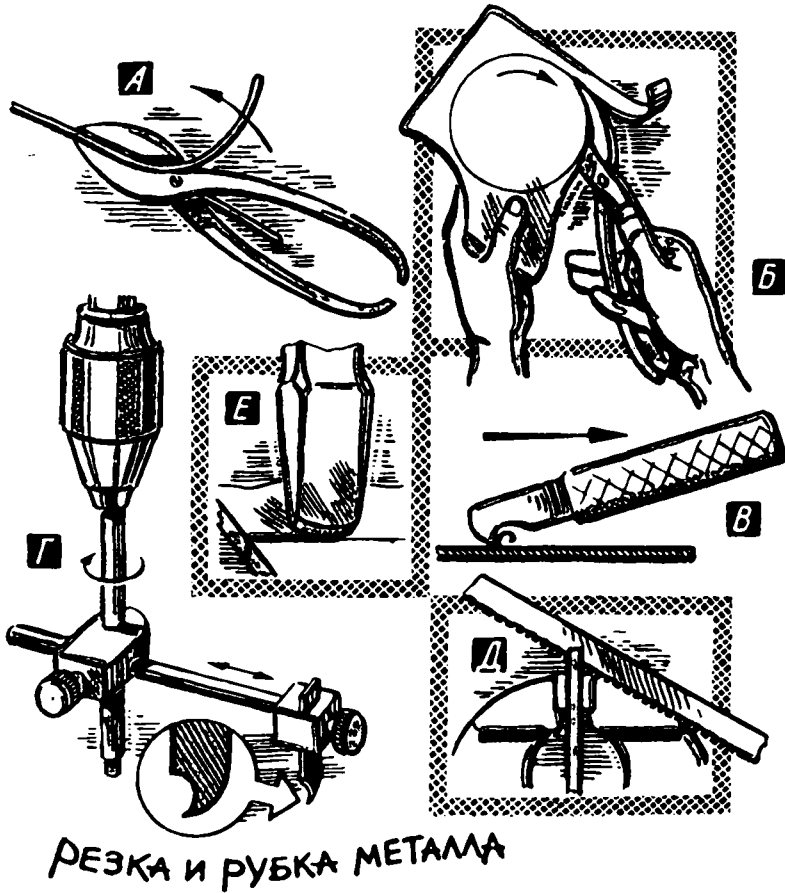
Резка листовых заготовок ножницами имеет некоторые особенности: при резании лист подаем левой рукой, слегка отгибая его верх (рис. 22,А). Ножницы раскрываем не очень сильно, чтобы они захватывали лист, а не выталкивали его. В процессе резки линия разметки должна всегда быть в поле нашего зрения (рис. 22,Б).

Хорошие ножницы по металлу продают в магазинах «Медтехника» — они предназначены для резки нержавеющей стали зубных коронок. Ножницы эти бывают двух типов: с прямыми и с кривыми режущими кромками (рис. 11,Б).

Мягкий листовой металл режем резаками, изготовленными из кусков ножовочных полотен (рис. 22,В). Большие круглые отверстия в том же металле режем с помощью инструмента, называемого «козьей ножкой» (правильное его название — цапфенбор). Устройство «козьей ножки» хорошо видно на рис. 22,Г. Цапфенбором работаем так: сверлим вначале отверстие под центральную ножку, затем устанавливаем цапфенбор в дрель и круговыми движениями с небольшим нажимом режем металл. Выдвигая на определенное расстояние горизонтальный шток устройства и закрепляя его барашком, получаем при резке отверстие требуемого диаметра. Резец у «козьей ножки» делаем из куска ножовочного полотна.

Криволинейное отверстие в листовом металле вырезаем по шаблону резакком. Шаблон делаем из металла, гетинакса, текстолита и других материалов. На листе шаблон закрепляем с помощью струбцин. В процессе резания ведем резак вначале легким нажимом, а после того, как получится канавка достаточной глубины, нажим на резак усиливаем и прорезаем металл до конца.

Если заготовка имеет слишком большую толщину и ее нельзя раз-



РЕЗКА И РУБКА МЕТАЛЛА

Рис. 22.

А — резка листового металла ножницами; Б — при резке линия разметки всегда должна быть в поле зрения; В — резак; Г — «козья ножка»; Д — закрепление в тисках и резка листового металла; Е — рубка листового металла зубилом.

резать ножницами, вырезаем деталь ножовкой. Приемы резания листового металла ножовкой показаны на рис. 22,Д. Криволинейные участки толстых заготовок рубим зубилом. Лист кладем на стальную плиту или наковальню и рубку металла начинаем с края разметки. Зубило при этом затачиваем со слегка закругленной рабочей кромкой (рис. 4,Д). После первого удара зубило ставим так, чтобы оно частично захватывало уже прорубленную линию (рис. 22,Е).

Детали из объемных заготовок вырезаем ножовками. Различные

пазы в них, отверстия некруглой формы, углубления и т. п. обрабатываем зубилами и крейцмейселями. Тиски для рубки металла располагаем так, как показано на рис. 23,А. Молоток держим правой рукой (рис. 23,Б), а зубило или крейцмейсель — левой. Рука должна плотно охватывать зубило, но не сжимать его чересчур крепко (рис. 23,В). Удар молотка по зубилу может быть локтевым, кистевым и плечевым (рис. 23,В). Стойка работающего — свободная, тело не согнуто и не напряжено чрезмерно.

При рубке металла средней тол-

щины зубило ставим так, как показано на рис. 23,Г. Рубку толстого металла ведем слоями (рис. 23,Д), причем снимаем по возможности равные по толщине слои.

Вырубание пазов, углублений в толстом металле с помощью крейцмейселя подчиняем общим законам рубки: нельзя рубить сразу слишком большой слой металла; инструмент следует затачивать правильно (рис. 4,Е).

Круглые небольшие отверстия в объемных заготовках делаем с помощью сверл, используя ручные и электрические дрели. Но при сверлении отверстий в объемных заготовках возникает ряд трудностей. Отверстия, перпендикулярные к плоскости заготовки, сверлить легче, чем наклонные. Но и те и другие гораздо проще сверлить по кондуктору (рис. 18,Б) или сверлилкой с установленным



Рис. 23.

А — установка тисков; Б — хватка молотка и зубила; В — кистевой, локтевой и плечевой удары; Г — рубка тонкого металла; Д — рубка толстого металла.

на ней уровнем (рис. 6,Е). Особенно необходим кондуктор при сверлении наклонных отверстий. Такой кондуктор представляет собой кусок твердого дерева треугольной формы, в котором заранее сверлят под нужными углами отверстия соответствующих диаметров (рис. 24,А).

Брусок под кондуктор выпиливаем так, чтобы один из углов его был равен заданному. Затем устанавливаем брусок, как показано на рис. 24,Б (угол А — заданный). Верхнюю плоскость бруска выставляем по уровню. После этого дрелью с закрепленным на ней уровнем сверлим вер-

тикальные отверстия сверлами нужных диаметров. Кондуктор готов. Закрепляем его на детали и сверлим по нему отверстие под нужным углом.

С помощью имеющейся у вас электродрели в домашних условиях возможна некоторая механизация трудообработки металла, например выполнение элементарных токарных работ: вытачивание из пруткового металла осей, инструмента, различных фигурных деталей и т. п.

Электродрель зажимаем в тисках или укрепляем непосредственно на верстаке. В патроне дрели зажимаем пруток металла. С по-

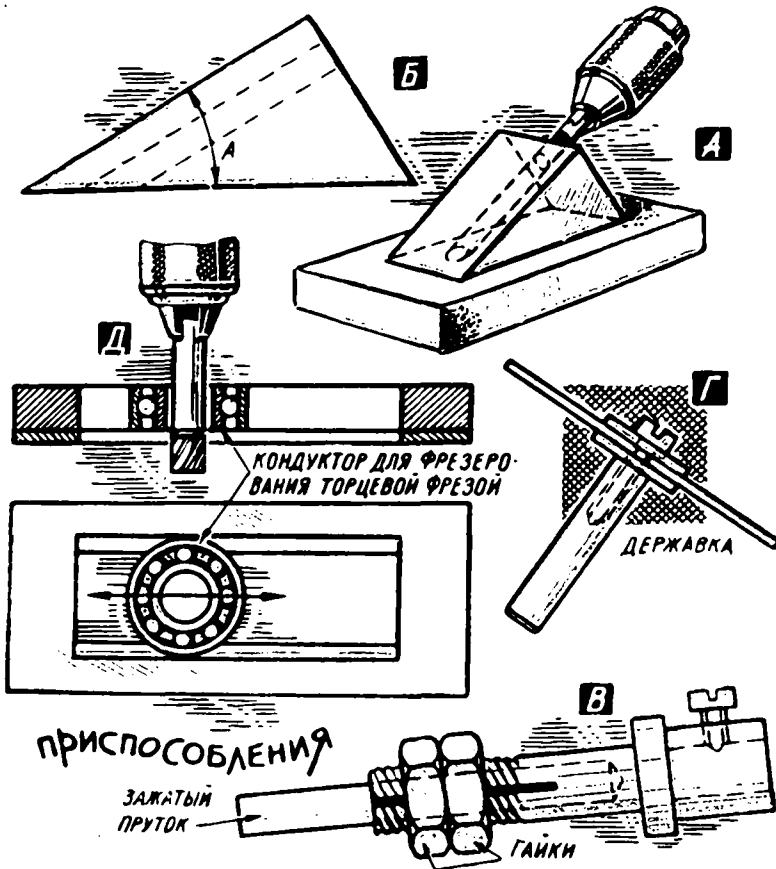


Рис. 24.

А — кондуктор для сверления наклонного отверстия; Б — сверление отверстия в кондукторе; В — цанга; Г — державка для фрезерования; Д — кондуктор.

мощью всевозможных напильников, надфилей, наждачных камней, шлифовальных шкур проходим требуемую токарную обработку прутка, включив дрель в сеть.

При отсутствии электродрели для токарных работ пригоден коллекторный двигатель мощностью до 110 Вт (например, от отечественной кофемолки), включаемый в электросеть напряжением 220 В. К двигателю присоединяем — обязательно! — лабораторный автотрансформатор ЛАТР, который позволит плавно регулировать обороты нашего «станка». Станок этот очень по конструкции прост: сам двигатель и присоединяемое к нему устройство для крепления прутка (цанга). Каждой цангой можно зажать прутки только одного диаметра; поэтому необходимо иметь несколько различных цанг (рис. 24,В).

Цангу нужно выточить на токарном станке. Тонкую ее часть с отверстием под прутки (трубочку) разрезаем ножовкой двумя крестообразными пропилами вдоль, но лишь после того, как нарежем на трубочке резьбу. После нанесения пропилов резьбу подправляем, прогоняя ее еще раз соответствующей плашкой. На трубочку с резьбой навинчиваем две гайки.

Пруток в цанге зажимаем следующим образом: смещаем гайки к толстой части цанги, вставляем в нее прутки и перемещаем гайки обратно (с известным усилием, конечно). В результате прутки оказываются крепко зажатыми гайками в цанге. Саму цангу к валу электродвигателя прикрепляем тремя-четырьмя винтами.

Электродвигателем или дрелью можно производить и фрезерование деталей, если прикрепить к ним соответствующую державку (рис. 24,Г). Закрепить державку на оси мотора можно точно так же,

как и цангу. Используя самодельный кондуктор (рис. 24,Д), можно фрезировать торцевой фрезой пазы.

§ 2. СОЕДИНЕНИЯ

Все соединения делают обычно на разъемные и неразъемные, а каждое из них, в свою очередь, на подвижные и неподвижные.

Используя винты или болты, получаем, как правило, разъемные соединения. Неразъемные (и неподвижные) соединения — это те, которые получают сваркой и пайкой. Примером подвижного неразъемного соединения может служить заклепочное соединение в плоскогубцах, в ножницах и т. д. Подвижные разъемные соединения можно найти в различных шарнирах, кривошипно-шатунных парах и т. п.

Винтовые соединения. Слово «винт» происходит от польского «гвинт» и от немецкого «гевинд». Чаще всего применяют два основных вида винтовых соединений: соединение двух плоских деталей (рис. 25,А) и соединение плоской детали с объемной (рис. 25,Б). Во втором случае в объемной детали делают отверстие с резьбой.

При создании винтовых соединений рекомендуем соблюдать следующие правила:

— отвертка должна точно подходить к шлицу (прорези) винта;

— «жало» отвертки не должно быть тупым — перед работой его следует заточить;

— зенковка (зенкерование) детали под головки винтов, устанавливаемые впотай, должна быть выполнена правильно;

— на навинчиваемые в резьбовое отверстие болты, гайки и винты должна быть нанесена густая смазка (вазелин технический, тавот, солидол и пр.);

— все винтовые соединения необходимо надежно контрить.

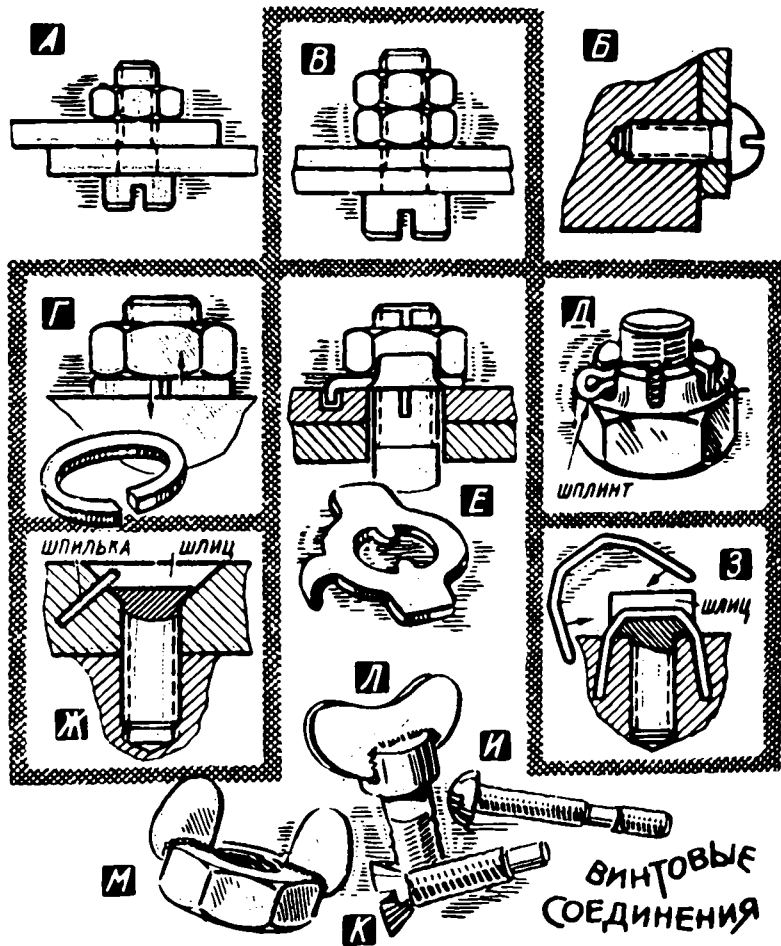


Рис. 25.

А — соединение двух плоских деталей; Б — соединение плоской и объемной деталей; В — применение контргайки; Г — пружинная шайба; Д — контровка гайки шплин- том; Е — гнутая контровочная шайба; Ж — контровка винта шпилькой; З — контровка винта П-образной шпилькой; И — невыпадающий винт; К — самоцентрирующийся винт; Л — винт-барашек; М — гайка-барашек.

Последнее правило следует раз- обрать подробнее. Создаваемые нами модели и конструкции не- редко в работе испытывают тряску или значительные вибрации. Вин- товые соединения от вибрации мо- гут сами по себе незаметно раз- винтиться, что неизбежно приведет к разрушению конструкции или выходу ее из строя. Значит, нуж- но предпринять какие-то меры, чтобы развинчивания не происхо- дило. Одной из таких мер являет-

ся контровка винтовых соедине- ний. Слово «контр» по-латыни оз- начает «против»; следовательно, «контрить» — значит «сделать про- тив», то есть сделать в винтовом соединении что-то такое, что ока- зало бы сопротивление развинчи- ванию.

Делают контровку винтовых соединений по-разному. Если де- тали соединены с помощью винта и гайки, то на винт дополнительно сажают контргайку, привертывая

ее вплотную к основной. Контргайка и предохраняет основную гайку от самопроизвольного отвинчивания (рис. 25,В).

Широкое применение находят и контровочные пружинные шайбы, которые при затяжке винта врезаются своими острыми гранями в гайку и деталь и тем самым контрят гайку в определенном положении (рис. 25,Г).

Иногда гайки контрят с помощью шплинтов,— если гайка имеет корончатую форму (рис. 25,Д). Делают сверление насквозь через болт и завернутую до предела гайку и через отверстие пропускают шплинт. Если болт или винт имеет два продольных паза, применяют гнутую контровочную шайбу (рис. 25,Е).

В моделях или устройствах, испытывающих изредка небольшую тряску, гайки и винты законтривают с помощью быстросохнущих, обычно нитроцеллюлозных, красок, эмалей и грунтовок. Головку винта обезжиривают ацетоном и окрашивают какой-либо краской (эмалью) или грунтом, например грунтовкой ГФ-020 (бывшей 138).

Сложнее контрятся винты при креплении плоской детали к объемной: здесь гайки нет (рис. 25,Б), это и вызывает осложнение. В неответственных соединениях устанавливают винт на краске или грунте. В ответственных соединениях головки винтов — конические и цилиндрические — заделанные впотай, контрят шпильками. Шпильки загоняют в специальное отверстие, просверленное в крае шлица (рис. 25,Ж). Затем головку винта обезжиривают и наносят на нее каплю клея 88 (88Н).

Винт с цилиндрической или полукруглой головкой контрят с помощью П-образной шпильки из пружинной проволоки. Шлиц винта обрабатывают тонкой ножовкой, как показано на рис. 25,З.

В отдельных случаях нам бывает необходим крепежный материал нестандартных размеров. Проще всего изготовить этот крепеж самим. Например, если для каких-либо целей потребовались длинные и тонкие винты, изготовляем их из подходящих по диаметру гвоздей. На каждом гвозде нарезаем резьбу и на шляпке делаем ножовкой шлиц. Из таких же длинных гвоздей или подходящего по диаметру прутка делаем шпильки большой длины (они бывают нужны при сборке нестандартных трансформаторов): нарезаем резьбу с обеих сторон, и шпилька готова.

Невыпадающие винты делаем из обычных винтов, сняв с них надфилем часть резьбы (рис. 25,И). Точно так же, спилив на обычных винтах часть резьбы, получаем самоцентрирующиеся винты, которые очень удобно ставить в труднодоступных местах (рис. 25,К). В каждом из этих случаев резьбу в запиленных местах подправляем соответствующей плашкой.

Винты-барашки тоже делаем из обычных винтов, загоняя в шлиц и запаивая твердым припоем выпиленную из стали пластинку (рис. 25,Л). Если нужна гайка-барашек, делаем в обычной гайке два запила ножовкой, загоняем в эти запилы пластинки соответствующей формы и припаиваем к гайке твердым припоем (рис. 25,М).

Заклепочные соединения. Основные виды заклепок и пистонов были рассмотрены выше. Напомним, что заклепками соединяют обычно две плоских детали; получающееся при этом соединение бывает, как правило, неподвижным и всегда неразъемным.

Клепаное соединение плоских деталей можно осуществить встык с накладкой (рис. 26,А) и внахлестку (рис. 26,Б). Шаг расположения заклепок на деталях опре-

деляем в зависимости от того, насколько ответственно данное соедение.

Детали вначале размечаем. Сверлим первое отверстие. Его диаметр должен на 0,1 мм быть больше диаметра заклепки. Скрепляем детали винтом, диаметр которого равен диаметру заклепки. Сверлим последнее в ряду отверстие и тоже скрепляем винтом. После этого сверлим все остальные (промежуточные) отверстия и ставим в них заклепки. Два винта, которыми стянуты детали, не убираем до конца работы, а заклепки в эти отверстия ставим в последнюю очередь.

Если позволяет толщина соединяемых деталей, применяем по возможности заклепки с потайной головкой. Для этого отверстия в деталях зенкуем под шляпки заклепок.

При выборе заклепок ориентируемся на следующее:

- заклепки должны быть из того же металла, что и склепываемые детали;

- диаметр каждой заклепки примерно равен толщине обеих склепываемых деталей;

- расстояние от края деталей до первого ряда заклепок (до центра заклепок) должно быть не менее 1,5 диаметра заклепки;

- расстояние между заклепками (для однорядной заклепки) должно быть не менее двух-трех диаметров заклепки;

- при двухрядной заклепке расстояние между заклепками берем равным четырем диаметрам заклепки;

- при шахматном расположении заклепок расстояние между рядами должно быть равно двум диаметрам заклепки;

- длину заклепки с потайной головкой следует брать на 1,2 более толщины двух склепываемых деталей (рис. 26,В).

Клепку ведем следующим обра-

зом. Закладываем первую заклепку в отверстие и помещаем детали на наковальню. Инструментом, называемым натяжкой (рис. 26,Г), прижимаем одну деталь к другой (вместо натяжки можно использовать отрезок трубы подходящего диаметра). Носком молотка совершаем предварительное формование замыкающей головки заклепки, затем бойком молотка окончательно формуем замыкающую головку (рис. 26,Д).

Заклепки с плоскими и полукруглыми головками применяем для соединения относительно тонких листов металла или же в том случае, когда необходимо обеспечить их надежное соединение. Сам процесс работы с этими заклепками ничем не отличается от соединения заклепками с потайными головками. Носком молотка слегка расплющиваем замыкающую головку, затем бойком формуем головку заклепки окончательно (рис. 26,Е). Иногда заклепки с полукруглыми головками можно формовать и использовать так, будто это заклепки с плоскими головками. Замыкающую головку формуем точно так, как было сказано выше, а закладная головка из полукруглой превращается почти в плоскую.

Если же нужно сохранить форму полукруглой головки, применяем вспомогательный инструмент: помещаем закладную головку на специальную поддержку, зажатую в тисках (рис. 26,Ж). После обжимки листов замыкающую головку слегка формуем молотком, а завершаем формовку непосредственно обжимкой (рис. 26,Ж).

