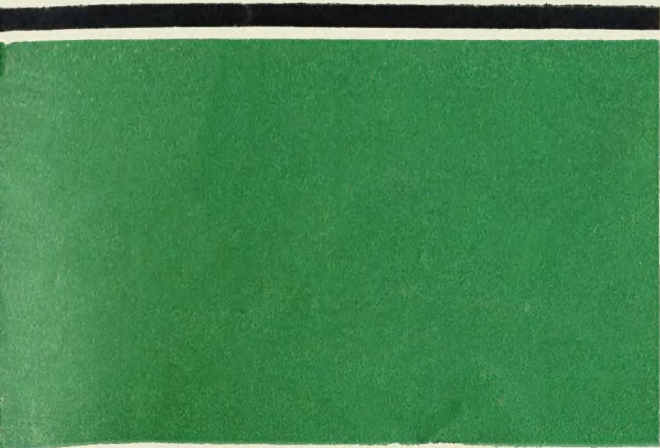




**Б**ИБЛИОТЕЧКА  
**С**ЕЛЬСКОГО  
**Р**ЕМОНТНИКА

**МЕДНИЦКО-  
ЖЕСТЯНИЦКИЕ  
РАБОТЫ**



Библиотечка  
Сельского  
Ремонтника

---

В. А. АФАНАСЬЕВА, А. В. ГОРОХОВ,  
В. А. ГОРОХОВ

# МЕДНИЦКО-ЖЕСТЯНИЦКИЕ РАБОТЫ

РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ

М О С К В А  
1 9 7 3

631.3

A94

УДК 631.3+62—77

© Россельхозиздат, 1973

A  $\frac{0421-033}{M104-03-73}$  75—73

## СТАЛИ

---

**С**талями называются сплавы железа с углеродом, содержащие до 1,7% углерода.

В зависимости от химического состава стали бывают углеродистые и легированные.

В углеродистых сталях основным легирующим элементом является углерод. Легированные стали, кроме того, содержат специально введенные легирующие элементы (хром, никель, молибден, вольфрам), улучшающие их свойства.

### Углеродистые стали

По способу производства стали бывают мартеновские, бессемеровские (конверторные), электростали и др. При маркировке стали способ производства указывают буквами: М — мартеновская, Б — бессемеровская. Например, Мст.3 — сталь мартеновского производства.

По степени раскисленности стали делятся на кипящую, спокойную и полуспокойную.

Кипящая сталь (КП) не полностью раскислена в печи и при разливке продолжает кипеть.

Спокойная сталь (СП) полностью раскислена. Она отличается лучшим качеством, чем кипящая. Имеет более однородное строение, меньше склонна к старению и переходу в хрупкое состояние при работе на морозе.

Полуспокойная сталь занимает промежуточное положение.

По качеству сталь бывает обыкновенная и качественная.

Сталь обыкновенного качества поставляется по ГОСТу 380—60. В зависимости от назначения и гаранти-

**Химический состав и свойства углеродистой стали  
обыкновенного качества**

Марка стали	Химический состав, %					Механические свойства	
	углерод	марганец	кремний	сера	фосфор	предел прочности, кг/мм <sup>2</sup> (н/мм <sup>2</sup> )	относительное удлинение, %
Ст. 0	До 0,23	—	—	0,060	0,070	32—47 (314—460)	18—22
Ст. 1	0,06—0,12	0,25—0,50	Не более 0,05	0,055	0,045	32—40 (314—380)	28—33
Ст. 2	0,09—0,15	0,25—0,50	Не более 0,07	0,055	0,045	34—42 (333—410)	26—31
Ст. 3	0,14—0,22	0,40—0,65	0,12—0,30	0,055	0,045	38—47 (372—460)	23—27
Ст. 4	0,18—0,27	0,40—0,70	0,12—0,30	0,055	0,045	42—52 (410—510)	21—25
Ст. 5	0,28—0,37	0,50—0,80	0,15—0,35	0,055	0,045	50—62 (490—610)	17—21
Ст. 6	0,38—0,49	0,50—0,8	0,15—0,35	0,055	0,045	60—72 (590—706)	13—15
Ст. 7	0,50—0,60	0,55—0,85	0,15—0,35	0,055	0,045	70—80 (690—785)	9—11

руемых характеристик сталь подразделяется на три группы.