Герметичность клепаного соединения обеспечиваем по-разному: если склепываемые детали из жести, меди или латуни, шов можно пропаять. Если же детали из алюминия или его сплавов, поступаем так: перед клепкой на место шва накладываем матерчатую ленту

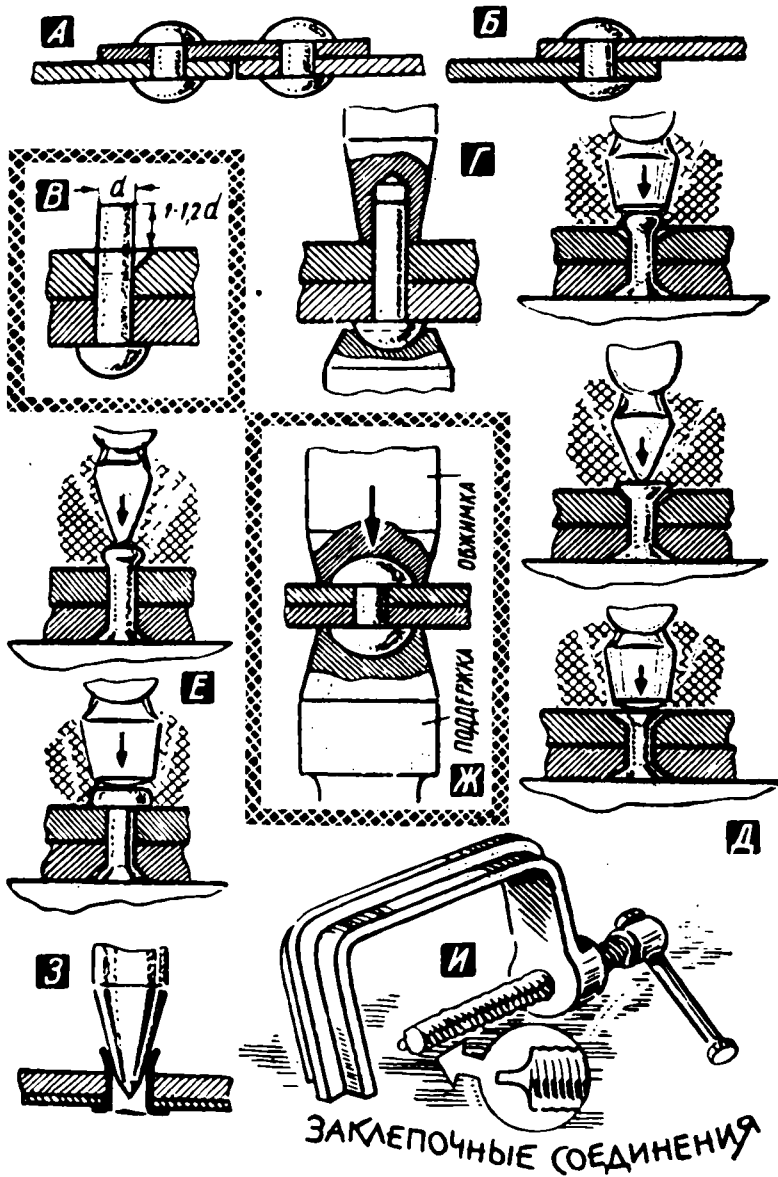


Рис. 26.

А — шов стык с накладкой; Б — шов внахлестку; В — длина стержня заклепки для замыкающей потайной головки; Г — натяжка; Д — формовка замыкающей потайной головки; Е — формовка замыкающей плоской головки; Ж — поддержка и обжимка; З — обработка замыкающей головки кернером; И — приспособление для установки пистонов в труднодоступных местах.

(лучше льняную), пропитанную свинцовым суриком. Сурик предварительно разводим олифой. Кроме сурика, ленту можно пропитать густотертой масляной краской или клеем БФ.

В неответственных соединениях вместо заклепок можно ставить пистоны. Процесс клепки пистонами ничем не отличается от соединения деталей заклепками. Замыкающую головку пистона форму-

ем с помощью специальной обжимки (рис. 16,И), при этом произойдет дополнительное стягивание деталей. Для того чтобы получить более красивую замыкающую головку, пистон немного перед обжимкой расширяем кернером (рис. 26,З). Окончательное формование замыкающей головки производим молотком на наковальне.

В труднодоступных местах замыкающую головку пистона можно отформовать с помощью приспособления, созданного на базе небольшой струбины (рис. 26,И). Этим же приспособлением формуем закладные головки пистонов (вместе с приспособлением, указанным на рис. 16,З). При этом закладная головка пистона получается красивой, ровной, без рваных краев и других дефектов.

§ 3. ЖЕСТЯНИЦКИЕ И МЕДНИЦКИЕ РАБОТЫ

Жестяницкие работы. Жестяницы работают в основном с тонким металлом: луженой и черной жстью, с листовым или оцинкованным железом и пр. Жестящик должен уметь пользоваться своим инструментом и, кроме того, хорошо знать паяльные и клепальные работы.

Основное, без чего не может обойтись жестящик, — это соединять листовой металл различными швами и производить гибочные работы.

Элементарными швами в работе жестящика считаются паяные швы, особенно при изготовлении деталей из луженой жести. Паяный шов встык — самый ненадежный (рис. 27,А), его применяют редко. Более надежен шов встык с накладкой (рис. 27,Б). А самый надежный и удобный в изготовлении — шов внахлестку с подсечкой (рис. 27,В).

Однако чаще всего находят применение не паяные, а основные швы. Эти швы принято называть жестяницкими замками, или фальцами. Одинарный замок без подсечки (рис. 27,Г) и с подсечкой (рис. 27,Д) — самые простые из этой серии замков. Но одинарные уступают в прочности двойным замкам, простейший из которых изображен на рис. 27,Е.

Одинарных и двойных замков известно очень много: одинарный стоячий (рис. 27,Ж), двойной стоячий (рис. 27,З), одинарный угловой стоячий (рис. 27,И), одинарный угловой загнутый (рис. 27,К) и другие.

Стоячие замки применяем при кровельных работах. Одинарный угловой стоячий делаем при изготовлении различных крышек, банок с широким основанием и т. п. Дно у банок вделываем, используя одинарный угловой загнутый замок.

Познакомимся с тем, как делают некоторые замки.

Изготовление одинарного замка начинаем с отбортовки краев обеих соединяемых деталей (рис. 28,А), причем край первой детали отбортовываем в одну сторону, край второй — в другую. Угол отбортовки — 90°.

Разметку металла для отбортовки производим линейкой и чертилкой. Часто для разметки жестяницы пользуются специальным рейсмусом (рис. 28,Б).

После разметки укладываем лист на лом или уголок, зажатый в тисках, или уголок, которым обита столешница верстака так, чтобы линия разметки проходила по краю лома. Несколько легкими ударами киянки сгибаем кромку вначале по краям листа, затем в его середине. Подготовленную таким образом кромку тщательно загибаем по всей длине на 90°, используя киянку. Ту же операцию продельваем со вторым листом.



Рис. 27.

А — паяный шов встык; Б — шов встык с накладкой; В — шов внахлестку с подсечкой; Г — одинарный замок без подсечки; Д — одинарный замок с подсечкой; Е — двойной замок; Ж — одинарный стоячий замок; З — двойной стоячий замок; И — одинарный угловой стоячий замок; К — одинарный угловой загнутый замок.

Закончив отбортовку, выравниваем фальц по длине листа.

Следующая операция — заваливание фальца киянкой (рис.

28,В). После этого заводим края в замок (рис. 28,Г) так, чтобы они плотно и точно совпали по всему шву. Уплотняем шов киянкой, подставляя под него лом. Завершающая операция — подсечка фальца. На его приподнятую сторону накладываем ровную полосу металла и ударами молотка осаживаем эту сторону до уровня плиты (рис. 28,Д). После подсечки фальца он уже не может самопроизвольно разомкнуться.

Допустим, что таким путем мы сделали основание ведра, соединив лист одинарным швом. Необходимо приделать к нему дно.

Первая операция при вставке дна — отбивка фальца. Ее следует делать по предварительной разметке на ломе или уголке. Носком молотка аккуратно отбиваем фальц, уложив заготовку на лом (уголок) полого (рис. 28,Е). Удары наносим так, чтобы они приходились к краю отгибаемого фальца; сами удары не должны быть сильными, чтобы не порвать металл. По мере отгиба фальца заготовку кладем круче и круче, пока фальц не будет загнут на 90° .

Для изготовления дна ведра размечаем на листе кружок с припуском на загиб фальца. Вырезаем круг из заготовки, отбиваем фальц на трубе, прикрепленной к верстаку (рис. 28,Ж). Надеваем дно на основание ведра и загибаем кромку молотком, тщательно ее уплотняя (рис. 28,З). В результате получается одинарный угловой стоячий замок. Отгибаем его молотком на трубе и тоже тщательно уплотняем (рис. 28,И). Ведро почти готово — осталось лишь приделать к нему ручку да закатать для жесткости в верхний его край проволоку.

Отбивку фальца под закатку

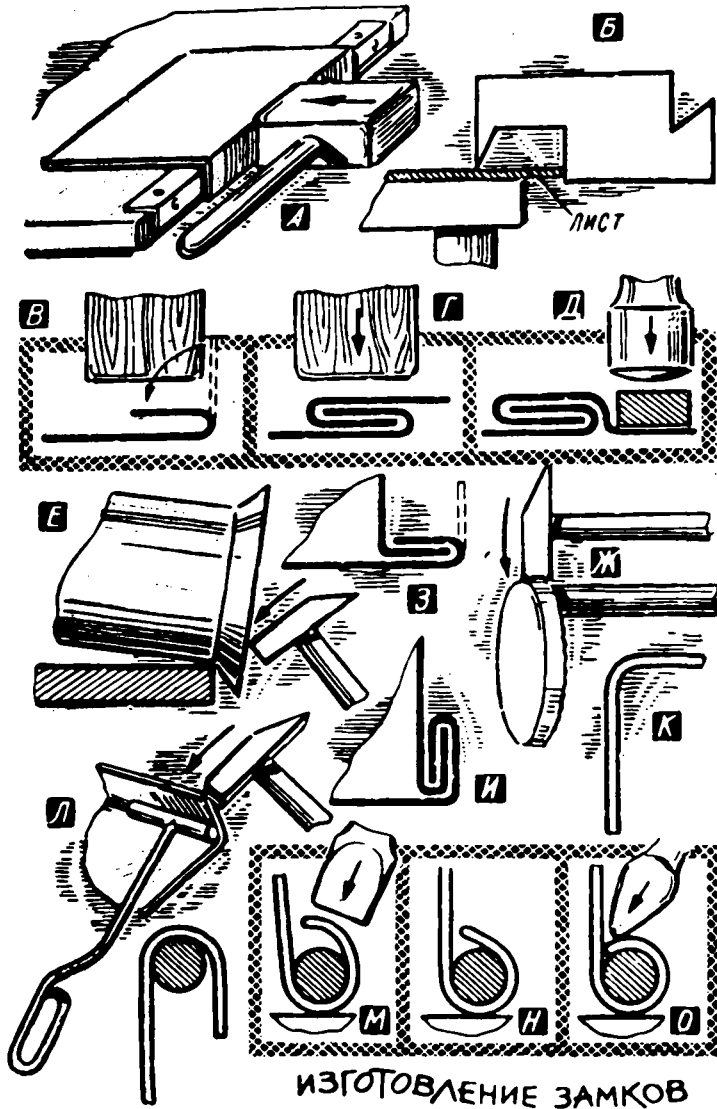


Рис. 28.

А — отбортовка краев; Б — рейсмус жестящика; В — заваливание фальца; Г — закладывание замка; Д — подсечка фальца; Е — отбивка фальца под дно; Ж — отбивка фальца на дне; З — забивка и уплотнение кромки; И — загибка и уплотнение одинарного углового загнутого замка; К — загиб кромки под проволочное кольцо; Л — проволочная оправка; М — осаживание проволочного кольца; Н — окончательная закатка проволочного кольца; О — правильно закатанное кольцо.

проволоки ведем киянкой на тупом крае лома (уголка). Этот процесс ничем не отличается от отбивки фальца для дна, кроме того, что изгиб кромки следует делать более плавным (рис. 28,К). После изгиба кромки на 90° дальнейшее

отгибание ее ведем с помощью проволочной оправки (рис. 28,Л). После того как фальц окажется отогнутым на 180°, вставляем в него подготовленное заранее проволочное кольцо и осаживаем фальц носком молотка (рис. 28,М), затем

плоскогубцами в нескольких местах прихватываем проволочное кольцо и киянкой закатываем края начерно (рис. 28,Н).

Предстоит завершающая операция — отделка закатки. Отделку ведем носком молотка так, чтобы кромки полностью обтянули проволочное кольцо (рис. 28,О); затем приклепываем проушины для ручки и ставим саму ручку.

Если нам потребуется для каких-либо целей изготовить двойной жестяничий замок, это уже не составит особого труда: достаточно изучить внимательно рис. 29.

Медничьи работы. Исторически медничьи работы появились на много веков раньше жестяничьих. Но здесь мы рассматриваем их не по времени появления, а по сложности. Жестяничьи работы в свое время «вышли» из медничьих, отделились от них в самостоятельный вид работ. Но сходства между ними все же осталось достаточно много. Поэтому ряд операций, рассмотренных нами выше, полностью относится и к медничьим работам, излагать их

выколоткой обязательно отжигаем (процесс отжига описан ниже, в гл. VII). Загнутую заготовку гофрируем (рис. 30,Б), применяя круглогубцы или специальную гофрилку (рис. 12,Б). Подготовленную таким образом заготовку подвергаем обработке, называемой посадкой гофров (рис. 30,В). Посадка гофров имеет свои тонкости. Во-первых, гофр надо стараться сделать широким и не очень высоким. Стойка, на которой совершается посадка, равно как и бойки молотков, не должна иметь царапин и забоин (вмятин), а сами молотки следует брать диаметром 60—80 мм.

Далее. Посадку гофра надо начинать с его вершины, ударяя то по одной, то по другой его стороне и передвигаясь постепенно к широкой его части, то есть к краю заготовки. Как только будет посажена $\frac{1}{3}$ длины гофра, переходим к посадке следующего. После посадки всех гофров на $\frac{1}{3}$ — не более! — начинаем осуществлять посадку каждого гофра на следующую треть и так далее, до полной посадки всех гофров.



заново мы не будем. Расскажем лишь о специфически медничьих работах.

К сугубо медничьим работам относится в первую очередь выколотка меди, в результате которой получают выпуклые детали всевозможных форм. Выколотку ведут двумя способами: на стойке (рис. 30) и по матрице (рис. 31).

Выколотку детали на стойке начинаем с изгибания края заготовки (рис. 30,А). Заготовку перед

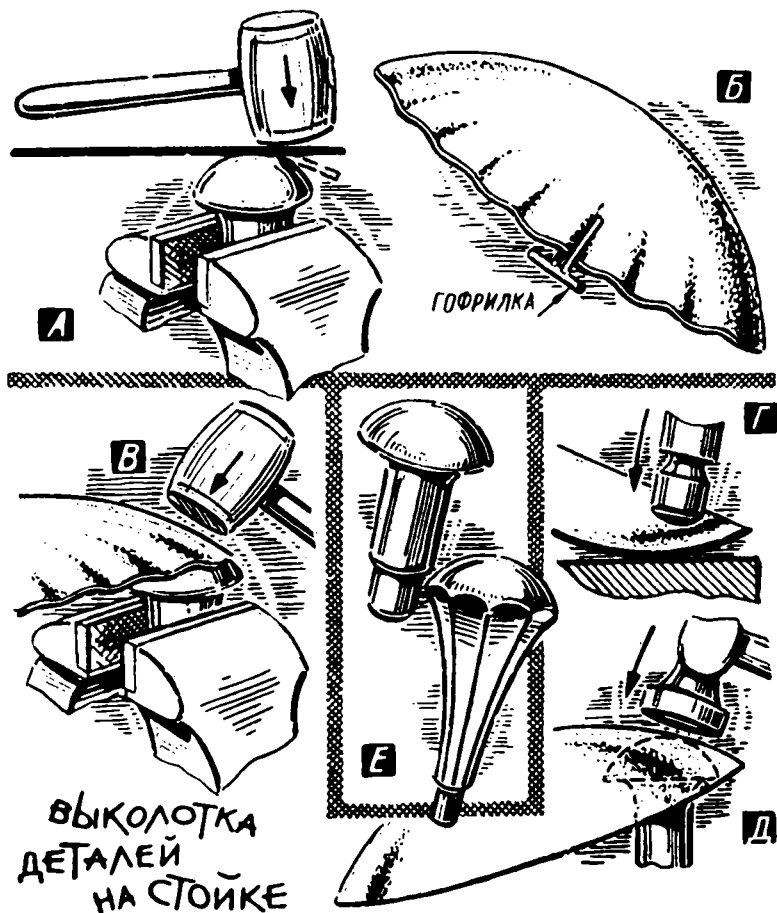


Рис. 30.

А — загиб края заготовки; Б — гофрирование; В — посадка гофра; Г — выколотка середины заготовки; Д — проглаживание готовой детали; Е — стойки.

После посадки гофров проводим выколотку середины заготовки (рис. 30,Г). Выколотку ведем деревянными молотками, имеющими сферический боек, на плоской плите или наковальне. Удары по заготовке наносим часто, но не особенно сильно. Бьем вначале в середину заготовки, затем удары распределяем по расходящейся к краям спирали.

После завершения первого цикла (гофрирование — посадка гофров — выколотка) операции повторяют второй, затем третий раз и так до тех пор, пока не будет по-

лучена нужная форма детали. После каждой операции выколотки следует заготовку отжигать. Отжиг снимает все напряжения в детали и делает металл пластичным после наклепа, образовавшегося при посадке гофров и выколотке.

Готовую деталь обрабатываем окончательно на стойке соответствующим по форме молотком с широким бойком. Этот заключительный процесс называют проглаживанием (рис. 30,Д).

Выколотка детали по матрице, или, как ее нередко называют,

болванке,— процесс более легкий и простой, чем выколотка на стойке, и им охотнее пользуются медники.

Вырезаем из дерева — с учетом размеров и формы будущей детали — соответствующую матрицу. Закрепляем на матрице отожженный медный (латунный) лист и деревянными фасонными молотками начинаем постепенную выколотку.

Выколотку по матрице начинаем вести от края заготовки по сходящейся спирали. Процесс выколотки должен быть постепенным, в несколько циклов. После черновой обработки детали проводим ее окончательную отделку (проглаживание) стальным молотком с широким бойком (рис. 31). После каждого цикла заготовку опускаем на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ общей глубины выколотки. Перед обработкой и после каждого цикла выколотки заготовку, естественно, отжигаем.

Помимо выколотки, медники пользуются для изготовления раз-

краю матрицы, прижимают с некоторым усилием к металлу и передвигают постепенно к центру заготовки. В результате этого в заготовке образуется лунка (рис. 32,В). Повторяя прием несколько раз, углубляют лунку так, чтобы заготовка выровнялась точно по матрице (рис. 32,Г). Деталь готова; у нее ровные края и гладкая поверхность.

Изделия сложной формы следует изготовлять по частям, подгоняя эти части друг к другу и спаивая их твердым припоем.

Медницкие работы включают в себя, кроме рассмотренных нами, еще и обработку трубок и проволоки. Такие операции в практике встречаются очень часто, в особенности гибка и развальцовывание трубок.

Гибку трубок на большом радиусе нетрудно осуществить без каких-либо специальных приспособлений. Если радиус изгиба невелик, их можно гнуть вручную. При гибке трубок сложной формы с достаточно большими радиуса-



ВЫКОЛОТКА ДЕТАЛИ ПО МАТРИЦЕ

личных деталей еще и способом холодной вытяжки детали на токарном станке. По этому способу на план-шайбу токарного станка устанавливают по ее центру известную нам матрицу. На матрице закрепляют отожженный лист металла (рис. 32,А) и включают токарный станок на самые малые обороты. Обработку заготовки ведут специальными давилками (рис. 32,Б). Давилку подводят к

Рис. 31.

А — установка листового металла; Б — обработка заготовки.

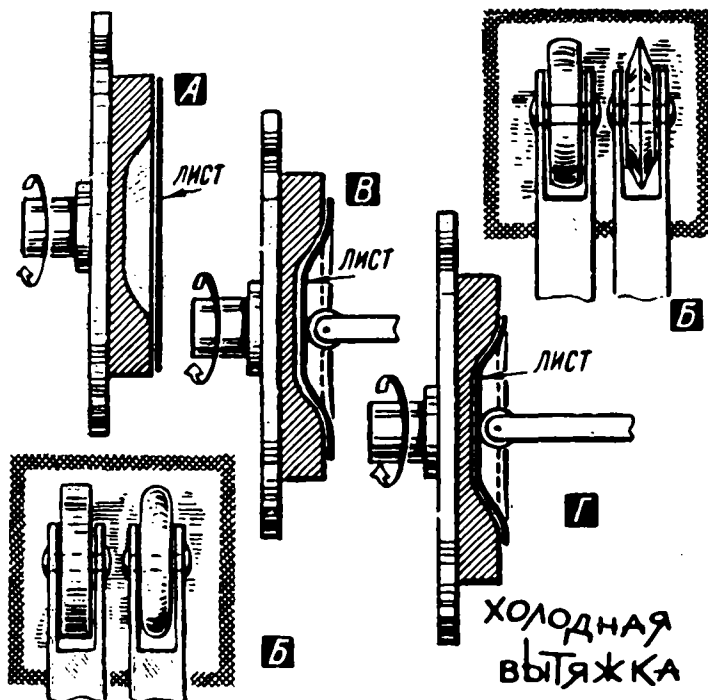


Рис. 32.

А — установка матрицы с заготовкой на план-шайбе; Б — давилки; В — первоначальная обработка; Г — окончательная обработка.

ми применяют деревянные шаблоны. Медные, латунные и дюралюминиевые трубки перед гибкой отжигают.

Толстые трубы гнут по кондукторам, закрепляя один конец в кондукторе и пользуясь другим концом трубы как рычагом. Если труба короткая, в нее вставляют металлический прут, удлиняющий плечо рычага.

При гибке трубок по небольшим радиусам в них возникают силы, которые способны сплющить трубку в месте изгиба. Чтобы этого избежать, набивают трубку сухим песком, крепко заколачивают с двух сторон деревянными пробками и гнут трубку по кондуктору. Таким способом можно гнуть даже и стальные трубки, если место изгиба раскалить на огне докрасна (разогрев придает стальной трубе

большую пластичность, и гнуть ее в горячем состоянии легче).

Иногда трубки гнут, заморозив в них предварительно воду.

Для гибки трубок по малому радиусу удобно пользоваться специальным приспособлением (рис. 33, А). Основу приспособления составляет ролик, выточенный на токарном станке. Он имеет выемку («ручей») полукруглой формы. Диаметр ручья d равен диаметру изгибаемой трубки. Малый диаметр ролика D равен диаметру окружности, по которой — как по кондуктору — будет изгибаться трубка. Ролик вместе с двумя четырехугольными накладками закрепляем болтом на верстаке и устанавливаем здесь же упор. Заводим трубку одним концом за упор, вставляем в ручей ролика и

изгибаем, нажимая на длинный конец трубы, как на рычаг. При-
способление недаром имеет на-
кладки: при гибке трубки они не
дают ей сплющиваться.

Фигурную гибку трубок можно
осуществить, используя несколько
закрепленных в определенном по-
рядке на верстаке кондукторов
(рис. 33,Б).

Развальцовку трубок произво-
дим так же, как и развальцовку
пистонов. Для развальцовки тол-
стых трубок, то есть больших по
диаметру, пригодны жестяничные

методы, сходные с отбортовкой и
гибкой фальца.

Резку трубок в домашних ус-
ловиях производят обычно ножов-
кой, используя деревянную оправ-
ку. Оправка (рис. 33,В) предстает
собой два буковых бруска с
общим отверстием для зажима-
ния трубки. Трубку режут так,
чтобы новые участки ее все время
попадали под ножовку. Это дости-
гается вращением трубки в оправ-
ке (рис. 33,Г).

Кроме трубок, в домашних ус-
ловиях нередко приходится стал-

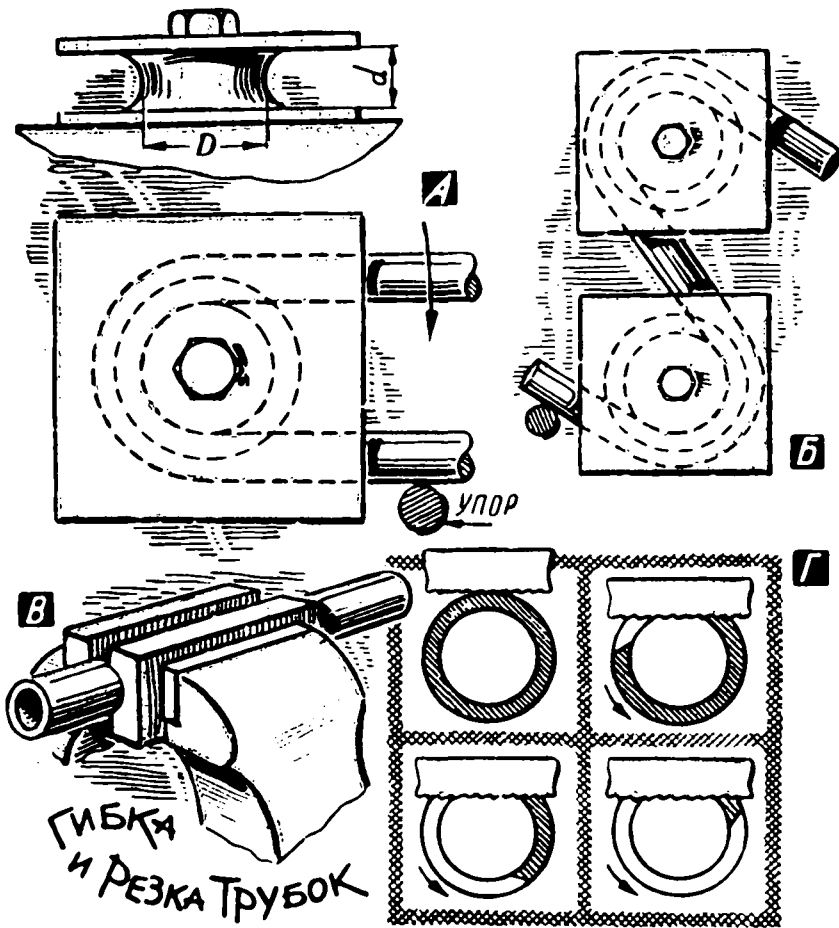


Рис. 33.

А — приспособление для гибки трубок; Б — фигурная гибка трубок; В — оправка
для резки трубок; Г — последовательность резки трубок.

киваться с необходимостью выполнить ту или иную обработку проволоки или пруткового материала.

Работа по гибке прутков мало чем отличается от гибки трубок, исключая разве что опасность расплющивания прутка: ее практически нет.

Если для работы нужен ровный пруток, его рихтуют (выпрямляют) на слесарной плите ударами молотка. Правильность рихтовки проверяют путем прикладывания прутка к плите: если между прутком и плитой нет зазоров — пруток отрихтован верно.

Рихтовку проволоки производят по-разному. Проволоку из мягких металлов протягивают с нажимом (натягом) по ребру доски. В другом случае ее протягивают через отверстие в доске, при этом проволока должна входить в отверстие под небольшим углом (рис. 34,А).

Проволоку из мягких металлов или даже из стали можно отрихтовать в приспособлении, имеющем набитые в определенном порядке гвозди (рис. 34,Б). Гвозди набиваем в два ряда так, чтобы протягиваемая между ними проволока «шла» с усилием. Для нормальной протяжки проволоки через это приспособление ее следует удерживать плоскогубцами.

Гибку проволоки осуществляем плоскогубцами, круглогубцами или другим подходящим инструментом. Если необходимо изогнуть проволоку по какому-либо рисунку, применяем кондукторы, подобные тем, что и при гибке трубок (см. рис. 33,Б). Вместо кондуктора можно использовать ряд набитых в доску по определенному контуру гвоздей.

В нашей практике часто приходится заниматься изготовлением пружин. Для навивки пружин удобно пользоваться несложным приспособлением: закладываем в губки тисков два деревянных бру-

сочка (буковых или дубовых), а между ними зажимаем проволоку, из которой делаем пружину. Навивку пружины ведем с помощью воротка. Вороток — это согнутый соответствующим образом пруток, имеющий на конце отверстие. Диаметр прутка должен быть немного меньше внутреннего диаметра будущей пружины. В отверстие воротка вставляем конец проволоки, зажатой между двух деревянных брусочков, и плавными поворотами воротка навиваем пружину (рис. 34,Г), следя за тем, чтобы проволока ложилась плотно, виток к витку, и чтобы натяжение проволоки было постоянным. Последнее условие выполнимо в том случае, если создавать постепенное увеличение затяжки брусочков в губках тисков.

Дальнейшую обработку пружин ведем в зависимости от их назначения. Если пружина будет работать на растяжение, отгибаем оба ее хвостовика (рис. 34,Д). Если же пружина будет работать на сжатие, растягиваем ее до нужного размера и шлифуем оба торца пружины в деревянном кондукторе (рис. 34,Е).

Разрубить пружину можно простым перекусыванием проволоки бокорезами или кусачками, но перекушенное таким образом место будет неровным, на нем появятся заусенцы. Лучше пружину рубить остро заточенным зубилом (рис. 34,Ж), при этом рубленые концы будут ровными и почти без заусенцев. Зубилом, например, рубят заводные кольца для спиннинговой рыболовной снасти. При изготовлении цепочек пружину разрезают уже упоминавшимися выше ножницами по металлу (рис. 34,З).

Для изготовления всевозможных фигурных цепочек, у которых звенья не круглые, а овальные, прямоугольные и т. д., пружину надо навивать профилированным воротком, то есть таким, у которо-

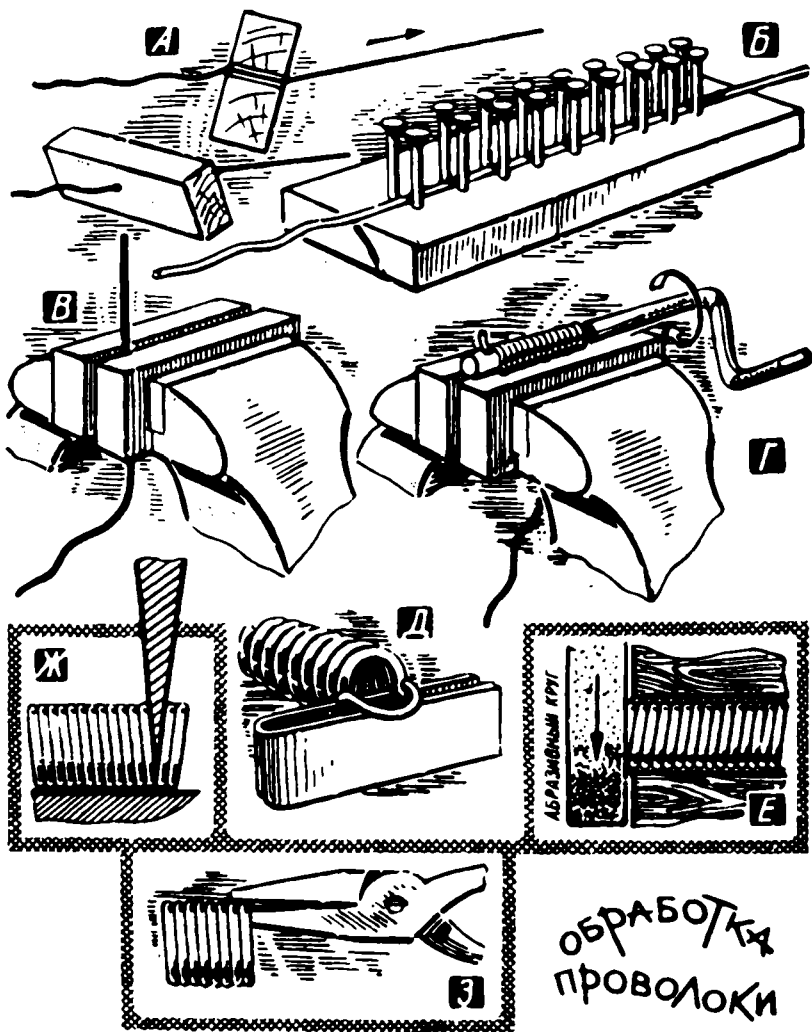


Рис. 34.

А — рихтовка мягкой проволоки; Б — рихтовка мягкой и жесткой (стальной) проволоки; Б' — приспособление для навивки пружин; Г — навивка пружины воротком; Д — отгибание хвостовика; Е — шлифовка торцов пружины; Ж — рубка пружины; З — резка колец для цепочек.

го стержень имеет овальную, прямоугольную и другую соответствующую форму.

Нередко в нашей практике встречается случай, когда нам необходимо получить из толстой проволоки более тонкую. Это достигается методом волочения. Овладев им, можно из любой толстой проволоки (медной, латунной, серебряной и т. п.) получить проволоку

практически любого меньшего диаметра.

Для волочения проволоки нужна волочильная доска. Волочильную доску (рис. 35, А) делаем из любой стали, способной закаливаться. В стальной полосе толщиной 3—4 мм сверлим ряд отверстий, диаметры которых отличаются друг от друга на 0,05 мм. Этот ряд отверстий можно получить

имеющимися в продаже сверлами, так как из сверл номинального диаметра, например 1,8 мм, вполне можно отобрать сверла с диаметрами 1,75, 1,80 и 1,85 мм.

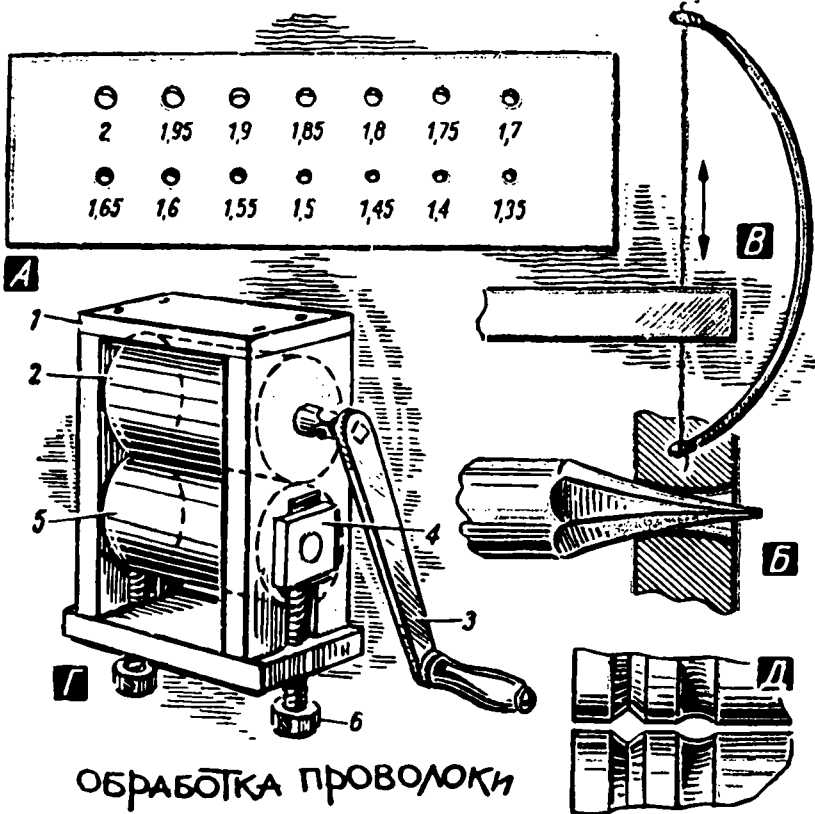
Каждое просверленное отверстие обрабатываем так, как показано на рис. 35,Б. Для подобной обработки необходим специальный инструмент. Его изготовляем из какого-либо негодного к работе инструмента (старого круглого надфиля, сломанного бура от зубной машины и т. п.), заточив конец так, как изображено на рис. 35,Б. Таким граненым инструментом каждое отверстие волоочильной доски обрабатываем с двух сторон.

Проводим перед закалкой окончательную обработку отверстий:

полируем их капроновой ниткой, смазанной пастой ГОИ. Для удобства полировки используем прутик или проволоку, согнутую лучком, на который натягиваем нить (рис. 35,В).

После отделки пастой всю волоочильную доску закаливаем и отпускаем при небольшой температуре (см. ниже гл. VII). Удаляем окалину с поверхности доски и вновь полируем отверстия ниткой и пастой ГОИ. Наносим химическим путем рядом с каждым отверстием значения диаметров.

Готовую доску зажимаем в тиски. Затачиваем конец проволоки напильником на длинный конус и начинаем «примерять» проволоку к отверстиям, поочередно просовы-



ОБРАБОТКА ПРОВОЛОКИ

Рис. 35.

А — волоочильная доска; Б — конфигурация отверстия; В — полировка отверстий; Г — прокатная машинка; Д — ручки на валах; 1 — рамка; 2 — первый валик; 3 — рукоятка; 4 — подшипник; 5 — второй валик; 6 — регулировочный винт.

вая ее в каждое. Наконец находим отверстие, через которое проволока не проходит. Просовываем ее конусообразный кончик в отверстие и, захватив его с противоположной стороны плоскогубцами, протягиваем проволоку через это отверстие полностью. Затем операцию повторяем, протягивая проволоку через следующее отверстие, меньшее по диаметру (меньше на 0,05 мм). Для лучшего протягивания проволоку смазываем густым маслом: тавот, вазелин технический, солидол и пр.

После протягивания через два три отверстия проволоку отжигаем для снятия возникших в ней напряжений и возвращения металлу присущей ему пластичности.

Порою требуется проволока не круглого сечения, а профилированная, например, чечевицеобразная, овальная и т. п. Вручную, с помощью молотка и наковальни, сделать этого нельзя. Но такую проволоку можно получить с помощью элементарной прокатной машинки (рис. 35,Г). Она представляет собой рамку из стальной полосы, стянутую винтами. В рамке укреплен валик 2, вращаемый с помощью рукоятки 3. В прорезях рамки могут перемещаться два подшипника 4, в которых закреплен второй валик 5. Он может подтягиваться к первому валу 2 с помощью регулировочных винтов 6. На валиках расположены ручки тех форм, которые надо получить при прокатке круглой проволоки. Они могут быть всевозможных форм (рис. 35,Д).

Рамку 1 и рукоятку 3 изготовляем из углеродистой стали обыкновенного качества. Оба валика делаем из стали марки 30 и выше, чтобы валики можно было закалить. Подшипники 4 вытачиваем из бронзы.

Прокатная машинка служит не только для придания соответствующего профиля проволоке, но и

для прокатывания тонких полосок из мягких металлов (медь, латунь, серебро и т. п.). Из этих полосок получают тонко раскатанные заготовки для различных поделок. Работать на прокатной машинке проще простого. Зажимаем машинку в тиски. Валик 5 подводим регулировочными винтами 6 к валу 2. Вставляем проволоку в соответствующий ручей — если это не проволока, а полоска металла, вставляем ее между плоскими частями валиков — и рукояткой 3 вращаем валик 2. Он захватывает металл, сжимает его и придает ему необходимую форму. Прокатку производим за несколько проходов проволоки по одному и тому же ручью, с каждым разом подводя валики все ближе друг к другу. При прокатке относительно толстых заготовок после двух-трех циклов заготовки отжигаем, чтобы снять внутренние напряжения в них. Если отжига не делать, то в дальнейшем прокатка заготовки затруднится. Заготовка может потрескаться или при изгибании даже сломаться.

§ 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОТДЕЛКА

После резки или рубки металла, равно как и после литья,ковки и т. п., деталь, полученная нами из заготовки, имеет отнюдь не привлекательный вид. Ее поверхность покрыта окалиной или ржавчиной, края недостаточно ровные — одним словом, у нас еще не деталь даже, а только черновой вариант детали, промежуточный фабрикат, нуждающийся в окончательной отделке.

Механическая отделка заготовки складывается из таких операций: снятие окалины (ржавчины), опилование по точным размерам, шабрение, доводка, шлифование и полирование поверхностей.

Небольшие налеты окислов и

ржавчины с поверхности заготовки снимаем металлическими щетками или абразивными шкурками. Толстые слои окалины обиваем медными молотками (медь на стальной заготовке не оставляет забоин) или снимаем их драчевыми напильниками. Наряду со снятием окалины происходит опилка заготовки.

Опиловка, опилование деталей ведется в тисках. Тиски располагаем на таком уровне, чтобы удобно было работать. Опиловку ведем вначале драчевым напильником, затем личным; при этом посто-

янно следует держать в памяти, что грубые, крупные по насечке, напильники снимают за один проход до 0,6 мм металла. Поэтому при опиловке деталь все время контролируем замерами углов, размеров и пр. Напильник во время работы следует держать под определенным углом (рис. 36, А).

Обработывая кромки листового металла, зажимаем лист в тиски так, чтобы кромка его как можно меньше высывалась из губок тисков. Если же при этом соблюдать все приводившиеся правила работы напильниками, то процесс

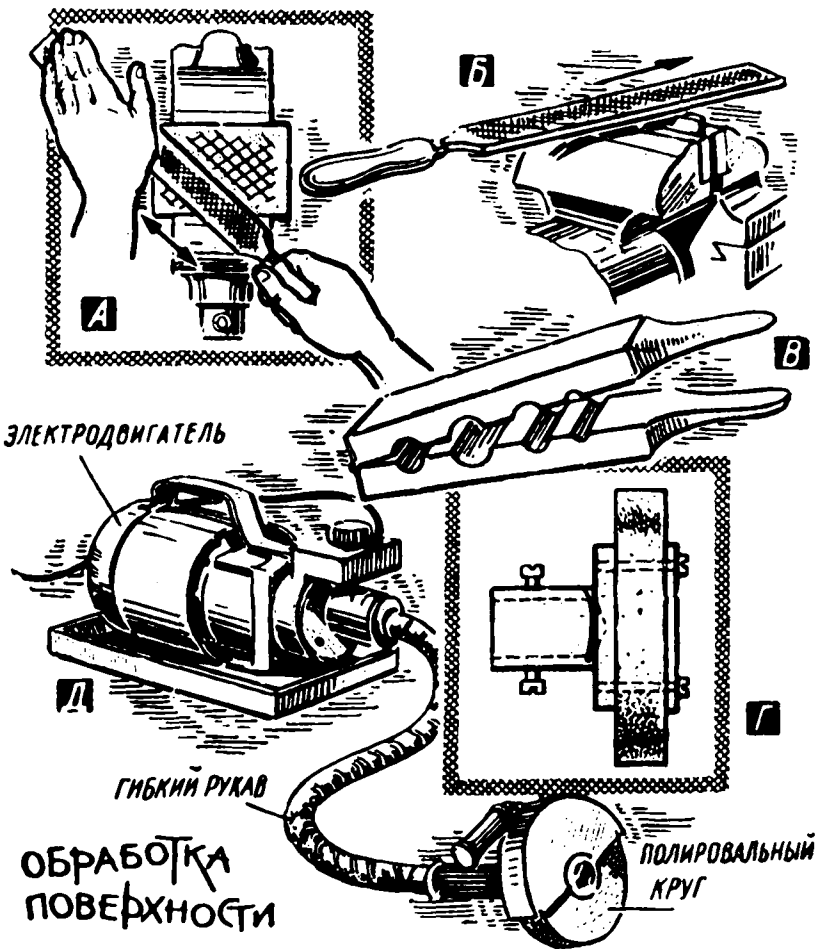


Рис. 36.

А — движение напильника при опиловке; Б — опиловка краев листового металла; В — приспособление для полировки осей; Г — войлочный круг; Д — гибкий рукав.

опиловки не представит затруднений, а точные размеры детали будут выдержаны нами в соответствии с первоначальным замыслом (рис. 36,Б).

Шлифование и полирование детали — окончательные отделочные операции металлообработки. Эти операции позволяют получить чистые, гладкие, почти зеркальные поверхности на деталях.

Шлифование детали проводим шлифовальными шкурками или порошками вручную, а если есть возможность — с помощью электрифицированного инструмента. При ручной шлифовке деталь кладем на верстак и обрабатываем поверхность шлифовальной шкуркой, обернутой вокруг мягкого деревянного бруска, например липового. Можно поступить иначе: закрепив шкурку на верстаке, круговыми движениями водить по ней деталь до получения требуемого результата.

При использовании шлифпорошков процесс лучше начинать с применения более грубого абразива, постепенно переходя к более тонким, вплоть до паст ГОИ. Шлифовку детали можно вести либо на специальной плите, открытой порошком, либо «деталь по детали», помещая между деталями слой шлифпорошка. Этот способ шлифования нередко называют притиркой деталей друг к другу; он позволяет получить поверхности высокого класса обработки.

Механизированное шлифование в домашних условиях осуществимо с помощью электродрели. Устанавливаем на дрель план-шайбу (рис. 32,А) с приклеенной к ней

шлифовальной шкуркой. Включив дрель на небольшую скорость, шлифуем деталь шкуркой. Точно так же проводим шлифовку различных осей, с той лишь разницей, что в патрон дрели зажимаем саму ось. Для шлифовки используем небольшое приспособление (рис. 36,В). Оно представляет собой две планки из твердых пород дерева, скрепленные с одного конца петлями. Между планками просверливаем отверстия нужных диаметров так, чтобы на каждую планку приходилось ровно по «половинке» отверстия. Обклеиваем отверстия кусочками шлифовальной шкурки. Включаем дрель с зажатой в ее патроне осью, захватываем вращающуюся ось планками, будто щипцами, чтобы ось «легла» в соответствующее отверстие, и шлифуем не торопясь. Вместо дрели вполне применим электродвигатель с насаженной на него цангой.

Закрепив в электродвигателе или дрели войлочный круг (рис. 36,Г), можно провести полирование детали для получения абсолютно чистых и ровных поверхностей. Полирование, по существу, ничем не отличается от шлифования, только вместо абразивных шкурок и порошков следует использовать полировальные пасты. Пасту наносят на вращающийся войлочный круг и, прижимая к нему деталь, за несколько циклов добиваются требуемого результата.

Для полирования или шлифовки больших поверхностей очень удобен электрифицированный инструмент с гибким рукавом (рис. 36,Д).

ПАЙКА МЕТАЛЛОВ

Наиболее простой способ создания неразъемных соединений в домашних условиях — это пайка, а при изготовлении герметичных конструкций — единственно пригодный для любителей.

Возможно, слова такого рода — «неразъемное соединение», «герметичная конструкция» — нагоняют на вас тоску. И правда, технический язык в душе восторга пробудить не может. Однако за скучными словами нужно уметь видеть реальные, осязаемые вещи, нужно учиться вникать в суть проблемы. Дело даже не в том, что у самих скучных или непонятных слов может быть на поверку увлекательная биография, хотя бы у того же «герметичного»: оно древнего происхождения и ведет свою родословную от бога Гермеса, в первоначальном толковании означало нечто «тайное, скрытое, мистическое». Дело в другом: за словами «неразъемный», «герметичный» и пр. стоят конкретные вещи и явления, простые и сложные, смешные и ужасные, увлекательные и заурядные.

Пайка металлов — это прежде всего дело, а никакое дело, творимое нашими руками, не может быть скучным, особенно если направлено оно на создание нужных и полезных вещей. Если у нас в доме вдруг потечет чайник, или ведро, или таз, потому что в нем появится дырка, — разве не интересно запаять эту пресловутую дырку. А такого рода интересных дел умельцу можно отыскать в доме сотни.

Сущность пайки состоит в том, что металлические детали соединяются в одно целое вплавлениям

в место стыковки деталей припоем. Он представляет собою чистый металл или сплав, температура плавления которого ниже, чем у любого из спаиваемых металлов. Расплавленный припой в момент пайки проникает в толщу состыкованных деталей и при застывании прочно их соединяет между собой. Перед пайкой поверхности деталей обрабатывают специальными веществами, называемыми флюсами. Флюсы бывают сухие, пастообразные и жидкие. Правильно подобранные для пайки флюс и припой — гарантия надежной работы паяного шва или соединения в целом.

§ 1. ФЛЮСЫ

В переводе с немецкого слово «флюс» означает «поток, течение». В русском языке эти материалы принято называть плавнями, потому что основное их назначение состоит в том, чтобы облегчить процесс пайки, сделать припой легкоплавким и текучим. Чем меньше зазор (щель) между спаиваемыми деталями, тем лучше происходит их соединение друг с другом; но в узкий зазор хуже затекает расплавленный припой. Флюсы облегчают растекание припоя по шву. Кроме того, флюсы — это химические реактивы, они способны растворять поверхностные пленки на деталях, обнажая чистый неокисленный металл. Удаляя с поверхности окисные пленки, флюсы способствуют лучшему сплавлению металлов друг с другом.

По химическому составу флюсы

бывают трех видов: коррозионные, слабокоррозионные и некоррозионные. Коррозионные флюсы, если их не удалить из зоны шва сразу же после пайки, могут причинить вред паяному шву и понизить стойкость металла к коррозии. Слабокоррозионные флюсы менее опасны, но остатки их также следует удалять из шва после пайки. Некоррозионные флюсы, как говорит само их название, угрозы паяному шву не создают ни во время пайки, ни после нее. Эти флюсы обычно используют для пайки медных деталей в электро- и радиотехнических приборах. В основе некоррозионных флюсов лежит канифоль (колофонская смола древних греков). Приводим составы наиболее употребительных некоррозионных флюсов (все исходные вещества даны в %):

1. Канифоль	100
2. Канифоль	30
Спирт этиловый	70
3. Канифоль	40
Бензин	50
Керосин	10

Медь и ее сплавы можно паять и с помощью слабокоррозионных флюсов, называемых в обиходе паяльными лаками (ЛТИ-1, ЛТИ-115, ЛТИ-120). Эти лаки очень удобны в пользовании, они жидкие, и наносят их на детали кисточкой. Помимо меди, паяльные лаки пригодны для пайки стали, оцинкованных изделий и пр. Особенно хорош лак ЛТИ-120: если все перечисленные лаки требуют при работе с ними вентиляции воздуха, то лак ЛТИ-120 воздух почти не загрязняет. Приводим состав лака ЛТИ-120 (в %):

Канифоль	24
Спирт этиловый	70
Диэтиламин солянокислый	4
Триэтианоламин	2

Все слабокоррозионные паяльные лаки применимы лишь с теми припоями, температура плавления которых не превышает 350°C. Кроме указанных лаков, при пайке можно использовать и самодельный пастообразный флюс, по своим качествам не уступающий лаку ЛТИ-120. Флюс готовим из 60-процентного хозяйственного мыла: измельчаем мыло на терке и стружку развариваем в воде на малом огне, причем воды по весу берем в 2—3 раза больше, чем мыла. В неостывший готовый раствор мыла небольшими порциями вливаем, непрерывно помешивая массу, большие количества слабого раствора (10—15%) соляной кислоты с некоторым избытком (избыточность кислоты проверяем по лакмусовой бумажке: опущенная в получившийся раствор, она должна покраснеть). В результате реакции на поверхность раствора всплывают жирные кислоты. Как только реакция завершится, начинаем вливать в раствор холодную воду и льем ее до тех пор, пока жирные кислоты не затвердеют. Твердые кусочки собираем ложкой с поверхности раствора, помещаем в чистую эмалированную посуду и заливаем для промывки кипятком, потом вновь охлаждаем. Слив загрязненную воду, повторяем промывку еще 3—4 раза.

Расплавляем в банке канифоль и добавляем в расплав равное по весу количество чистых жирных кислот. Энергично перемешиваем горячую массу до тех пор, пока она не остынет. В результате получаем пастообразный паяльный флюс. Непосредственно перед пайкой наносим его на поверхность спаиваемых деталей лопаточкой или кистью с жестким и коротким ворсом. Эта паста также пригодна для работы с припоями, температуры плавления которых не выше 350°C.

Пайку алюминия или его спла-

вов проводим легкоплавкими или тугоплавкими припоями. Если температура плавления припоев не превышает 300—350°C, используем флюсы на основе триэтаноламина (все вещества даны в %):

1. Триэтаноламин 82
- Аммоний хлористый 10
- Двухлористое олово 8
2. Триэтаноламин 1,5
- Салициловая кислота 4
- Спирт этиловый 94,5

Все коррозионные, или, по-другому, активные, флюсы имеют в своем составе хлористый цинк (в рецептах, приводимых ниже, состав дается в процентах. Температура плавления применяемых с этими флюсами припоев указана в скобках). Активные флюсы пригодны для широкого ряда металлов: с ними проводят пайку и лужение сталей, меди и медных сплавов, свинца, никеля, серебра и т. д.

1. Цинк хлористый 40
- Вода 60
(350°)
2. Цинк хлористый 10—50
- Аммоний хлористый 90—50
(500°)
3. Цинк хлористый 70
- Натрий хлористый 15
- Аммоний хлористый 15
(400°)

Чистый хлористый цинк пригоден для пайки нержавеющей сталей припоями с температурой плавления выше 350°C. Для пайки различных металлов тугоплавкими припоями применяют широко флюсы на основе прокаленной буры (табл. 5).

Для тугоплавких серебряных припоев используют активные флюсы следующего состава (исходные вещества даны в %):

1. Кальций хлористый 72
- Натрий хлористый 28
2. Бура 80
- Кислота борная 20

Если в продаже не нашлось готовых флюсов, их следует приготовить самим. Паяльные лаки и флюсы на основе канифоли готовим так: нагреваем в водяной бане жидкие компоненты до 70—90°C и подсыпаем в раствор мелко истолченную канифоль, но не сразу, а небольшими порциями. Каждую следующую порцию не используем до тех пор, пока не растворилась полностью предыдущая порция. Флюсы, приводимые в табл. 5, готовим простым смешиванием указанных компонентов. Следите за тем, чтобы компоненты были сухими и тонко измельченными.

Таблица 5

Компоненты флюса	Состав флюса, %	Применение
Бура	100	Пайка медно-цинковыми припоями углеродистых сталей, меди, чугуна
Бура Кислота борная	80 20	Пайка припоями на основе меди, малоуглеродистых сталей и медных сплавов
Бура Кислота борная Кальций хлористый	58 40 2	Пайка медными припоями латуни и меди, а также медных сплавов

В рецептах многих флюсов указана бура. Она несколько отличается от той, которая имеется в продаже: флюсы следует готовить на основе прокаленной (обезвоженной) буры, а обычная бура содержит много кристаллизационной влаги. Эту влагу изгнать довольно таки просто: кладем в тигель определенное количество обыкновенной буры и нагреваем на огне до полного ее расплавления. После остывания получившуюся стеклообразную массу размельчаем в порошок; это и есть необходимая нам обезвоженная бура; ее нередко называют также ювелирной.

Флюсы нужно хранить в плотно закрытых банках или бутылках, в особенности те, которые составлены на основе ювелирной буры.

§ 2. ПРИПОИ

Оловянно-свинцовые припои являются самыми распространенными на практике (ПОС-90, ПОС-61, ПОС-50, ПОС-40, ПОС-30, ПОС-18), причем среди них наиболее пригодными для любительской работы следует считать:

— ПОС-61 (температура плавления 185°C) — для пайки ответственных швов, где не должно быть окисления, в том числе для пайки электро- и радиоустройств;

— ПОС-30 (температура плавления 256°C) — для получения надежных герметичных швов;

— ПОС-18 (температура плав-

ления 277°C) — для выравнивания вмятин на металлических поверхностях.

В марке припоев ПОС цифры показывают содержание олова в целых процентах.

Для пайки алюминия или его сплавов применяют легкоплавкие припои:

Припой П200А (температура плавления — 200°)

Олово 90%

Цинк 10%

Припой 250А (температура плавления — 280°)

Олово 80%

Цинк 20%

В тех случаях, когда необходима пониженная температура пайки (например, при пайке выводов транзисторов и полупроводниковых диодов), применяют особо легкоплавкие припои (табл. 6).

Для пайки стали, меди и медных сплавов в любительских условиях в качестве тугоплавких припоев применяют фосфористую медь марок МФ-1, МФ-2 и МФ-3. Температура плавления меди, содержащей фосфор, лежит в пределах 800—850°C.

Пайку латуни и других медных сплавов ведут стандартными медно-цинковыми припоями (табл. 7). Цифры в марке этих припоев показывают процентное содержание меди, остальное — цинк.

Наиболее пригодны для пайки почти всех металлов, за исключением алюминиевых и магниевых сплавов, тугоплавкие серебряные

Таблица 6

Компоненты, %				Температура плавления, °С
висмут	свинец	олово	№ сплава	
50	40	10	1	100
50	31,25	18,75	2	96
45,3	45,1	9,6	3	79

Таблица 7

Марка припоя	Температура плавления, °С	Применение
ПМЦ36	825	Пайка неответственных деталей из латуни Л62
ПМЦ48	865	Пайка неответственных деталей из медных сплавов
ПМЦ54	880	То же

припой. Единственный их серьезный недостаток — высокая стоимость. Они обладают высокой коррозионной стойкостью, прочностью и электропроводностью, в отличие от стоимости — это положительные свойства. Кроме того, серебряные припои имеют повышенную текучесть в расплавленном состоянии, поэтому хорошо заполняют все швы. Соединения, выполненные с помощью серебряных припоев, отлично сопротивляются ударным и вибрационным нагрузкам и выдерживают большие деформации без разрушения шва. Широкое применение в практике получили следующие серебряные припои:

ПСр70 (температура плавления — 755°С), ПСр50 (850°С),

гоплавкими припоями следующего состава (табл. 8). Если не удастся отыскать готовый припой, можно приготовить каждый из указанных припоев и в домашних условиях, сплавляя друг с другом все составные компоненты припоя. Сплавление надо начинать с того компонента, у которого наибольшая тугоплавкость.

Массивные, громоздкие металлические детали паяем с помощью паяльной пасты следующего состава: припой ПОС-30 в порошкообразном состоянии — 54 г, флюс ЛТИ-120 — 1 г, канифоль — 1,4 г, вазелин технический — 31 г. Тщательно перемешиваем все компоненты друг с другом в разогретом состоянии и добавляем к ним порошкообразный припой. Получен-

Таблица 8

Марка припоя	Компоненты, %				Температура плавления, °С
	алюминий	медь	кремний	олово	
34А	66,0	28,0	6,0	—	525
П550А	65,5	27,0	7,5	—	550
В62	71,0	20,0	4,0	5,0	500

ПСр45 (725°С), ПСр40 (605°С), ПСр25 (775°С). Цифры в марках припоя указывают на процентное содержание серебра.

Алюминий и его различные сплавы рекомендуется паять ту-

ной пастой промазываем место спайки деталей — перед смазкой детали следует хорошенько зачистить, — сжимаем детали струбциной и нагреваем их до 260°С. После охлаждения снимаем струбцину — пайка готова.

§ 3. ПАЙКА МЯГКИМИ ПРИПОЯМИ

В соответствующем месте мы уже говорили о том, что основным инструментом при пайке деталей мягкими припоями служит электрический паяльник. Детали перед пайкой тщательно очищают и обезжиривают каким-нибудь растворителем (уайт-спирит, бензин Б-70, ацетон), но не целиком, а лишь в местах, подвергаемых спайке. Очищенные места смазывают флюсом и залуживают (покрывают оловом). Затем детали прикладывают друг к другу надлежащим образом, фиксируют или стягивают зажимами в этом положении и прогревают шов паяльником. Прогрев шва считается достаточным в том случае, когда припой, расплавившись, частично вытекает из зазора. После этого детали охлаждают на воздухе, и пайку можно считать законченной.

Тип шва выбирают перед пайкой в зависимости от назначения

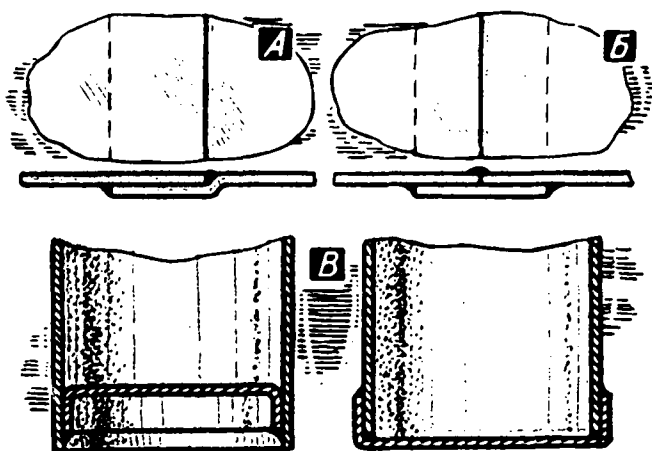
конструкции. Там, где необходимо обеспечить прочность соединения, детали паяют швом внахлестку (рис. 37,А). Если же соединению, кроме прочности, хотят придать хороший внешний вид, применяют шов встык с накладкой (рис. 37,Б).

При изготовлении различных емкостей, бачков, заглушек и т. п. следует применять определенные типы паяных швов (рис. 37,В).

§ 4. ПАЙКА ТВЕРДЫМИ ПРИПОЯМИ

Пайку небольших деталей тугоплавкими (твердыми) припоями ведем с помощью фехки (см. рис. 14,В), в особенности если пайке подвергаем проволоку, ювелирные изделия и т. д. Во всех других случаях обычным инструментом служат горелки.

Швы, которые применяют в этом случае, такие же, как и в предыдущем параграфе (рис. 37,А,Б,В). Кроме того, твердыми припоями можно паять детали встык без накладки. Но сам про-



СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ПАЙКЕ

Рис. 37.

А — паяный шов внахлестку; Б — шов встык с накладкой; В — паяные соединения бачков и заглушек.

цесс пайки происходит немного иначе.

Перед пайкой следует точно подогнать детали друг к другу: зазор в районе будущего шва не должен превышать 0,1 мм. Эту подгонку завершаем очисткой и обезжириванием деталей в зоне пайки. Затем детали прочно закрепляем вместе в том виде, как это требуется, используя проволочные бандажы, струбины, захваты и пр. Скрепленные детали подогреваем; такой подогрев облегчает в целом пайку. Берем припой в виде проволоки или полоски, по длине равный длине шва, нагреваем слегка и опускаем во флюс. Проволочка обволакивается флюсом. Получившийся «бутерброд» флюса и припоя переносим в зону шва и укладываем ровно над зазором. От разогретых деталей флюс плавится и затекает во все щели шва. Не дожидаясь, пока закончится рас-

текание флюса, начинаем греть шов горелкой до тех пор, покуда не начнется плавление припоя. Расплавленный припой равномерно затекает в шов, и как только он заполнит весь зазор, нагрев детали прекращаем. Даем возможность спаянным деталям остыть на воздухе до 250—300°C, после чего опускаем их (ни в коем случае не голыми руками!) в холодную воду. Вода сама по себе очистит паяный шов от окалины и остатков флюса, а нам останется лишь протереть детали насухо.

Длинные швы паяем точно так же, но не сразу, а по участкам. При этом надо следить за тем, чтобы участки слегка находили друг на друга, иначе говоря, чтобы не оставалось пропусков. Шов должен быть непрерывным, тогда он обеспечит конструкции и прочность, и герметичность.

По-французски слово «декоратив» означает «украшающий» и происходит оно, в свою очередь, от латинского «декораре» — «украшать». Поверхность металла можно декорировать различными способами; наиболее просто сделать это, покрыв ее обычными красками. Хотя технология правильной окраски металлов не так уж и проста, тем не менее она вполне доступна каждому, поэтому в нашей книге не рассматривается: ее можно освоить и самим, без особой подсказки. Гораздо сложнее осуществить покрытие металлических поверхностей химическим путем. Но именно такое покрытие (никелем, хромом, серебром, медью и т. д.) представляет большой интерес для любителей, так как, помимо высоких декоративных свойств, оно обладает еще и противокоррозионными свойствами, защищая металл от ржавчины и потускнения. А в некоторых случаях (например, при никелировании) оно пригодно даже для ремонта изношенных деталей: шеек осей, валиков, подшипников и т. п.

§ 1. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОД ПОКРЫТИЕ

Подготовка поверхности сильно влияет на качество декоративного покрытия. Если поверхность подготовлена нами недостаточно хорошо, трудно получить на ней красивое и прочное покрытие. Поверхность детали, на которую мы собираемся нанести покрытие, должна быть предельно чистым тщательным образом отполирована и обезжирена. Кроме того, нередко приходится ее декапи-

ровать, а в отдельных случаях и пассивировать. В этом и состоит сущность подготовки поверхности.

Обезжиривание. Деталь, находясь на воздухе, неизбежно покрывается небольшим слоем жировых загрязнений. Если же ее трогают руками — а при обработке это, конечно, неизбежно, — то даже на самой блестящей, самой полированной поверхности отлагается слой жира. Этот слой препятствует нанесению покрытия, и его следует удалять.

Металлическую поверхность обезжиривают с помощью органических растворителей: ацетона, бензина Б-70, уайт-спирита, трихлорэтилена, дихлорэтана и т. д. Растворителем смачивают ватный тампон или кусок ветоши и протирают ими поверхность до тех пор, пока на тампоне не перестанет отлагаться грязь.

Иногда этих растворителей для обезжиривания бывает недостаточно, поскольку ряд декоративных покрытий требует более тщательной очистки поверхности. В этом случае используют химическое обезжиривание в специально приготовленных растворах.

Полное обезжиривание стальных деталей осуществляют в растворе такого состава (все исходные вещества указаны в граммах на 1 л чистой воды):

1. Сода кальцинированная 20
- Хромпик 1
- Температура 80—90°C
- Время обработки — от 10 до 20 мин.
2. Сода кальцинированная 5—10
- Тринатрийфосфат 5—10
- Препарат ОП-7 3
- Температура 60—80°C
- Время обработки — от 5 до 10 мин.

Процесс обезжиривания проводим в эмалированной посуде: наливаем в нее готовый раствор, ставим на малый огонь и нагреваем до необходимой температуры, после чего помещаем в раствор деталь. Во время обработки раствор помешиваем.

Для обезжиривания деталей из меди или медных сплавов применяем такой раствор (вещества указаны в граммах на 1 л):

Едкий натр (или едкий калий) . . . 75
 Жидкое стекло (силикатный клей) . . 20
 Температура 80—90°С
 Время обезжиривания — от 40 до 60 мин.

Кроме того, медь и медные сплавы можно обезжиривать гашеной известью, натерев 2—3 раза ею требующие очистки детали.

В состав раствора для обезжиривания алюминиевых деталей или деталей из его сплавов входят следующие вещества, взятые в граммах на 1 л:

Сода кальцинированная 50—60
 Тринатрийфосфат 50—60
 Жидкое стекло 20—30
 Температура 50—60°С
 Время обработки — от 3 до 5 мин.

Процесс обезжиривания меди, алюминия и их сплавов ведется так же, как и обезжиривание стали (см. выше).

Декапирование. Французское «декапэр» означает «очищать металл», следовательно, и этот процесс, как и обезжиривание, необходимо проводить перед нанесением покрытия на металл. Поверхность металла в обычных условиях всегда покрыта тонкой пленкой окислов, препятствующих хорошему сцеплению декоративного слоя с металлом. Окисную пленку нельзя удалить растворителем, поэтому сразу же после обезжиривания поверхности металл обра-

батывают декапирующим раствором. Напомним, что раствор всегда готовят на чистой воде, за исключением отдельно оговариваемых случаев, когда вместо воды берут какую-либо другую жидкость. Объем воды должен составлять один литр, если же указывается процентное содержание растворенных в ней веществ — 1 кг.

Стали всех марок декапируют в одном из приводимых ниже растворов (исходные вещества следует брать в граммах на литр):

1. Серная кислота 30—50
 Время обработки — 20—60 сек.
 2. Соляная кислота 25—45
 Время обработки — 15—40 сек.

Медь и ее сплавы хорошо декапируются в 5-процентном растворе серной кислоты в течение 20—60 сек.

Для осветления (декапирования) алюминия или его сплавов употребляют 10—15-процентный раствор азотной кислоты, обрабатывая в нем детали в течение 5—15 сек.

Пассивирование. Основу этого слова составляет латинское «пассивус», что означает «недеятельный, инертный». С помощью пассивирования металл прекращает окисляться и его поверхность длительное время пассивна, то есть свободна от окисной пленки. Пассивированные поверхности длительно сохраняют присущий металлам блеск, а если на них нанести покрытие, хотя бы из обычной краски, долговечность покрытия возрастает. Таким образом, пассивирование следует считать завершающим процессом при подготовке металлических поверхностей под декоративные покрытия.

Черные металлы пассивируют в хроматном или азотирующем растворе (исходные вещества берем в г/л):

1. Хроматный раствор — хромовая кислота 50
Время обработки — от 10 до 20 мин. при температуре 75°C
2. Азотирующий раствор — нитрит натрия 20—100
Время обработки — от 15 до 20 мин. при температуре 30—40°C

Азотирующий раствор для пассивирования стали следует считать более предпочтительным.

Пассивирующий раствор для обработки меди и ее сплавов имеет такой состав (все вещества в г/л);

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| Хромпик калиевый | 100 |
| Серная кислота | 15 |
| Температура — 45°C | |
| Время обработки — от 5 до 10 мин. | |

Алюминий и его сплавы пассивируют в двух растворах по выбору (вещества брать в г/л):

1. Ортофосфорная кислота 300
Хромовый ангидрид 15
Время обработки — от 1 до 5 мин.
2. Хромпик калиевый 200
Время обработки — от 5 до 10 мин.

Для пассивирования силуминовых сплавов в раствор № 2 добавляют 2 мл/л плавиковой кислоты.

Серебряные детали пассивируют в горячем 5-процентном растворе хромпика в течение 20 мин.

§ 2. ПОКРЫТИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСАЖДЕННЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПЛЕНКАМИ

Гальванические методы нанесения покрытий на металлы известны еще с прошлого века; они были открыты русским ученым

Б. С. Якоби и получили широкое применение в различных отраслях техники. Но использовать гальваностегию в домашних условиях чрезвычайно затруднительно, да и опасно. Мы рекомендуем наносить декоративные покрытия на металлы химическим путем, — это менее сложно, нет нужды в громоздкой и дорогостоящей аппаратуре, опасности меньше. Разумеется, химическое осаждение металлов не является безобидным процессом и требует соблюдения определенных правил и осторожного обращения с некоторыми химическими реактивами. Следует избегать попадания реактивов на кожу, в глаза, в пищевую посуду и в продукты. Как правило, процесс осаждения ведут в эмалированной посуде (миске, кастрюле, кювете), не имеющей царапин. Подогрев осуществляют на малом огне газовой плиты (примуса, керосинки и пр.). Детали опускают в раствор на специальных подвесках. После работы использованную посуду тщательно моют, потом горячей водой и мылом отмывают руки.

Если требуется нанести покрытие на внутреннюю поверхность трубки, ее помещают в кювету с горячей водой и понемногу через трубку пропускают рабочий (осаждающий) раствор (рис. 38). Температура воды в кювете должна быть на 5—10° выше, чем это указано в каждом конкретном рецепте.

Никелирование. Для нанесения на металлическую поверхность декоративного слоя никеля используют кислотные (имеющие в основе серноокислый никель) и щелочные (в основе которых — хлористый никель) растворы. Твердость никелевого покрытия, полученного в кислотном растворе, обычно немного выше, чем покрытия из щелочного раствора. То же можно сказать и о коррозионной стойкости.

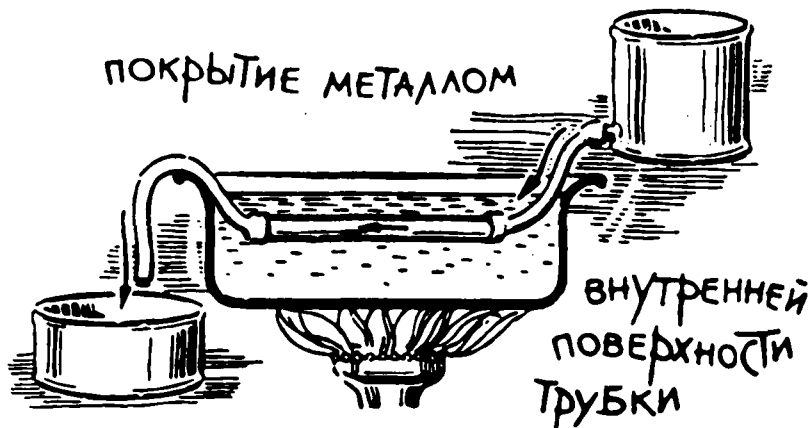


Рис. 38.

Никелирование сталей проводят в одном из следующих растворов (вещества указаны в г/л):

1. Серноокислый никель	20
Уксуснокислый натрий	8
Гипофосфит натрия	20
2. Хлористый никель	45
Лимоннокислый натрий	45
Гипофосфит натрия	20
Хлористый аммоний	40

Температура каждого раствора — 90—92°C, а скорость осаждения — до 15 мкм/ч¹.

Этими же растворами можно никелировать медь со всеми ее сплавами, но неплохие результаты даст использование еще и такого раствора (все в г/л):

Хлористый никель	45
Лимоннокислый натрий	45
Хлористый аммоний	50
Гипофосфит натрия	15
Температура — от 80 до 88°C	
Скорость осаждения — до 10 мкм/ч.	

При подготовке растворов, а также в процессе нанесения по-

¹ Скорость осаждения указывает, сколько металла осадет за один час на поверхности детали (в данном случае — 15 микрометров, то есть 15 тысячных мм — мкм).

крытия следует соблюдать определенные правила, а именно: растворять компоненты растворов нужно в теплой воде, за исключением гипофосфита натрия. Полученный раствор фильтруют, нагревают до рабочей температуры и лишь после этого растворяют в нем гипофосфит натрия. Как только гипофосфит растворится, сразу же опускают в раствор заранее подготовленную (отполированную, обезжиренную и декапированную) деталь. Запомним, что раствор нельзя нагревать выше той температуры, которая указана в рецепте, в особенности же щелочной раствор, иначе произойдет мгновенное выпадение никеля в осадок, сопровождающееся его расплескиванием. Кроме того, детали из меди или медных сплавов следует завешивать в раствор на алюминиевой или стальной проволоке, иначе процесс осаждения никеля не пойдет. Покрытые никелем детали осторожно промывают и подвергают термической обработке (см. ниже).

Никелирование деталей из алюминия или его сплавов идет немного сложнее: детали вначале покрывают цинком. Это делают

так: в течение 2—3 мин. деталь травят в 15-процентном растворе едкого натра при температуре 60—70°C, затем декапируют в 15—20-процентном растворе азотной кислоты в течение 5—15 сек., промывают чистой водой и сразу же опускают в раствор для цинкования на 30—40 сек. Раствор имеет в расчете на 1 л воды 40—50 г окиси цинка и 120—140 г едкого натра.

Можно оцинковать алюминий и по-другому: растворить отдельно в двух порциях воды, содержащих по 0,5 л каждая, 40 г серно-кислого цинка и 120 г едкого натра, затем растворы смешать и в получившуюся смесь на 1,5—2,0 мин. погрузить детали, прошедшие всю предварительную обработку. Покрытая слоем цинка деталь должна иметь однотонную голубоватую поверхность без каких-либо пятен. Эту деталь на 10—15 сек. опускаем в 15-процентный раствор азотной кислоты, промываем холодной водой и вновь покрываем цинком, сокращая время цинкования в два раза. Затем деталь промываем в теплой и холодной водах и тут же помещаем в раствор для никелирования, — в такой же, как для никелирования стали, либо приготовленный специально для алюминия (все в г/л):

Хлористый никель	21
Уксуснокислый натрий	10
Гипофосфит натрия	24
Температура обработки — 90°C	
Скорость осаждения — до 25 мкм/ч.	

Слой никеля, осажденный описанным путем на стали, меди, алюминии или их сплавах, слабо скреплен с основным металлом. Для лучшего «схватывания» покрытия с деталью производим термическую обработку; если же покрытие выполняет чисто декоративные функции, то есть деталь

не работает на истирание, — термическую обработку можно опустить.

Никелированную стальную деталь нагреваем до 400—500°C и выдерживаем при этой температуре в течение 1,0—1,5 часа. Правда уже при нагреве детали до 380°C слой никеля на воздухе начнет покрываться цветами побежалости, в диапазоне от золотисто-желтых до фиолетовых. Если такое расцвечивание никеля нам ни к чему, деталь нагреваем только до 250—350°C, но время термообработки увеличиваем до 2,0—2,5 часа.

Однако это еще не все. Любое металлическое покрытие, полученное путем химического осаждения, имеет пористую — незаметную для глаза, впрочем, — структуру. На открытом воздухе эта пористость приводит к быстрому разрушению покрытия. Пористость можно снизить, если покрытие наносить в несколько слоев; особенно успешно снижение пористости происходит при нанесении нескольких слоев покрытия из разных металлов (например, медь — никель — хром).

Можно степень пористости не снижать, а попытаться закрыть поры. Для этого следует поверхность детали протереть пастой из окиси магния и воды. Через 2—3 мин. излишки пасты удаляют, а деталь на две минуты опускают в 50-процентный раствор соляной кислоты. Но более эффективен второй метод. Суть его состоит в том, что никелированную деталь сразу после термообработки охлаждают до 100—150°C и опускают в старый, долго стоявший рыбий жир, имеющий температуру 80—100°C. Деталь выдерживают в рыбьем жире 1—2 часа, после чего излишки жира удаляют тряпкой. Пропитанной жиром детали дают полежать в теплом месте 10—12 суток — и деталь пригодна для работы даже в морской воде.

Серебрение. Светлые металлы — латунь, мельхиор и пр. — серебруют в чисто декоративных целях. Радиолюбители часто серебруют медь, если им бывает нужен посеребренный провод для катушек индуктивности. Вообще же серебрение темных металлов — меди, стали и др. — требует нанесения более толстых слоев покрытия.

Простое серебрение осуществляют при помощи старого, отработанного фотографического закрепителя (фиксажа). В фиксаж добавляют 25-процентный аммиак и технический формалин (2—3 мл аммиака и 5—6 капель формалина на 500 мл закрепителя), завешивают в раствор деталь на цинковой подвеске и серебруют ее два часа.

Деталь с большой поверхностью, которую нельзя опустить ни в какую посудину, можно посеребрить с помощью специальной пасты: натереть поверхность тампоном, смоченным пастой. Пасту готовим так: растворяем в 300 мл кипяченой воды два грамма азотнокислого серебра и небольшой струйкой вливаем понемногу туда же 10-процентный раствор поваренной соли — столько, чтобы перестал выпадать хлопьевидный осадок. Этот осадок (хлористое серебро) промываем водой 5—6 раз и фильтруем. Отдельно в 100 мл воды растворяем 20 г гипосульфита натрия и два грамма хлористого аммония. В полученный раствор небольшими порциями добавляем хлористое серебро. Как только оно перестанет растворяться, жидкость фильтруем и замешиваем на мелу (на зубном порошке) до густоты сметаны. Паста готова.

Более качественную пасту получаем из следующих реактивов (взятых в весовых долях):

Азотнокислое серебро	0,8
Хлористый аммоний	4,0
Лимонная кислота (пищевая)	8,0

Все компоненты по отдельности размельчаем в фарфоровой ступке, а затем смешиваем. Если нет азотнокислого серебра, используем ляпис-карандаш (в просторечии — ляпис, или средство для сведения бородавок), но только в три раза больше, чем указано в нашем рецепте, потому что ляпис — это смесь одной весовой части азотнокислого серебра и двух весовых частей азотнокислого калия.

Получившуюся сухую смесь, в отличие от всех серебрильных паст и растворов, можно хранить не сутки, а почти целый год — в темной бутылке, в темном месте. Когда потребуется что-либо посеребрить, небольшое количество смеси отсыпаем из бутылки в чашку и заливаем водой так, чтобы получилась паста. Берем пасту на тампон и серебрим деталь. Паста хороша еще тем, что ею можно работать по неподготовленной поверхности: она сама удаляет жиры и окислы с детали, да еще и серебрит ее.

Меднение. Стальные детали меднят в растворе, имеющем на 1 л воды по 10 г сернокислой меди и серной кислоты. Подготовленные детали завешивают в раствор на алюминиевых подвесках, а толщину получившегося слоя определяют на глаз.

Покрытия, получаемые химическим путем (серебряные и медные), могут быть, как и никелированные, подвергнуты термообработке: это в несколько раз увеличивает прочность сцепления их с основным металлом. Обработка заключается в нагреве деталей до 250—400°C и выдержке их при этой температуре в течение 2—4 часов.

§ 3. ХИМИЧЕСКОЕ ОКРАШИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

В одном из дальних углов исконно русской земли, за «белыми озерами», на берегах реки Сухоны

раскинулся древний и преславный град — Великий Устюг. Если вам доведется в нем побывать, вы услышите непременно рассказы об известных россах, мореплавателях и землепроходцах: Семене Дежнев, Ерофее Хабаров, Владимире Атласове. Ими здесь особенно гордятся, потому что они — уроженцы города, великоустюжане. Вам подарят нехитрую на первый взгляд жестяную шкатулку, покрытую загадочным розовым и синим «морозом по жести». И вас обязательно сводят на маленькую, но любопытную фабрику, где готовят изделия из «русской черни». Уже сотни лет устюжане передают из рода в род секреты неповторимой северной черни, и даже теперь, когда секретов никаких нет (на фабрике от вас не скроют ничего, покажут все чаны и печи, распишут вам все рецепты), и поныне превзойти мастеров Великого Устюга в чернении серебра никто не может. Потому-то у них и мировая слава.

Окрашивание стали. Окраску стали химическим путем проводят с помощью оксидирования. Оксидная пленка имеет цвет от темно-синего до черного; она плотная и довольно-таки устойчива к истиранию. На кремнистых сталях пленка приобретает коричневый цвет. Для создания на поверхности стали оксидной пленки деталь перед оксидированием обрабатывают: полируют, обезжиривают, декапируют и пассивируют. Вооб-

ще-то такая обработка требуется не только для стальных деталей, но и при всех видах оксидирования металлов. Обработанную деталь опускают в один из щелочных растворов, приведенных в табл. 9.

После оксидирования деталь промывают в теплой воде, затем в 2—4-процентном растворе хромовой кислоты и, наконец, в горячем растворе хозяйственного мыла. Ополоснув деталь в воде, ее погружают на некоторое время в нейтральное (авиационное или веретенное) масло с температурой 105—110°C. Деталь готова.

Для оксидирования используют и кислотные растворы. В них сталь покрывается оксиднофосфатной пленкой, имеющей цвет от темно-серого до черного. Наличие фосфора в пленке повышает ее защитные, антикоррозионные свойства. В приводимых рецептах вещества берут в г/л:

1. Ортофосфорная кислота 1
- Азотнокислый кальций 25
- Перекись марганца 1
- Температура — 98—100°C
- Время обработки — 45 мин.
2. Ортофосфорная кислота 8,5
- Азотная кислота 3,0
- Хлористый аммоний 60,0
- Гипосульфит натрия 80,0
- Время обработки — до 60 мин.

Второй раствор работает при комнатной температуре — это большое преимущество, особенно

Таблица 9

Компоненты раствора, в г/л	Номер раствора			
	1	2	3	4
Едкий натр	600—650	550—600	700—800	600—700
Нитрат натрия	100—200	—	200—250	120—150
Нитрит натрия	—	150—200	50—70	40—50
Хлористый калий	—	—	—	8—10
Температура, °C	140	140	145	140
Время обработки, мин.	до 200	15—30	20—40	20—40

при художественной обработке стали. После оксидирования деталь обрабатывают так же, как было сказано выше, но при желании можно ограничиться обработкой в одном лишь горячем масле.

Для окраски в голубой (до синего) цвет сталь обрабатывают в растворе, имеющем на 1 л воды 120 г гидросернистого натрия и 30 г ацетата свинца, в течение 60 мин, при температуре от 90 до 100°C.

Есть любопытный раствор, позволяющий окрасить сталь в любой цвет (вещества берем в г/л): 50—60 г сернокислой меди, 80—90 г сахара-рафинада и 40—50 г едкого натра. В 0,25 л воды растворяем сернокислую медь, затем добавляем к ней сахар (до полного растворения). Отдельно растворяем едкий натр (тоже в 0,25 л воды), к которому приливаем первый раствор. После полного смешивания обоих растворов доливаем остальные 0,5 л воды. Подготовленную заранее стальную деталь подключаем к минусу батарейки напряжением 1,25—1,5 В, а к ее плюсу — любой медный электрод. В приготовленный нами раствор опускаем вначале вспомогательный (медный) электрод, а затем уже деталь. Через 5—10 сек. батарейку отключаем, и далее процесс окрашивания идет без тока. Через две минуты после начала процесса деталь постепенно окрашивается в такие цвета (они появляются последовательно друг за другом): коричневый, фиолетовый, синий, голубой, светло-зеленый, желтый, оранжевый, красно-лиловый, зеленовато-синий, зеленый, розово-красный. Не нарушая процесса, деталь можно вынимать из раствора для проверки цвета и вновь опускать в раствор — окрашивание продолжается. Через 25—28 мин. после начала окрашивания, если оставить деталь в растворе, процесс повторится, то есть в том же порядке начнут появ-

ляться все перечисленные цвета. Этими цветами деталь обязана отлагающейся на ее поверхности меднозакисной пленке. Пленка получается недостаточно прочной (она снимается с детали тампоном, смоченным нашатырным спиртом), но если пленку вместе с деталью окрасить прозрачным лаком, такое декоративное покрытие будет служить достаточно надежно.

Для получения более контрастных цветов меднозакисной пленки в красящий раствор следует добавить 20 г/л углекислого натрия.

Окрашивание меди. Выбор цветов химической окраски для меди и ее сплавов больше, чем для стали.

В черный с синеватым отливом цвет медь окрашивается в одном из следующих растворов (все в г/л):

1. Едкий натр 50—60
Персульфат калия 14—16
Температура — 60—65°C
Время обработки — до 5 мин.
2. Едкий натр 9,5
Персульфат аммония 3,0
Температура — 100°C
Время обработки — 5—15 мин.

Для получения коричневого цвета медь выдерживают в растворе следующего содержания (все в г/л):

- | | |
|------------------------------|-----|
| Хлористый калий | 45 |
| Сернокислый никель | 20 |
| Сернокислая медь | 105 |
| Температура — 90—100°C | |
| Время обработки — до 20 мин. | |

Зеленый цвет меди сообщает раствор, имеющий (в г/л):

- | | |
|------------------------------|-----|
| Азотнокислой меди | 200 |
| Аммиака (25%) | 300 |
| Хлористого аммония | 400 |
| Ацетата натрия | 400 |
| Температура — 60—100°C | |
| Время обработки — до 40 мин. | |

Медные изделия после такой обработки не промывают. Медь, наконец, очень часто окрашивают под старую бронзу (патинируют). Для этого применяют раствор (безводный!):

Хлористый натрий 50 г
 Углекислая медь (свежеосажденная) 150 г
 Уксусная кислота 1000 мл.

Время обработки меди в этом растворе определяют опытным путем.

Свежеосажденную углекислую медь получают из 235 г сернокислой меди и 100 г кальцинированной соды (или 155 г двууглекислой соды). Растворяют отдельно сернокислую медь и соду, затем раствор соды медленно вливают в раствор сернокислой меди до тех пор, пока цвет раствора не исчезнет (раствор сернокислой меди имеет синий цвет). Полученный на дне осадок промывают несколько раз теплой водой и фильтруют. Его должно быть около 100 г; это и есть углекислая медь.

Окраску латунных изделий производят следующими растворами (исходные вещества берут в г/л) —

в черный цвет:

1. Аммиак (25%) 100—1000
 Углекислая медь 40—200
 2. Аммиак (25%) 500
 Двууглекислая медь 60
 Латунь (опилки) 0,5 г
 Время обработки — 25—30 мин.

в коричневый цвет:

1. Сернокислая медь 50
 Гипосульфит натрия 50
 2. Серноокислый натрий 100
 Температура — 70°С
 Время обработки — опытным путем.

в голубой цвет:

1. Ацетат свинца 15—30
 Уксусная кислота 30
 2. Гипосульфит натрия 60
 Температура — 80°С

(Этот же раствор пригоден для окрашивания в плотный синий цвет высокоуглеродистых сталей.)
 в зеленый цвет красивого оттенка:

Двойная никельаммонийная сернокислая соль 60
 Гипосульфит натрия 60
 Температура — 70°С

Применяя раствор следующего состава (г/л)

Гипосульфит натрия 11
 Уксуснокислый свинец 39
 Температура — 70°С,

получают на латунной детали в течение 3—10 мин. следующий последовательный спектр цветов: золотистый, синий, радужный и все промежуточные оттенки. Когда на детали появляется нужный нам цвет, ее вынимают, сушат и полируют сушонкой.

Раствор, о котором мы говорили выше, пригоден для нанесения на медные и латунные изделия меднозакисной пленки всех цветов.

Окрашивание алюминия. Возможности химического окрашивания алюминия и его сплавов ограничены. Указанными ниже растворами (концентрация вещества дана в г/л) их окрашивают —

в черный цвет:

Молибденовокислый аммоний . . . 10—20
 Хлористый аммоний 5—15
 Температура — 90—100°С
 Время обработки — от 2 до 10 мин.

в серый цвет:

Трехокись мышьяка 70—75
 Углекислый натрий 70—75
 Температура — кипение
 Время обработки — 1—2 мин.

в салатно-зеленый цвет:

Ортофосфорная кислота 40—50
 Кислый фтористый калий 3—5
 Хромовый ангидрид 5—7
 Время обработки — 5—7 мин.

в оранжевый цвет:

Хромовый ангидрид	3—5
Фторсиликат натрия	3—5
Время обработки —	8—10 мин.

После окраски всеми указанными растворами алюминиевые детали промывают водой и в течение 20—30 мин. пассивируют в 2-процентном растворе хромового ангидрида.

Для окраски алюминия применяют и более сложный — совмещенный — процесс. Суть его заключается в том, что на алюминиевые детали анодированием (электрическим током) создают оксидную пленку. Эта пленка обычно прозрачна, но покрыта большим количеством микроскопических пор. Каким-либо путем в порах оксидной пленки размещают краску и упрочняют ее сцепление с деталью. Поверхность детали окрашивается в соответствующий цвет.

Оксидную пленку на алюминии можно создать не только с помощью анодирования, но и химическим путем (правда, ее прочность при этом будет недостаточно высокой), например, в растворе следующего состава:

Сода кальцинированная (безводная)	50 г/л
Хромовокислый натрий	15 г/л
Силикат натрия	1 г/л
Температура —	80°С
Время обработки —	10 мин.

Перед оксидированием деталь должна быть обезжирена, декапирована, а после оксидирования — промыта водой. В заранее приготовленный раствор анилинового красителя (прямого желтого 2Ж, ализаринового желтого, ализаринового красного, кислотного рубинового, кислотного синего, прямого синего М, анилинового голубо-

го, метиленового голубого, прямого зеленого ЖЖ, основного фиолетового, кислотного желтого 3, кислотного оранжевого 2Ж, кислотного черного М или любого другого по вашему выбору) опускают на некоторое время оксидированную деталь и окрашивают в нужный цвет, после чего окрашенную деталь кипятят в течение 40—60 мин. в воде; это упрочняет пленку.

Наиболее эффективно оксидированный алюминий окрашивается под золото; для этого используют растворы красителей следующего состава (в г/л) —

под «желтое золото»:

Кислотный оранжевый 2Ж	0,1
Кислотный желтый 3	0,1
Кислотный черный М	0,1

под «красное золото»:

Кислотный оранжевый 2Ж	0,1
Кислотный черный М	0,1

Красители разводят в воде, тщательно фильтруют, нагревают раствор до 40—50°С и обрабатывают им деталь в течение 7 мин.

Окрасивание никеля и серебра.

Химическим путем серебро окрашивают только в черный цвет — в растворе «серной печени» (концентрацией 20—30 г/л) при температуре до 70°С. Для получения серной печени сплавляют в течение 20 мин. четыре весовых части серы и две весовых части поташа.

Окраску никеля в черный цвет производят в растворе, имеющем на 1 л воды:

персульфата аммония	200 г
сернокислого натрия	100 г
сернокислого железа	9 г
роданистого аммония	6 г

Литье металлов привлекает нас тем, что позволяет получать детали сложной формы, причем дополнительной обработки эти детали после литья почти не требуют.

Расплавленный металл ведет себя как жидкость и способен принимать внутреннюю форму того сосуда, в котором он находится. Это свойство и позволяет отливать из металла различные детали. Сосудом для литья металлов служит специальная конструкция, внутренняя полость которой имеет форму отливаемой нами детали. Эта конструкция так и называется — форма. Ее изготавливают из различных материалов. При изготовлении формы требуется точная копия детали, эту копию называют моделью.

Литейные работы связаны с высокими температурами, с огненно-жидким металлом; проводить эти работы следует только под наблюдением старших (преподавателя по труду, родителей или руководителя технического кружка).

§ 1. МОДЕЛИ

Модель должна как можно более точно повторять форму самой детали; с этой точки зрения наилучшей моделью была бы, конечно, деталь «собственной персоной». Но это, увы, не всегда возможно.

В домашних условиях модели рекомендуются делать из древесины или воскообразных материалов. Из древесных материалов более всего пригодны для модели-

рования липа или осина: они легко обрабатываются режущим инструментом, имеют слабо выраженные годовые кольца. Древесина хвойных пород также пригодна для изготовления литейных моделей, но следует помнить о том, что хвойные породы легко раскалываются вдоль годовых колец, а режутся довольно-таки тяжело.

Готовую модель тщательно зашкуривают и красят любой быстросохнущей краской.

Модели из воскообразных материалов привлекают внимание тем, что любой изъян или брак на модели, возникший в процессе ее изготовления, можно тут же и без всяких трудностей исправить (заплавить).

Изготовление воскообразной модели начинают с того, что из плотной бумаги делают коробочку, трубку, фунтик или какую-либо другую емкость, близкую по внешнему виду к виду детали. Если в модели должны быть стержни, их ставят в бумажную емкость по месту (рис. 39, А), после чего заливают ее расплавленной воскообразной массой. Дождавшись отверждения массы, бумагу удаляют, а восковую заготовку обрабатывают режущим инструментом (ножом, скальпелем и т. д.). Чем ближе к концу, тем меньшее количество массы следует удалять за один прием. Окончательно восковую модель обрабатывают тампоном, смоченным ацетоном. Ацетон частично растворяет поверхность модели, поэтому все неровности и шероховатости на ней сглаживаются.

Некоторые простейшие модели иногда можно делать даже из пластилина. Такие модели лепят вруч-

ную, а для окончательной отделки их используют нож или скальпель.

§ 2. ФОРМЫ

Выбор материала для изготовления формы зависит от многих обстоятельств: от назначения формы, количества отдельных деталей в ней и т. д.

Гипсовая форма пригодна для многократного использования при отливке симметричных деталей из легкоплавких металлов. Такая форма состоит обыкновенно из двух частей, и ее называют двухпозиционной. Несимметричные детали отливают в трехпозиционных формах.

Изготовление двухпозиционной формы не представляет особого труда. Разводим гипс до густоты сметаны и заливаем его в картонную коробку так, чтобы он заполнил немного меньше половины коробки. Коробку несколько раз встряхиваем, «выгоняя» из гипса пузырьки воздуха. Протираем модель тампоном, смазанным тавотом, техническим вазелином и т. п., затем помещаем ее в не схватившийся еще гипс, чтобы модель утонула в нем до половины (плоскость симметрии модели должна совпасть с плоскостью поверхности гипса, см. рис. 39,Б).

Через 20—30 мин. скальпелем или ножом делаем две — четыре ямки по углам формы; эти ямки служат частью замка, который позволяет в дальнейшем сомкнуть обе половины формы точно, без перекоса.

По прошествии часа, когда гипс полностью застынет, всю поверхность гипса выступающей половины модели и проделанные по углам углубления смазываем тонким слоем густого масла (тавота, вазелина и пр.), не оставляя без смазки ни единого кусочка. Затем

заливаем оставшуюся половинку коробки новой порцией гипса, чтобы модель была полностью закрыта гипсом; постучав по коробке, удаляем пузырьки воздуха и ставим форму на просушку. Сушка длится не менее 12 часов при комнатной температуре. После этого ее размыкают (раскрывают) и вынимают из нее модель. Обе половинки формы сушат еще раз (при комнатной температуре не менее двух суток, при температуре 30—50°C — около 12 часов). Вот теперь форма уже готова, если не считать нескольких существенных «мелочей»: у нашей формы нет литника и выпоров.

Литник — это отверстие в верхней половине формы, служащее для заливки в полость формы расплавленного металла, а выпоры — отверстия в форме для отвода горячих газов и воздуха в момент литья.

Если форму предполагается использовать многократно, то и литник и выпоры надо делать вместе с моделью. Литник — это отверстие в виде воронки. Если форма предназначена для использования один-два раза, то литник можно попросту процарапать в гипсе (рис. 39,В). Выпоры — отверстия диаметром 0,5—1,0 мм. Литник воскообразной модели делают из того же материала и в горячем виде приклеивают к модели.

У трехпозиционной формы первую часть отливают так же, как в двухпозиционной (рис. 39,Г). Модель в гипсе размещают в соответствии с рис. 39,Д. После схватывания гипса форму отделяют от картона и кладут в другую коробку. В гипсе делают отверстия под замки и всю поверхность формы вместе с моделью промазывают маслом.

Разведя новую порцию гипса, заливают форму так, как показано на рис. 39,Е. После застывания этой порции в гипсе снова делают

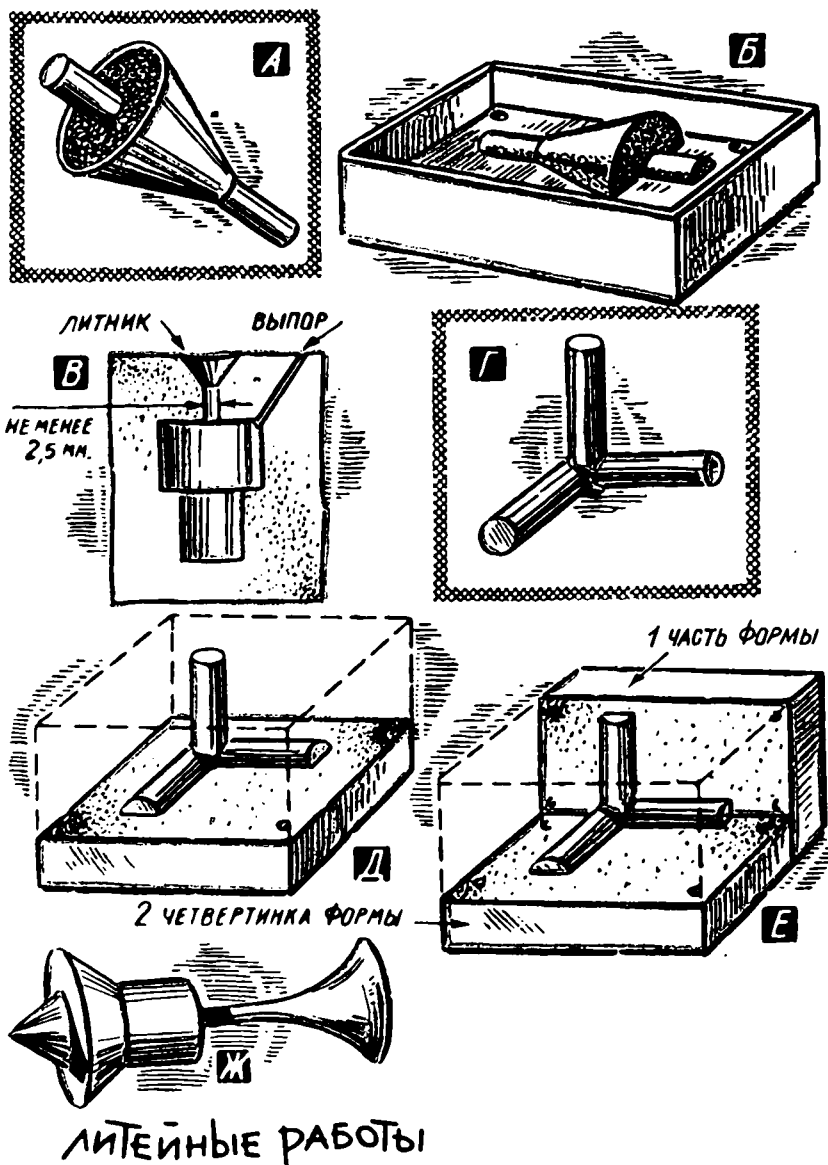


Рис. 39.

А — стержень в заготовке модели; Б — литье первой половины формы; В — литник и выпор; Г — модель трехпозиционной формы; Д — первая часть трехпозиционной формы; Е — вторая четверть формы; Ж — восковая модель.

отверстия под замки и опять смазывают всю поверхность маслом. Отливают третью часть формы, сушат ее, после сушки размыкают, вынимают модель и сушат окон-

чательно. Делают в форме литник и выпоры, и форма готова.

Гипсо-асбестовая форма. Этот вид форм для литья почти не отличается от гипсовых: изготовле-

ние их, обработка, сушка — такие же. Отличие состоит в том лишь, что они прочнее гипсовых, поэтому в них отливают детали из цинка, меди, бронзы.

Для гипсо-асбестовых форм берут автоклавированный гипс и добавляют в него 10% мелкораспушенного асбеста.

Особопрочная форма. Материалы для изготовления этих форм описаны в § 2 главы второй. Технология изготовления их во всем подобна технологии изготовления гипсовых форм, за исключением того, что каждую часть особо прочной формы сушат по несколько суток. В таких формах отливают детали из металлов с высокой температурой плавления.

Формы для литья по выплавляемым моделям. Этот способ литья привлекателен для любителей тем, что позволяет создавать детали любой сложной конфигурации, а кроме того, обеспечивает высокую их точность без последующей обработки.

Модель для этого метода литья делают только из воскообразных материалов; на нее наносят специальную огнеупорную обмазку и дают ей подсохнуть. После этого получившийся «глазурованный пирог» кипятят в воде, воск из формы выплавляется, а оставшуюся «скорлупу» после соответствующей термообработки используют для литья деталей.

Из воскового материала отливают конус и закрепляют на нем восковую модель будущей детали. Конус в дальнейшем служит литником формы (рис. 39, Ж). Замешивают абразивный порошок М20 до густоты сметаны в целлулоидном клее (2% целлулоида, разведенные в 98% ацетона) и этой огнеупорной обмазкой покрывают модель целиком. Можно приготовить обмазку из двух весовых частей маршалита (или кварцевой пыли) и одной весовой части гид-

ролизного этилсиликата или же развести шамотную пыль (мелкий маршалит) до густоты сметаны на жидком стекле (на одну часть жидкого стекла добавить три части воды). Любая из этих трех обмазок пригодна для любительского литья и гарантирует хорошие результаты.

Обмазку на модель наносят кисточкой в несколько слоев, причем каждый слой сушится 15—40 мин. Общая толщина обмазки должна быть 2—3 мм. Как только вся обмазка подсохнет, модель опускают в кипящий раствор хлористого аммония (или воды). Воск плавится и вытекает через литниковое отверстие. Оболочку вынимают из раствора и дают ей подсохнуть. Затем кладут оболочку в муфельную печь и нагревают осторожно до 100—120°C, выдерживая печь при этой температуре в течение часа. Далее температуру печи поднимают медленно до 800—850°C и доводят оболочку до красного каления. Охлаждение печи с оболочкой тоже ведут медленно и постепенно.

Прокаленную и остуженную оболочку кладут в коробку или ящик. Если в оболочку предполагается лить легкоплавкий металл, ящик надо заполнить сухим речным песком. Если же деталь намечено отлить из тугоплавкого металла, пространство вокруг оболочки в ящике заливают специальной смесью по одному из следующих рецептов:

1. Абразивный порошок 90%
Гипс 10%
Вода — до получения кашицы
2. Песок речной мелкий 3 в. ч.
Гипс 1 в. ч.
Вода — до получения кашицы
3. Формовочный песок 10 в. ч.
Борная кислота 1 в. ч.
Вода — до получения кашицы.

Когда смесь вокруг оболочки высохнет, ее вместе с оболочковой формой прокаливают.

Оболочковые формы по выплавляемым моделям пригодны для литья самых различных металлов, вплоть до стали.

§ 3. ЛИТЬЕ МЕТАЛЛОВ

Металлы, температура плавления которых не превышает 400°C (свинец, олово, свинцово-оловянистые сплавы, легкоплавкие припой и пр., вплоть до цинка и цинковых сплавов), в домашних условиях не так уж трудно лить, так как расплавить их можно даже на газовой плите. Более тугоплавкие металлы на плите не расплавишь, тут нужны либо горны (рис. 40), либо муфельные печи и всевозможные газовые горелки. Инструмент для литья описан в главе второй, напомним лишь, что тугоплавкие металлы льют в ковшах, тиглях или разливных ложках. Любой металл при литье разогревают до температуры немного большей, чем температура его плавления. Чтобы металл при таком нагреве не «угорал», его поверхность посыпают угольным или графитовым порошком.

Из свинца, олова и легкоплавких сплавов льют обычно игрушки (например, солдатиков), поделки и различные декоративные украшения и детали. Конструктивные детали, не несущие больших нагрузок, льют из цинка, алюминия, силумина и т. п. Для силовых де-

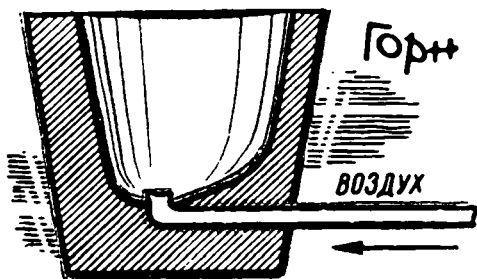


Рис. 40

талей в любительских конструкциях используют бронзу, латунь, фосфористую медь и т. п.

Перед заливкой металла в форму всю ее внутреннюю поверхность припудривают графитовым порошком; если форма неразъемная (например, оболочковая), порошок засыпают в форму через литник, форму энергично потряхивают 5—6 раз, а лишний порошок удаляют. Припудренную порошком форму разогревают до температуры, близкой к температуре плавления используемого металла. В холодной форме литье проводить даже и невозможно: металл застынет, не достигнув всех уголков внутренней полости.

Расплавленный металл заливают в форму толстой и непрерывной струей почти до краев литника. Затем форме дают остыть, раскрывают ее и извлекают готовую деталь. Если форма неразъемная, ее разрушают. Отливку обрабатывают обычными способами.

Для получения сквозных отверстий в деталях в модель (деревянную или восковую) помещают стальной полированный пруток (рис. 41,А). Пруток вместе с моделью густо смазывают маслом и отливают по ней форму, а перед смыканием готовой формы пруток вставляют в соответствующие гнезда и обильно припудривают графитовым порошком. После отливки детали из остывшей формы пруток извлекается без затруднений (рис. 41,Б).

Если отверстие в детали должно быть несквозным, модель делают с одним широким полем в том месте, где формируется стержень (рис. 41,В). Перед литьем стержень закладывают между половинками формы, и он крепко зажимается ими.

При литье детали, имеющей сложную внутреннюю полость, формуют порознь модель детали

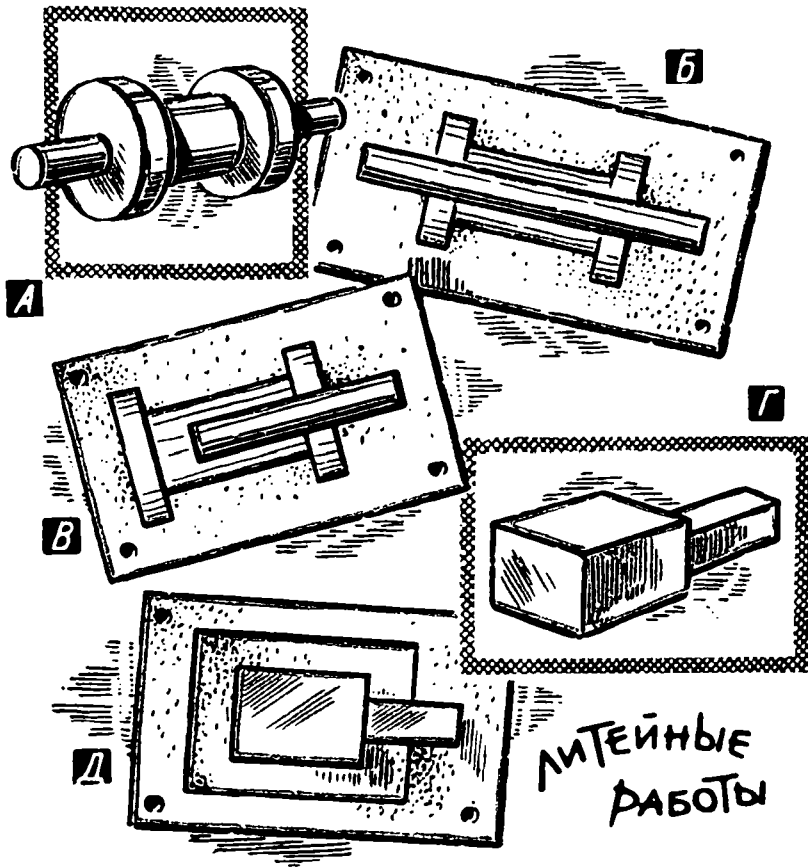


Рис. 41.

А — пруток в модели; Б — установка прутка в форму; В — форма (с прутком) для отливки детали с замкнутым отверстием; Г — модель полости; Д — «шишка» в форме.

и модель полости (рис. 41,Г). По модели полости отливают гипсовую фигурную «шишку» и закладывают в нее несколько соломинок — для лучшего отвода газов из внутренней части отливки. Шишку фиксируют в модели в определенном положении (рис. 41,Д) с помощью выступов. Литые ведут обычным порядком, а потом из отливки удаляют гипсовую «шишку».

Все литейные работы выполняют в очках, рукавицах и длинном брезентовом фартуке.

Запомним, что металл ни в коем случае нельзя лить в сырую или непросохшую форму, потому что от скопившихся в ней газов и паров может произойти взрыв с разбрызгиванием расплавленного металла.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

В романе Вальтера Скотта «Ричард Львиное Сердце» сарацинский султан Саладин, демонстрируя необыкновенные качества своей сабли, разрубает ею на лету пушинку. Сабли, клинки и кинжалы мастеров Востока в древнее время действительно славились повсюду и были непревзойденными по качеству. Сталь для этих клинков, появившаяся еще в глубокой древности, называлась в Сирии и Персии булатом, а в Индии — за 1300 лет до н. э. — вутцем. Секрет производства этой стали не был известен никому в Европе, а в средние века и кузнецы Востока утратили его. Булат для многих был и остался загадкой, хотя само слово по смыслу очень простое: персидское «пулад» означает «сталь», и только.

Булат очень «нежен» — на языке кузнецов это означает, что булатный клинок можно отточить чрезвычайно тонко и остро. В то же время булатные сабли сарацин легко крошили железные латы крестоносцев; булатом можно рубить кости, дерево, даже гвозди. Булатную шпагу можно изогнуть почти под прямым углом, она не ломается. Выпущенная из рук, она со звоном выпрямляется. Одним словом, булат в глазах европейских инженеров считался верхом совершенства.

Разгадать тайну булата удалось лишь в начале прошлого века русскому ученому П. П. Аносову. В 1833 году на Златоустовском заводе выплавил первый булат, через три года русские умельцы научились выделывать все известные в то время сорта булатной стали, а спустя еще некоторое время златоустовская сталь завоевала всемирную известность. Полоска такой стали крошила лучшие английские зубила. Из этой стали были отлиты первые в мире стальные орудия инженером П. М. Обуховым.

Но интересен даже не сам булат как таковой. Интересно другое: булат и златоустовская сталь проявляли в одном и том же издании многоликий характер. Они могли быть твердыми и прочными в одном случае, а обработанные по-иному, могли стать мягче, коваться и гнуться. Все зависело от термической их обработки.

Но интересен даже не сам булат как таковой. Интересно другое: булат и златоустовская сталь проявляли в одном и том же издании многоликий характер. Они могли быть твердыми и прочными в одном случае, а обработанные по-иному, могли стать мягче, коваться и гнуться. Все зависело от термической их обработки.

Вообще-то говоря, способность стали под действием «жары и холода» менять свойства не была ни для кого тайной: еще со времен Гомера или даже раньше люди умели закалывать и «отпускать» сталь и бронзу. В знаменитой «Одиссее» есть такие строчки: «...как погружает кузнец раскаленный топор или секиру в воду холодную, и зашипит с клокотаньем железо, крепче железо бывает, в воде и огне закаляясь...» Но вплоть до конца XIX века смысл закалки, да и других приемов термообработки металлов, был многим неясен. В одной древней летописи закалку кинжала описывают так: «Нагреть, пока он не засветится, как восходящее в пустыне солнце, затем охладить его до цвета царского пурпура, погружая в тело мускулистого раба... Сила раба, переходя в кинжал, и придаст металлу твердость». Булат закалывали по-другому: нагревали до белого каления и тут же передавали всаднику. Всадник должен был во время бешеной

скачки рубить клинком... демона, то есть встречный воздух.

Булат, таким образом, не был исключением из прочих известных металлов: в результате термообработки он улучшал свои свойства. Но по восприимчивости к такой обработке булат, конечно, был исключительно «чутким» металлом.

В заслугу П. П. Аносову, Д. К. Чернову, А. А. Байкову и многим-многим другим ученым следует поставить то, что они сняли завесу таинственности с закалки металлов, да и с термообработки в целом. Дело оказалось не в рабах или демонах и не в каких-то там «восточных чудесах»: все свойства металла, плохие и хорошие, заложены в нем самом, в его структуре.

«Структура» по-латыни значит «строение, устройство». Структура дома — это, во-первых, из чего, во-вторых, как он построен. Если дом блочный — какие панели, как связаны друг с другом. Если дом кирпичный — какие кирпичи, уложены ли они в ряд, чем сцеплены меж собою, где они идут сплошным, а где прерываются, и т. д.

Кирпичами в структуре металла служат атомы. Атомы объединены в блоки — кристаллы или молекулы. Кристалл — это маленький «контейнер»: без переделки он не может вместить больше кирпичей, чем ему полагается, если, конечно, уложить кирпичи аккуратно. Металлы в большинстве своем имеют «аккуратную» структуру, с изящными «контейнерами» кристаллов.

В главе первой, давая характеристику стали, мы отмечали, что сталь — это сплав железа с углеродом. Но поскольку в железе может растворяться различное количество углерода, нельзя говорить о какой-либо одной стали: сталей получается много и все они разные. Кроме того, растворение углерода в железе (укладка кирпи-

чей в «контейнер») — это не однозначное явление. Поэтому одну и ту же сталь можно наделять различными свойствами: для этого надо изменить ее структуру, внутреннее «устройство».

Структуру стали меняют путем теплового воздействия на сплав. Тепловая обработка — это и есть тот «строитель», который перекраивает внутренние связи и кристаллические каркасы, делает кристаллы больше или мельче, увеличивает или уменьшает растворимость углерода в железе. Зная «способности» термической обработки (по-гречески «термос» — «тепло») по изменению структуры металлов, мы можем продуманно влиять на свойства металлов, применяя к ним заранее выбранный способ воздействия. Поэтому мы и говорим: механическая обработка металла позволяет влиять на форму детали, а термическая обработка — на свойства ее. В домашних условиях невозможно использовать все виды термообработки. Но важнейшие ее способы любителям следует знать не хуже, чем способы механической обработки, и применять по необходимости для успешной работы с металлом, для того чтобы сделать металл действительно «послушным».

§ 1. ТЕРМООБРАБОТКА СТАЛИ

Нагретая до 800—900°C и охлажденная до комнатной температуры деталь на первый взгляд ничем не отличается (кроме, может быть, цвета) от всех других стальных деталей. Однако это не так. При температуре 723°C сталь претерпевает любопытные превращения, незаметные для глаза, но очень серьезные для ее структуры и свойств.

При обычной температуре сталь представляет собою смесь мелких кристалликов чистого же-

леза, имеющего в своих «контейнерах» не более 0,006% углерода, и кристаллов химического соединения железа с углеродом (карбида железа), вмещающего в своих «блоках» 6,67% углерода. Чистое железо очень пластично, а прочность и твердость у него невысокие. Наоборот, карбид железа обладает самой высокой твердостью, да и прочность у него немалая, но он чрезвычайно хрупок. При нагреве стали под действием тепла кристаллы железа приобретают подвижность, а кристаллы карбида железа начинают понемногу распадаться. Вновь возникающие кристаллы железа обладают свойством растворять в себе углерод; при этом углерод стремится не к химическому соединению с железом, а к растворению в нем. При температуре 723°C этот процесс начинается во всех сталях. Тепловая энергия вызывает распад карбида железа (разрушение одного из видов «контейнеров») и образование раствора углерода в железе (построение «контейнеров» другого типа). Процесс перестройки кристаллов в металле называется перекристаллизацией. Перекристаллизация сталей, начинающаяся при 723°C, идет до тех пор, пока не прекращен нагрев, а завершается где-то в районе 820°C — выше или ниже, зависит от содержания углерода в стали.

Интересно то, что перекристаллизация происходит в твердом состоянии: кусок стали не расплавляется, лежит в печи неподвижно, а в это время в нем энергично идет растворение углерода железом. В результате получается однородный, «усредненный» раствор — твердый раствор, — называемый аустенитом. Свое название он получил в честь английского металлурга В. Робертса-Аустена.

Полное насыщение аустенита углеродом происходит лишь при введении в сталь 2% углерода. Но

при температуре 723°C аустенит «имеет право» содержать в себе лишь 0,83% углерода. Следовательно, полученный в результате термообработки «хороший» однородный раствор при охлаждении начнет неизбежно «портиться», перестраиваться. Перекристаллизация — обратимый процесс: если температуру стали медленно понижать, из твердых кристаллов аустенита будет выбрасываться чистое железо и углерод в виде карбида железа. В результате перекристаллизации произойдет распад аустенита, и в структуре стали мы найдем несколько видов кристаллов.

Спрашивается, стóит ли из-за этого волноваться? Какая нам разница, из чего состоит наша стальная деталь — из карбида железа или кристаллов аустенита, ведь все равно деталь до нагрева и после него твердая, прочная, стальная? Оказывается, причина для волнений имеется, и немалая. Сталь при обычной температуре, не прошедшая термообработку, состоит из смеси кристаллов железа и карбида железа. У карбида железа твердость в десять раз выше, чем у кристаллов чистого железа, да и вообще обе эти составные части стали имеют совершенно противоположные свойства. Такое механическое сочетание разнородных составляющих ничего хорошего не сулит. Представьте себе крепость, сложенную из чередующихся кирпичей: одни кирпичи — глиняные, необожженные, другие — из камня. Первый же выстрел неприятельской пушки вдребезги разнесет такую стенку. Да она и сама может развалиться под собственной тяжестью.

Аустенит сочетает в себе все лучшее, что есть у железа и карбида железа: он пластичен и прочен, а твердость у него лишь вдвое-втрое ниже твердости карбида. Все «кирпичи» в нем оди-

накового размера, уложены «по стенке» аккуратно и сцеплены друг с другом тоненькой «глиняной» обмазкой. Значит, есть прямой смысл добиваться такой структурной перестройки стали, чтобы она состояла целиком из аустенитных кристаллов.

Аустенит возникает при нагреве выше 723°C в каждой стали независимо от нашего желания. Точно так же при охлаждении стали он распадается.

Неужели здесь заколдованный круг и его никак не разорвать? Оказывается, не все так безнадежно. Да, при медленном, спокойном охлаждении аустенит распадается. Но почему бы нам от волнения не поторопиться и не сунуть кусок разогретой стали в какую-нибудь холодную жидкость? Ведь при этом одного преимущества мы добьемся наверняка: охладит сталь быстрее, чем на воздухе, в спокойной атмосфере.

При быстром охлаждении (внимание, вот и второе огромное преимущество!), пока температура металла падает с 820 до 723°C , перекристаллизация стали произойти не успевает. Аустенитная структура попадает в область низких температур (600 , 500 , 400°C и ниже), хотя в этой температурной зоне она существовать не «имеет права». Но ведь распад аустенитных зерен возможен лишь при температуре выше 723°C . Аустениту ничего не остается, как «существовать» при нормальной температуре. Но именно этого мы и добивались!

Процесс нагрева стали с целью перекристаллизации ее структуры на аустенит с последующим быстрым охлаждением называется в технике закалкой. Температура нагрева стали при ее закалке (температура закалки) зависит от марки стали, то есть от содержания углерода, и различна для разных сталей. Чтобы добиться большей

однородности зерен аустенита, сталь при закалке либо нагревают еще на 30 — 50°C выше, либо выдерживают при температуре закалки более длительное время. Зерна аустенита при этом растут и становятся однородными. Но сталь с крупным зерном кристаллов хуже, чем с мелким. Поэтому при термической обработке всегда стремятся к тому, чтобы получить мелкое зерно стали.

Рост зерна в углеродистых сталях зависит не только от температуры и времени нагрева, но и от содержания углерода и примесей. Введение в сталь легирующих элементов — титана, ванадия, вольфрама, молибдена и хрома (но не марганца) — тормозит рост зерна аустенита при нагреве. Легирующие элементы расширяют интервал закалочных температур и облегчают получение качественной структуры; в этом и состоит преимущество легированных сталей перед углеродистыми: они лучше поддаются закалке. Большинство сталей, имеющих при комнатной температуре аустенитную структуру, — легированные стали.

Размеры зерна, получаемого при закалке, существенно зависят и от скорости охлаждения: чем выше скорость, тем мельче закаленное зерно, мельче кристаллы, тем лучше качество и свойства стали. Если охлаждение стали вести на воздухе, аустенит, естественно, распадается, но высокая скорость охлаждения (например, в холодильнике или при обдуве детали холодным воздухом) позволяет получить мелкие кристаллы. Хотя в этих кристаллах не аустенит, а уже знакомые нам железо и его карбиды, все же структура эта значительно лучше по свойствам: при высокой довольно-таки твердости она обладает замечательной вязкостью и износостойкостью. Такая струк-

тура закаленной стали в честь английского ученого Генри Сорби была названа сорбитом. Образование сорбита начинается при 600°C и заканчивается при 500°C, а сам процесс называется сорбитизацией.

Раскаленная сталь при охлаждении в масле приобретает еще более мелкозернистую структуру, обладающую высокой твердостью, прочностью и упругостью, — тростит (названа так в честь французского химика Л. Троста). Тростит образуется из аустенита в интервале температур от 500 до 200°C.

При резком охлаждении в воде аустенит обыкновенной углеродистой стали сохраняется до температуры 240°C и затем мгновенно перестраивается. Но углерод при этой перекристаллизации уже не выбрасывается из «контейнеров»: образовавшиеся мельчайшие зерна представляют собой пересыщенный твердый раствор углерода в обычной для комнатной температуры кристаллической решетке («контейнере») железа. Это не аустенит, но и не смесь железа с его карбидами. Такая новая структура твердого раствора называется мартенситом, по имени немецкого металловеда А. Мартенса. Кристаллики мартенсита по виду даже не зернистые, а игольчатые. Мартенсит имеет наивысшую из всех структур твердость, близкую к твердости карбида железа, высокую упругость и хрупкость.

В легированных сталях мартенситная структура образуется при меньшей скорости охлаждения, чем в углеродистых, поэтому закалку таких сталей на мартенсит можно проводить не в воде, а в масле или даже на воздухе.

Структура стали меняется не только при закалке. Если закаленную на мартенсит сталь — например, сталь марки У7 — нагреть до температуры 200°C и выше, то мартенсит и остаточный аустенит

начнут разлагаться: при 300°C — на тростит, при 500°C — на сорбит. Дальнейший нагрев вызовет рост зерен карбида железа и чистого железа; поэтому сталь постепенно будет терять закалочную твердость и прочность, одновременно приобретая все большую пластичность. При 700°C и выше начнется переход всех структур в аустенит.

Эту способность закаленной стали используют в технике для исправления ошибок закалки. При быстрой закалке металл застывает в напряженном состоянии, это приводит к короблению деталей или даже к возникновению в них трещин. Чтобы устранить недостатки закалки, повысить вязкость металла и снять внутренние напряжения в детали, применяют отпуск стали. При отпуске, разумеется, возможна перестройка структуры, но в целом отпуск улучшает эксплуатационные свойства стали. Он применяется как заключительная операция термообработки. Нагрев деталей, подвергаемых отпуску, производят не позднее чем через 24 часа после закалки, а температуры при этом выбирают значительно более низкие.

Наконец, желая вернуть стали ее «обычные», дозакалочные свойства, применяют отжиг. После отжига сталь становится тем, чем была: в ней снимаются все напряжения, устраняется структурная неоднородность, повышается пластичность и обрабатываемость. Нагрев сталей при отжиге производят до высоких температур, а затем дают сталям спокойно остыть. Отжиг позволяет пустить в дело, например, старый негодный инструмент: лишившись прежней твердости и прочности, он может быть после отжига обработан механическим путем без особых затруднений, а затем вновь закален для нормальной «инструментальной службы».

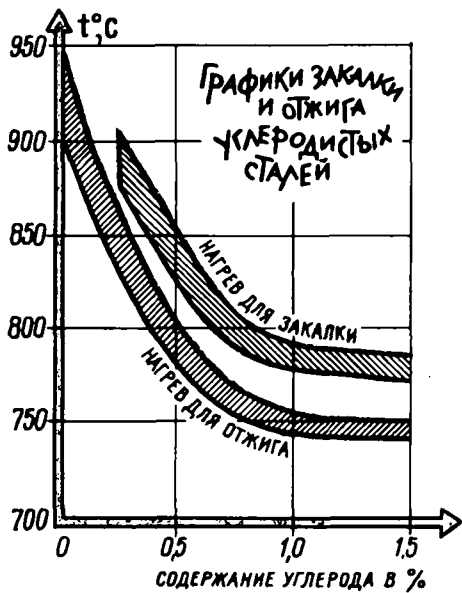


Рис. 42.

Детали, нагретые под закалку, выдерживают в печи при данной температуре от 3 до 20 мин. (в зависимости от размеров их) и опускают в охлажденную среду. Температуры закалки и отжига для углеродистых сталей почти совпадают, поэтому по графику на рис. 42 определить эти температуры для каждого вида стали нетрудно: достаточно знать процентное содержание углерода в стали.

Для некоторых марок легированных сталей в табл. 10 приведены основные данные термообработки. Они различны для разных сталей.

Большую скорость охлаждения стали для закалки ее под мартенсит можно получить, опуская детали в воду с температурой ниже $+18^{\circ}\text{C}$ или в 10-процентный раствор поваренной соли (едкого натра). На мартенсит закалывают режущий инструмент, детали, испытывающие в работе трение (оси, зубчатые колеса и т. п.), часть пружин.

Закалка стали в воде с температурой около $+65^{\circ}\text{C}$ или в масле

позволяет получить более крупную структуру — тростит. В то же время тростит в стали можно получить, отпуская деталь с мартенситной структурой. На тростит закалывают ударный инструмент, которому нужна высокая твердость в сочетании с упругостью, а также рессоры и пружины.

Охлаждая разогретую для закалки деталь в горячей (90°C) или мыльной воде или же отпуская деталь с мартенситной структурой, получают в стали сорбитную структуру. Ей присуща наибольшая вязкость и износостойкость, поэтому на сорбит закалывают рельсы, бандажи и прочий инструмент, работающий при самых тяжелых ударных нагрузках.

Легированные стали охлаждают в машинном (трансформаторном, веретенном) масле. Все параметры термообработки таких сталей приведены в табл. 10.

Закалка. Закаливаемые детали опускают в охлаждающую среду и непрерывно двигают детали в ней. Если деталь остается неподвижной, на ней образуется паровая «рубашка» и в отдельных местах деталь останется непрокаленной.

Детали опускают в охлаждающую среду определенным образом (рис. 43): сверла, развертки и другие длинные детали — режущей частью вперед, то есть вертикально; плоские детали — перпендикулярно поверхности жидкости. Если закалке подлежит только часть инструмента (например, режущая часть сверла), то деталь опускают в охлаждающую жидкость на нужную глубину и слегка перемещают ее вверх-вниз в жидкости, «размывая» границу закалки.

При закалке (да и при других видах термообработки) очень важно не перегреть металл — это может его безвозвратно испортить, — то есть нужно точно определять температуру разогрева детали. В домашних условиях, если не

удалось найти специального термометра, можно с достаточной степенью точности научиться определять температуру разогретой детали по ее цвету.

Цвета закаливания стальных деталей в порядке их появления расположены следующим образом (температура дана в °С):

Таблица 10

Марка стали	Температура, °С			Охлаждающая среда	
	отжига	заковки	отпуска	для заковки	для отпуска
15Г	780	800	200	масло	воздух
30Г	840	880	200	вода	воздух
50Г	800	840	200	вода, масло	воздух
65Г	790	815	400	вода, масло	вода, масло
15Х, 20Х	870	800	400	вода, масло	вода, масло
30Х, 35Х	880	850	450	вода	вода, масло
40Х, 45Х	860	840	400	масло	вода, масло
50Х	830	830	400	масло	вода, масло
50Г2	830	805	200	масло,	воздух
40ХГ	880	870	550	масло	вода
Х	700	845	400	масло	вода, масло
Ф	680	830	200	масло	воздух
ХВГ	700	835	450	масло	вода, масло
В1	720	830	275	масло	воздух
ОХ13	860	1050	750	вода, масло	вода, масло
1Х13	880	1000	450	масло	вода, масло
2Х13	870	1050	700	вода, масло	вода, масло
3Х13	880	1050	450	вода, масло	вода, масло
30ХГС	860	870	650	масло	вода, масло
35ХГС	860	870	500	масло	вода, масло
35ХМЮ	920	940	650	масло	вода, масло
30ХГСА	860	900	210	масло	воздух
У7, У7А	780	800	170	вода	вода, масло
У8, У8А	770	800	170	вода	вода, масло
У10, У10А	770	790	180	вода	вода, масло
У11, У11А	750	780	180	вода	вода, масло
У12, У12А	750	780	180	вода	вода, масло
У13, У13А	750	780	180	вода	вода, масло
Р9, Р12	860	1250	580	масло	воздух в печи
Р18	860	1300	580	масло	воздух в печи
Р9Ф5, Р9К5	860	1250	590	масло	воздух в печи
Р18Ф2	900	1300	590	масло	воздух в печи
ШХ6	780	810	200	масло	воздух
ШХ9	780	830	280	масло	воздух
ШХ15	780	845	400	масло	воздух
ШХ15СГ	750	825	180	масло	воздух
9ХС	730	860	170	масло	воздух
Р18К5Ф2	860	1280	580	масло	воздух
1Х14Н18В2БРГ	860	1150	750	вода	воздух
4Х14Н14В2М	860	1200	750	вода	воздух

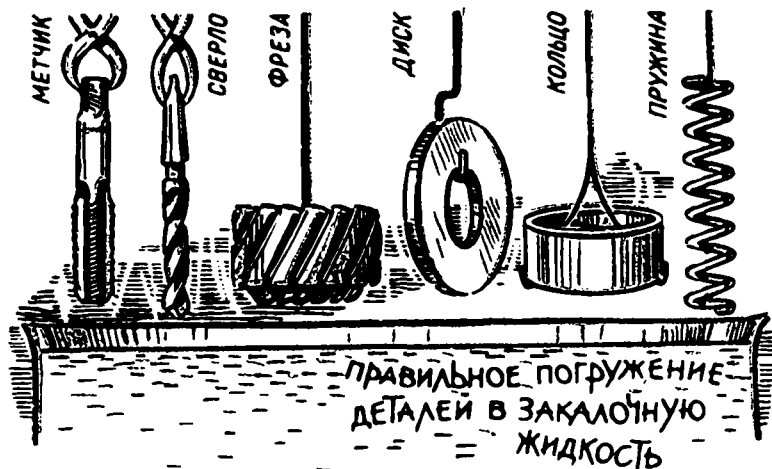


Рис. 43.

темно-коричневый (заметен в темноте)	530—580
	начало свечения;
коричнево-красный	580—650;
темно-красный (вишневый)	650—720;
вишнево-красный (багровый)	720—770;
вишнево-алый	770—800;
светло-вишнево-алый	800—830;
ярко-красный	830—870;
красный	870—900;
светло-красный (оранжевый)	900—1050;
темно-желтый	1050—1150;
желтый (светлый)	1150—1230;
желто-белый	1230—1300;
ослепительно белый	1300 и выше.

Мелкие детали греть под закалку лучше в муфельных печах. При разогреве их на газовой горелке или в горне детали нельзя вводить в пламя, это обязательно приведет к перекаливанию и порче деталей. Надо уложить «мелочь» на стальную болванку и разогревать вместе с нею, определяя температуру по цветам каления болванки. В закалочную жидкость детали следует опускать также вместе с болванкой.

Муфельную печь небольших размеров можно изготовить и в домашних условиях (рис. 44, А).

Основу такой печи составит керамическая труба 1 от старого школьного реостата (можно купить реостат в магазинах «Учколлектора»). На трубу наматываем с небольшим шагом распущенную спираль 2 от бытовой электроплитки мощностью 800 Вт. На спираль сверху накладываем лист асбеста (вкруговую) и на асбест наматываем вторую спираль 3. Обе спирали при этом не должны нигде соприкоснуться друг с другом. Поверх второй спирали укладываем по трубе еще 5—6 слоев асбеста 4.

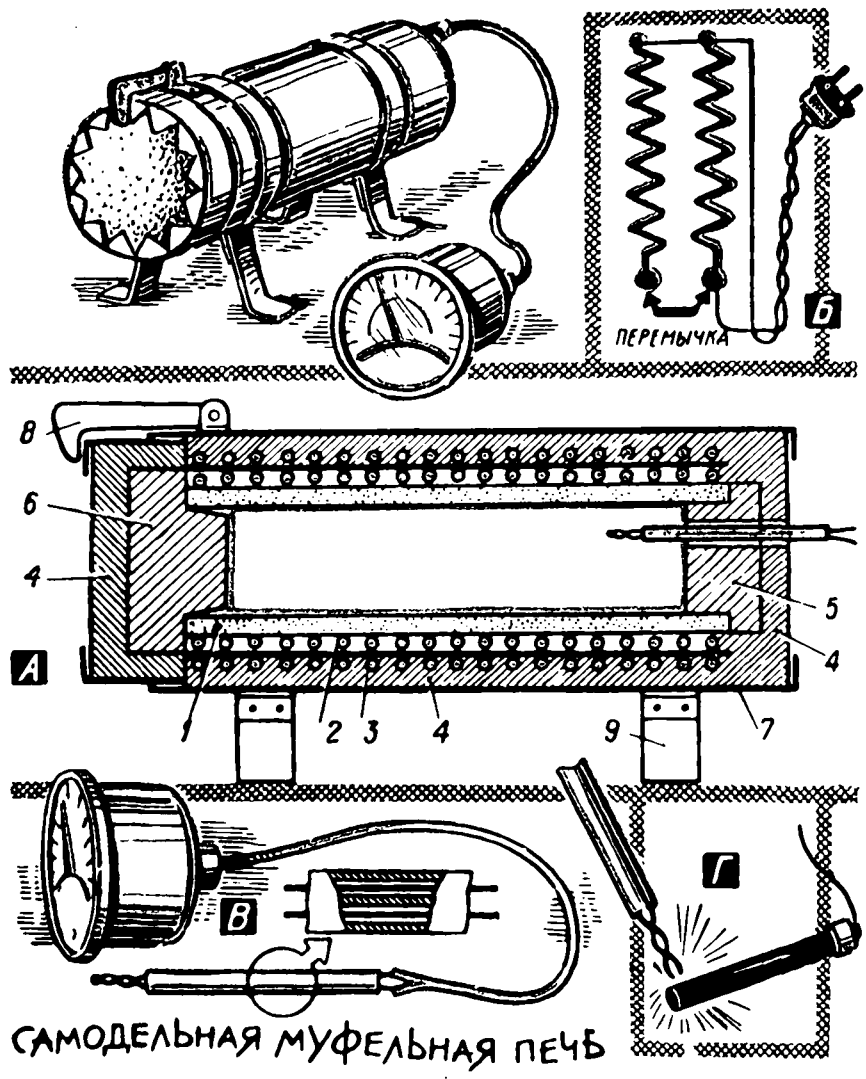
С одного из торцов трубы 1 ставим керамическую заглушку 5 с отверстием для термопары. Вторая заглушка 6 на другом торце будет служить крышкой печи. Обе заглушки «утепляем» четырьмя-пятью слоями асбеста. Если под рукой не окажется подходящей керамики, заглушки придется изготовить из какого-либо формовочного материала для высоких температур, описанного выше.

В изготовленный из жести кожух 7 (для швов пригоден односторонний замок) укладываем получившуюся конструкцию. Крышка-

заглушка 6 тоже должна иметь кожух и свободно удаляться при откидывании запирающего крючка 8. Ножи в печке делаем из стальной полосы; эти ножи 9 — съемные. Электрическая схема соединения должна предусматривать включение одной спирали или сразу двух вместе (рис. 44,Б).

При включении спирали 1 температура в печи будет подходящей для отпуска стальных деталей и отжига деталей из цветных металлов. При включении обеих спиралей (1 и 2) в печи можно закалять и отжигать стальные детали.

Температуру в печи будем измерять термоэлектрическим тер-



САМОДЕЛЬНАЯ МУФЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ

Рис. 44.

А — общий вид и разрез; Б — электрическая схема; В — термоэлектрический термометр; Г — сварка термопары; 1 — керамическая труба; 2 — первая спираль; 3 — вторая спираль; 4 — асбест; 5 — заглушка; 6 — заглушка-крышка; 7 — кожух; 8 — крючок; 9 — ножи.

мометром. Его система состоит из термопары и измерительного прибора (рис. 44,В). Термопара представляет собою два провода, один из которых сделан из сплава хромель, другой — из сплава алюминель. Провода скручиваем с одного конца, а два других конца подсоединяем вместе к одному из зажимов трансформатора напряжением 4—8 В (это может быть лабораторный автотрансформатор ЛАТР или трансформатор мощностью 80—100 Вт). Со второго зажима напряжение подаем на угольный стержень от карманной батарейки (рис. 44,Г). Скрученными проводами термопары касаемся угольного стержня, в результате чего провода в месте крутки свариваются. На месте сварки образуется металлический шарик.

Оба провода термопары помещаем в фарфоровую трубочку с двумя сквозными отверстиями или изолируем друг от друга еще как-нибудь, затем подключаем их к измерительному прибору. Термопару в фарфоровой трубочке через специальное отверстие в заглушке 5 вводим в печь.

Заменяем измерительную шкалу прибора на новую (прибором в нашей термоэлектрической системе может служить милливольтметр с крупной шкалой, имеющей максимум измерения 50 мкВ). Градуируем новую шкалу в градусах Цельсия. Для этого помещаем в печь гипсовую пластинку с укрепленными на ней проволочками или полосками из свинца, цинка, алюминия, меди. Включаем печь на разогрев и следим за стрелкой подключенного к термопаре прибора. Как только начнет плавиться свинец, делаем на шкале прибора первую засечку; она соответствует 327°C. Расплавление цинка дает вторую засечку — 419°C, алюминия — 660°C и меди — 1083°C. (Цинк следует брать от стаканчиков сухих элементов, иначе назы-

ваемых батарейками для карманного фонаря, медь и алюминий — в жилах проводов или кабелей, а свинец — из оболочки кабеля.) На шкале получается пять засечек: одна — в начале шкалы и четыре других — от точек плавления. Разбиваем равномерно шкалу на пропорциональные деления, учитывая все полученные засечки. Удобно иметь «цену» малого деления, равную 10°C, а крупных делений — 50 и 100°C соответственно.

Хромель-алюмелевая термопара позволяет градуировать прибор равномерно, а измерение температуры с ее помощью осуществимо в пределах от комнатной до 1300°C.

Отпуск. Термический процесс, называемый отпуском, представляет собой нагрев закаленной стальной детали до относительно небольших температур и последующее охлаждение детали на воздухе или вместе с печью. Отпуск снимает в детали все внутренние напряжения, а иногда изменяет и микроструктуру закаленной детали, например, превращая мартенсит в сорбит или тростит.

Снятие внутренних напряжений производят нагревом детали до 150—250°C и охлаждением ее на открытом воздухе. Полное снятие напряжений происходит при нагреве закаленной на партенсит детали до 300—400°C; при охлаждении этой детали на воздухе структура ее переходит в троститную.

Снятие напряжений в мартенситной и троститной деталях производят их нагревом до 500—650°C и постепенным охлаждением их на открытом воздухе. Основное требование к процессу — это точное соблюдение температуры отпуска и выдержка детали при этой температуре от 30 до 60 мин. (в зависимости от размеров детали). Скорость охлаждения на

воздухе особого значения не имеет.

При наличии термомпары с измерительным прибором контроль за температурой при отпуске не представляет труда. Если же термометр отсутствует, температуру разогрева деталей определяют по их цвету: на тщательно зачищенной детали в результате нагрева образуются окисные пленки различных цветов. Каждый цвет окисной пленки соответствует определенной температуре, потому что при разных температурах толщина пленки различна и она по-разному преломляет свет. Цвет этих радужных пленок называют цветом побежалости, для углеродистых сталей он меняется так (температура дана в °C):

- светло-желтый (соломенный) . . . 220;
- желтый 230;
- темно-желтый 240;
- коричневый 255;
- коричнево-красный 265;
- пурпурно-красный 275;
- фиолетовый 285;
- васильковый 295;

- светло-синий 310;
- серовато-синий 315—325;
- серый 330.

Обнаружив по цветам побежалости, что деталь нагрета до требуемой температуры, извлекаем ее тут же из зоны нагрева. Особенно строго надо следить за нагревом мелких деталей; удобнее всего отпускать их на стальной болванке, следя за цветами побежалости, появляющимися на самой болванке.

На легированных сталях цвета побежалости появляются соответственно при более низких температурах (на 20—30°C ниже).

В табл. 11 приведены данные о режиме отпуска для некоторых видов инструмента и деталей машин.

Отжиг. Закаленную или отпущенную деталь обрабатывают лишь абразивным инструментом, другим его попросту обработать невозможно. Но если деталь подвергнуть отжигу, металл «забудет» о том, что проходил закалку, — его свойства станут подобны свойствам

Таблица 11

Температура отпуска, °C	Инструмент и детали, отпускаемые при данной температуре
150—180	Калибры, шаблоны и другой измерительный инструмент. Режущий инструмент из углеродистых сталей: резцы, сверла, метчики, развертки и т. п.
180—200	
200—225	Молотки, штампы, метчики, плашки, мелкие сверла, ланцеты, скальпели и другой хирургический инструмент.
225—250	Пробойники, буры, плашки, метчики, сверла для мягкой стали или чугуна, чертилки, резцы, режущий и рубящий хирургический инструмент, перочинные ножи.
250—280	Сверла, метчики для меди и алюминия, зубила для стали и чугуна, пробойники, ударный инструмент, резцы по дереву, топоры, столовые ножи.
280—300	Зубила, инструмент для обработки древесины, часовые пружины.
310—330	Различные пружины, пилы по дереву.
400—500	Рессоры, ковочные штампы.
500—650	Детали и инструмент, работающие при больших нагрузках.

первоначальной, «сырой», заготовки.

Сущность отжига заключается в разогреве стальной закаленной детали до определенной температуры (см. рис. 42 и табл. 10) и последующем охлаждении ее вместе с печью.

Нагрев детали ведут постепенно за 20—30 мин., затем вместе с печью охлаждают до 500°C, после чего переносят деталь для охлаждения на открытый воздух.

§ 2. ТЕРМООБРАБОТКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

В древности знали не только термообработку стали, но умели закаливать и бронзу. В начале нашего века русский ученый А. А. Байков открыл закалку сплава меди с сурьмой. Затем установили способность принимать закалку у сплавов алюминия, магния, меди, свинца, платины, никеля, золота и других цветных металлов.

Вообще-то говоря, закалка возможна в том случае, если при повышении температуры сплав структурно изменяется. Смысл закалки состоит в том, чтобы структуру, существующую в металле при высокой температуре, сохранить в области комнатных или более низких температур. Не надо думать, что закалка обязательно приводит к упрочнению металла, как это происходит со сталью. При быстром охлаждении сплава золота с медью он приобретает высокую пластичность и мягкость. Наоборот, медленным отжигом его можно сделать твердым и хрупким.

Но это — в целом исключение. Большинство сплавов при отжиге приобретает все-таки пластичность. Именно повышение пластич-

ности нас и будет в данном случае интересовать.

Отжиг цветных металлов снимает в них все напряжения, возникшие в результате наклепа, прокатки, волочения и т. п. Отжиг с успехом используют медики, чеканщики, ювелиры и многие другие специалисты, а также литейщики, отжигающие после литья полученные ими отливки.

Отжиг меди ведут при температуре 500—650°C. Разогретую деталь тут же охлаждают, опуская ее в воду.

Сплавы меди — например, латунь — отжигают при температурах, указанных в табл. 12. Температурный режим отжига некоторых бронз приведен в табл. 13.

Разогретые латунные детали при отжиге охлаждают на воздухе.

Температуры отжига деформируемых алюминиевых сплавов приведены в табл. 14.

Сплавы никеля, наиболее часто встречающиеся в обиходе, отжигают при следующих температурах:

мельхиор МН19	500°C
мельхиор МНЖМц30-0,8-1	750—780°C;
нейзильбер НМц15-20	700—750°C.

После разогрева эти сплавы охлаждают на открытом воздухе.

Цинк и сплавы цинка отжигают при температуре 200—300°C. Охлаждение ведут сразу же на открытом воздухе.

Серебро и все сплавы, содержащие большое количество серебра, отжигают при температуре 650—700°C. Охлаждение ведут в воде. При отжиге длительный разогрев серебра нежелателен, так как при этом изменяется его микроструктура: растет зерно, появляются невидимые глазу микроскопические трещины и пр.

Таблица 12

Марка латуни	Температура отжига, °С	Марка латуни	Температура отжига, °С
Л96	540—600	ЛМц58-2	600—650
Л90	650—720	ЛО90-1	650—720
Л85	650—720	ЛО70-1	560—580
Л80	600—700	ЛО60-1	550—650
Л70	520—650	ЛО62-1	550—650
Л68	620—650	ЛО74-3	600—650
Л62	600—700	ЛС74-1	620—670
ЛА77-2	600—650	ЛС64-2	620—670
ЛАН59-3-2	600—650	ЛС63-3	620—650
ЛН65-5	600—650	ЛС60-1	600—650
ЛЖМц59-1-1	600—650	ЛС59-1	600—650

Таблица 13

Марка бронзы	Температура отжига, °С	Марка бронзы	Температура отжига, °С
Бр. А5	600—700	Бр. Б2	630—750
Бр. А7	650—750	Бр. БНТ1, 7	630—750
Бр. ОЦ4-3	600	Бр. БНТ1, 9	600—750
Бр. ОФ4-0,25	600—650	Бр. ОФ6, 5-0,15	600—650
Бр. АЖ9-4	700—750	Бр. ОСЦ4-4-2,5	600—650
Бр. АМц9-2	650—750	Бр. АЖМц10-3-1,5	650—750
Бр. КМц3-1	600—680	Бр. АЖН10-4-1	700—750
Бр. КН1-3	650—750	Бр. Мц5	630—750

Таблица 14

Марка сплава	Температура отжига, °С	Охлаждающая среда	Марка сплава	Температура отжига, °С	Охлаждающая среда
АД	350—420	Воздух	АВ	340—370	Воздух
АД1	350—420	Воздух	АК	Не подвергается	Не подвергается
АМг	350—410	Воздух, вода	АК2	350—460	Воздух
АМц	350—420	То же	АК4	350—400	„
АМг5	340—370	Воздух	АК6	350—400	„
Д1	340—370	„	АК8	350—400	„
Д6	340—370	„	В95	360—390	Охлаждение с печью
Д16	340—370	„	АМг3	350—420	Воздух
Д1П	340—370	„	ВД17	350—460	„
ДЗП	340—370	„	АМг6	310—335	„
Д16П	340—370	„	Д20	350—420	„
Д18	340—370	„	—	—	—

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая эту книгу, мы должны вновь повторить, что она не может заменить собою обширного круга чтения по металлам и металлообработке, который можно найти во многих библиотеках или книжных магазинах.

В каждом деле есть своя техника безопасности — не игнорируйте ее. Хотя никакие самые строгие правила не могут предусмотреть всего многообразия жизненных ситуаций.

И все же правила техники безопасности позволяют уберечь людей от несчастных случаев. Например, работая с электрическими приборами и установками (при сварке, пайке металла), нелишне помнить следующее:

— электрическое напряжение выше 40 В опасно для жизни;

— работы, связанные с монтажом и наладкой электрических устройств и приборов, производят только на выключенной (обесточенной) аппаратуре;

— в том случае, когда отключить ток почему-либо нельзя, используют обязательно безопасный инструмент (с изолированными ручками), резиновые перчатки и т. п., а под ноги подкладывают резиновый коврик;

— все электрические работы ведут только в сухой одежде и сухими руками;

— корпуса электроприборов и

устройств (дрелей, моторов и пр.) надежно заземляют.

Все литейные, закалочные и термические работы, а также пайку и сварку металлов выполняют в защитных очках, рукавицах и фартуках. Защитные очки необходимы и при работе на станках, наждачных кругах, при опиловке металла и т. д. Если металлическая стружка или опилки все же попали в глаза, не пытайтесь удалить их сами — обращайтесь немедленно к врачу.

В нашей книге приводится ряд технологий, осуществление которых требует использования химикатов и реактивов, опасных или вредных для здоровья человека. Эти химикаты выделены шрифтом. Работая с ними, не забудьте:

— кислоты и щелочи при попадании на кожу человека вызывают ожоги. Особенно опасно попадание их в глаза. Поэтому обезопасьте себя защитными очками, фартуком и рукавицами или резиновыми перчатками;

— вдыхание паров кислот и щелочей и некоторых растворителей пользы здоровью не приносит; старайтесь при работе с ними по возможности отворачивать голову; работайте в хорошо проветриваемом помещении;

— при изготовлении растворов

кислоту следует вливать в воду, а не наоборот, иначе в результате реакции произойдет сильное разбрызгивание кислоты;

— кислоту, попавшую на кожу, надо немедленно присыпать пищевой содой или промыть крепким раствором соды (если кислота попала в глаза), а потом это место на коже промыть чистой водой несколько раз. Перед работой надо позаботиться о соде или ее растворе, чтобы он всегда был под рукой;

— попавшую на кожу щелочь промывают 3—5-процентным раствором кислоты и смывают все во-

дой. Слабую кислоту также следует иметь под рукой;

— ни в коем случае нельзя допускать попадания вредных для человека химикатов на кухонные столы, в пищу и т. д. Нельзя также для работы с химикатами пользоваться пищевой посудой — следует обзавестись специальными бачками, бутылками, кюветами и пр.

В наших правилах не предусмотрены еще многие меры безопасности, поэтому металлообработку следует производить с предельной осторожностью, чтобы не повредить своему здоровью или здоровью близких.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Различные наименования одних и тех же химикатов и возможные места их приобретения

Научное наименование	Другое (или бытовое) наименование	Место приобретения
Азотнокислое серебро	Ляпис *	а
Азотистокислый натрий	Нитрит натрия	х
Азотнокислый натрий	Нитрат натрия	х
Азотнокислый цинк	Нитрат цинка	х
Алебастр	Строительный гипс	хоз
Алюмокалиевые квасцы	Алюминиевые квасцы	ф, х
Амилацетат	Грушевая эссенция	ф, х
Аммиак (водный раствор)	Нашатырь, нашатырный спирт	а, х, хоз
Бутиловый спирт	Бутанол	х
Виннокислый калий	Винный камень	х
Виннокислый калий — натрий	Сегнетова соль	х
Гексаметилентетрамин	Уротропин	х, а
Глюкоза	Виноградный сахар	х, п
Винная кислота	Виннокаменная кислота	х
Двууглекислый натрий	Бикарбонат натрия, углекислая (питьевая) сода	п, а, х
Двухромовокислый калий	Хромпик калиевый	ф, х
Двухромовокислый натрий	Хромпик натриевый	х
Едкий натр	Каустическая сода, каустик	х, хоз
Железистосинеродистый калий	Желтая кровяная соль	х
Железосинеродистый калий	Красная кровяная соль	ф, х
Кремнекислый натрий	Силикат натрия, жидкое стекло	к
Лактоза	Молочный сахар	х
Метилвиолет	Фиолетовые чернила (порошок)	к, хоз
Метиловый спирт	Метанол	х, хоз
Оксид магния	Жженая магнезия	х, а
Парадиоксибензол	Гидрохинон	ф, х
Полихлорвинил (эмульсионный)	Игелит	х
Сернокислое железо	Железный купорос	х, хоз
Сернокислая медь	Медный купорос	х, хоз
Терпентинное масло	Живичный скипидар	худ, хоз
Тетраборнокислый натрий	Бура	х, хоз
Тиосульфат натрия	Гипосульфит (натрия)	ф, х

Научное наименование	Другое (или бытовое) наименование	Место приобретения
Углекислый калий	Карбонат калия, поташ	ф, х
Углекислый натрий	Сода кальцинированная (бельевая)	х, хоз
Уксусная кислота	Уксусная эссенция	х, п
Уксуснокислый натрий	Ацетат натрия	х
Уксуснокислый свинец (средний)	Свинцовый сахар	х
Фенолфталеин	Пурген**	х, а
Формальдегид (раствор)	Формалин	х, а
Фосфорнокислый натрий	Тринатрийфосфат	х, хоз
Фтористоводородная кислота	Плавиновая кислота	х
Хлористый аммоний	Нашатырь***	х, хоз
Хлористый натрий	Поваренная (пищевая) соль	х, п
Хлористый цинк	Травленая (паяльная) кислота	х
Церезин (очищенный)	Монтан-воск	а
Этилен хлористый	Дихлорэтан	х
Этиловый спирт	Этанол, винный спирт	а

Обозначения:

а — аптеки; п — продовольственные магазины; к — магазины канцелярских товаров; ф — фотомагазины; х — магазин химреактивов; хоз — хозяйственные магазины; худ — магазины художественные.

Примечания:

* Ляпис, который продают в

аптеках, состоит из одной весовой части азотнокислого серебра и двух весовых частей азотнокислого калия.

** Пурген — смесь сахарной пудры и фенолфталеина.

*** В обиходе нередко путают нашатырь (хлористый аммоний) и нашатырный спирт (водный раствор аммиака).

Приложение 2

Физические характеристики некоторых металлов

Название металла	Температура плавления, °С	Удельный вес, г/см ³
Алюминий	660	2,70
Висмут	271	9,75
Железо	1530	7,86
Золото	1063	19,30
Кадмий	321	8,65
Медь	1083	8,90
Никель	1452	8,90
Олово	232	5,36
Свинец	327	11,34
Серебро	960	10,50
Сурьма	630	7,26
Хром	1550	7,14
Цинк	419	7,14

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алюминий и его сплавы — 22
Алюминий, оксидирование — 102
Вокорезы — 40
Бронза — 19
Верстак — 56
Верстак, освещение — 56
Винтовые соединения — 67
Винты — 52
Винты самодельные — 69
Висмут — 24
Высечка — 43
Гайки — 53
Гайки, контровка — 68
Гипс — 54
Гипс, приготовление — 55
Гипсовая форма — 55
Гипс, ускорение схватывания — 55
Глубиномер — 28
Гофрилка, гофр — 44, 75
Декапирование — 94
Доска волоочильная — 81
Дрель — 33
Жестяничные работы — 72
Закалка стали — 112—115
Заклепки — 53
Заклепки, изготовление — 54
Заклепочные соединения — 69
Зенкер — 38
Забойна — 43
Зубило — 32
Инструмент, размещение — 56, 57
Кадмий — 24
Кернер — 30
Киянка — 43
Киянка комбинированная — 43
Ключ гаечный — 41
Ключ гаечный, торцовый — 41
Ковш литейный — 45
Кондуктор — хранилище сверл — 58
Крейцмейсель — 32
Кронциркуль — 28
Круглогубцы — 40
Латунь — 21
Линейка измерительная — 26
Литье металлов — 107
Лист металлический, обработка — 43
Лобзик слесарный — 31
Ложка плавильная — 45
Лом жестяничный — 43
Машинка прокатная — 82, 83
Меднение — 98
Медничные работы — 75
Медь — 18
Металлические покрытия — 95
Металлы — 8
Мартенсит — 113
Метчик — 36
Микрометр — 28
Модели литейные — 103
Моделировочные материалы — 54
Молоток-гладильник — 44
Молоток жестяничный — 43
Молоток слесарный — 40
Молотки деревянные — 43
Муфельная печь — 116
Надфиль — 33
Напильники — 32
Напильники, восстановление — 33
Напильники, чистка — 33
Никелирование — 95
Ножницы по металлу — 41, 63
Ножовка любительская — 30
Ножовка слесарная — 30
Нониус — 26
Нутромер — 28
Обезжиривание — 93
Окрашивание алюминия
химическое — 101
Окрашивание никеля
химическое — 102
Окрашивание серебра
химическое — 102
Окрашивание стали
химическое — 99
Олово — 24
Опиловка — 84
Оправки медничные — 44
Острогубцы — 40
Отвертка — 41
Отвертка, размеры — 41
Отжиг — 113
Отжиг алюминия — 120
Отжиг бронзы — 120
Отжиг меди — 120
Отжиг никеля — 120
Отжиг стали — 113, 119
Отпуск стали — 118
Очистка металла — 93

- Пайка — 91
Пайка мягкими припоями — 91
Пайка твердыми припоями — 91
Пассивирование — 94
Паста «Крокус» — 51
Пасты полировальные — 51
Пасты полировальные
 самодельные — 51
Пасты ГОИ — 51
Паяльник — 43, 45
Паяльные пасты — 90
Печь муфельная самодельная — 116
Пистоны — 53
Пистоны, изготовление — 54
План-шайба — 77
Плашка — 37
Плоскогубцы — 40
Плоскогубцы комбинированные — 40
Побежалости цвета — 119
Подготовка под покрытие — 93
Покрытия декоративные — 93
Полирование — 51
Полировочные материалы — 51
Порошки шлифовальные — 50
Припой — 80
Пробойник — 41
Проволока, гибка — 80
Проволока, рихтование — 80
Пружины — 80
Развертка — 36
Разливка металла — 107
Разметка — 61
Резак по металлу — 63
Резка металла — 63, 64
Резьба, определение — 29
Резьба, нарезка — 36
Рейсмус самодельный — 30
Рейсмус слесарный — 30
Рихтовка — 80
Сверла — 34
Сверло перочное, изготовление — 34
Сверление отверстий под углом — 66
Свинец — 23
Серебрение — 98
Сорбит — 113
Составы разделительные — 104
Стали, сорта — 10
Стали, применение — 14
Стали, цвета каления — 115, 116
Стойка — 76
Струбцина слесарная — 39
Техника безопасности — 122
Тигель — 45
Тиски — 38
Тиски, установка — 64
Токарные работы — 66, 67
Тростит — 113
Трубки, гибка — 77
Трубки, резка — 79
Угломер самодельный — 28
Угломер универсальный — 28
Укладка для сверл, метчиков — 58
Фальц — 72
Флюсы — 86
Формы литейные — 104
Формы особопрочные — 106
Фрезерование дрелью — 67
Фрезерование торцевой фрезой — 67
Химикаты, наименование — 124
Цанга — 66, 67
Цапфенбор — 63
Цвета побежалости — 119
Цепочки — 80
Циркуль слесарный — 29,30
Чертилка — 30
Шайба — 69
Шкурка шлифовальная — 49
Шкурка шлифовальная,
 применение — 50
Шлифование 50, 85
Шлифование осей — 85
Шпилька — 52
Шплинт — 68, 69
Штангенциркуль — 26
Ящик-укладка для
 инструмента — 77

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Людвиг Андреевич Ерлыкин

Оформление серии
Ольги Кондаковой

Рисунки
Б. Белова

ПОСЛУШНЫЙ МЕТАЛЛ

ИВ № 5800

Ответственный редактор
Л. А. Румянцева
Художественный редактор
Т. М. Токарева
Технические редакторы
Т. П. Тимошина
и *Е. В. Бугашина*
Корректоры
Т. А. Нарышкина
и *А. П. Саркисян*

Сдано в набор 22.01.85. Подписано к печати 25.10.85.
А14635. Формат 70×100^{1/16}. Бум. офсетная № 1. Шрифт
школьный. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,4. Усл. кр.-отт.
21,78. Уч.-изд. л. 9,61. Тираж 100 000 экз. Заказ № 240.
Цена 50 коп.

Орден Трудового Красного Знамени и Дружбы народов
издательство «Детская литература» Государственного ко-
митета РСФСР по делам издательства, полиграфии и книж-
ной торговли. 103720, Москва, Центр, М. Черкасский
пер., 1.

Калининский ордена Трудового Красного Знамени поли-
графкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР
Росглаволиграфпрома Госкомиздата РСФСР. 170040,
Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.

Ерлыкин Л. А.

Е71 **Послушный металл: Научно-популярная лит-
ра/Рис. Б. Белова.—2-е изд.—М.: Дет. лит.,
1985.—127 с., ил.—(Знай и умей).**

В пер.: 50 к.

Практическая книга, в которой содержатся советы и рекомендации
школьникам по работе с металлами.

Е 4802020000—542 074—85
М101(03)85

ББК 34.6я92
СП4 (072)



ИЗДАТЕЛЬСТВО · ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА ·