Группа А поставляется по механическим свойствам.

Группа Б поставляется по химическому составу.

Группа В поставляется по механическим свойствам и химическому составу.

Химический состав и свойства углеродистой стали обыкновенного качества приведены в таблице 1.

Качественная сталь (ГОСТ 1050—60) по сравнению со сталью обыкновенного качества содержит пониженное количество вредных примесей серы и фосфора.

Качественные углеродистые стали маркируются цифрами, обозначающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. Например, ст. 10, ст. 15 и ст. 25 содержат соответственно десять, пятнадцать и двадцать пять сотых процента углерода. Кроме стали с нормальным содержанием марганца (0,25—0,80%) к качественным углеродистым сталям относятся стали с повышенным содержанием марганца (0,70—1,20%) марок 15Г, 30Г, 60Г, а также стали, легированные сотыми долями процента бора, титана и циркония (08Т, 30Т, 40Р).

По содержанию углерода различают следующие виды стали:

низкоуглеродистые стали (до 0,25% углерода) термообработкой не упрочняются. Температуры отжига и нормализации их — 880—890°.

Среднеуглеродистые стали (от 0,26 до 0,45% углерода) подвергаются термической обработке. Рекомендуемые режимы термообработки для некоторых марок стали приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Рекомендуемые режимы термообработки**

Марка стали	Закалка		Отпуск	Отжиг и нормализация
	температура нагрева, °С	закалочная среда		
Ст. 35	850—870	Масло	450—500	850—900
Ст. 40	840—860	"	475—525	840—860
Ст. 45	830—850	"	470—620	830—850
Ст. 50	810—830	"	600—620	810—830

Высокоуглеродистые стали (от 0,46% углерода) при медницко-жестянических работах не применяют.

## Легированные стали

По содержанию легирующих элементов стали делятся на низколегированные, среднелегированные и высоколегированные. Низколегированные стали (ГОСТ 5058—57) содержат до 2% каждого легирующего элемента при суммарном содержании легирующих не больше 5%; среднелегированные стали (ГОСТ 4543—61) — от 2 до 5% каждого легирующего элемента, при суммарном содержании от 5 до 10%; высоколегированные стали (ГОСТ 5632—61) — каждого легирующего элемента не менее 5% при суммарном содержании свыше 10%. По назначению стали бывают конструкционные, инструментальные, шарикоподшипниковые, коррозионностойкие (нержавеющие), жаростойкие.

Маркируются стали буквами и цифрами: первая цифра, стоящая перед буквами, обозначает содержание углерода в сотых долях процента, буквы — легирующие элементы, а числа после букв — примерное содержание элемента, если оно превышает 1%.

Для легирующих элементов приняты следующие обозначения: Б — ниобий, В — вольфрам, Г — марганец, Д — медь, К — кобальт, М — молибден, Н — никель, Р — бор, С — кремний, Т — титан, Ф — ванадий, Х — хром, Ю — алюминий.

Буква А в конце маркировки означает, что сталь содержит пониженное количество серы и фосфора и является высококачественной. Например, сталь 18Х2Н4ВА содержит 0,18% углерода, 2% хрома, 4% никеля и меньше 1% вольфрама. Сталь высококачественная.

В инструментальных сталях первая цифра показывает содержание углерода в десятых долях процента. Быстрорежущие стали обозначают буквой Р и цифрой, показывающей содержание в них вольфрама. Легированные стали при медницко-жестянических работах применяют редко, за исключением нержавеющей стали типа 1Х18Н9Т, термообработка которой заключается в закалке при температуре 1050—1100° в воде или на воздухе.

## ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

---

### Алюминиевые сплавы

**А**люминиевые сплавы делятся на деформируемые и литейные. Из деформируемых сплавов изделия изготавливают штамповкой, гибкой, прессовкой, ковкой. Большинство деформируемых сплавов (дюралюминий, сплавы АК, сплавы АВ, В-95) упрочняют термообработкой. Деформируемые сплавы АМц, АМг, АМг-3, АМг-6 упрочняются нагартовкой. Литейные сплавы хрупки и не деформируются.

При закалке дюралюминий нагревают до температуры  $500 \pm 10^\circ$ , выдерживают и охлаждают в воде (желательно проточной) с температурой  $10\text{--}20^\circ$ . Прочность металла повышается постепенно, этот процесс называется старением. Старение при комнатной температуре в течение нескольких суток — естественное старение. При нагреве металла до  $160^\circ$  время старения уменьшается до 3—4 час., и такое старение называется искусственным. Для упрочнения обычно применяется естественное старение, так как при искусственном старении снижаются устойчивость против коррозии и механические свойства металла. При температуре, близкой к  $0^\circ$ , процесс старения задерживается. Поэтому детали, которые не могут быть обработаны сразу после закалки, помещают в ящик со льдом.

**Отжиг.** Дюралюминий нагревают до температуры  $350\text{--}370^\circ$ , выдерживают при этой температуре и медленно охлаждают на неподвижном воздухе. Продолжительность выдержки 30—60 мин. (в зависимости от толщины материала).

Отжиг сплавов АМц и АМг, не подвергаемых закалке, заключается в нагреве до  $350\text{--}410^\circ$  и охлаждении на воздухе.

Состояние поставки алюминиевых сплавов указывают буквой в конце написания марки: М — отожженные, Т — закаленные, Н — нагартованные, П — полунагартованные. Например, Д16АТ обозначает дюралюминий марки Д16 повышенного качества, закаленный. Дюралюминий отличается низкой коррозионной стойкостью. Для защиты от коррозии его покрывают тонкой пленкой алю-



миния — плакируют или подвергают гальванической обработке — анодируют. Толщина этих пленок очень мала, поэтому при обработке сплавов с листами надо обращаться осторожно, не царапая их и не допуская попадания на их поверхность влаги, кислот и щелочей.

## Медные сплавы

К сплавам меди относятся латуни и бронзы. Латунь — сплавы меди с цинком. Двухкомпонентные латуни обозначают буквой Л и цифрой, показывающей содержание меди в сплаве. Например, Л62 — латунь, содержащая 62% меди.

Латунь с 9—10% цинка называется томпак, а с 20—22% — полутомпак.

Легирующие элементы в латуни и бронзе обозначают: А — алюминий, Б — бериллий, Ж — железо, Мц — марганец, Н — никель, О — олово, С — свинец, Ц — цинк, Ф — фосфор. Например, ЛМц 58-2 — марганцовистая латунь, содержащая 58% меди и около 2% марганца.

Бронзы — сплавы меди с оловом и некоторыми легирующими элементами. Обозначаются они Бр, затем идут буквы элементов, введенных в бронзу, и цифры, указывающие процентное содержание их. Например, БрАЖ9-4 — алюминиево-железная бронза, содержащая 9% алюминия и 4% железа.

Основной вид термической обработки латуней — отжиг, при котором латунь нагревают до температуры 600—650°, выдерживают при этой температуре не менее 1 часа и охлаждают на воздухе. Режимы термической обработки некоторых марок специальных бронз приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Режимы термообработки бронз**

Марка бронзы	Закалка		Температура отжига, °С
	температура нагрева, °С	охлаждающая среда	
БрАЖ9-4	850	вода	700—750
БрАЖМц10-3-1,5	850	•	700—750
БрАЖН10-4-4	900 ± 10	•	700—750
БрКН1-3	875	•	700
БрБ2	780—800	•	70

## **ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ**

---

**П**ри жестяницких работах применяют измерительный и разметочный, режущий, ударный, опорный и вспомогательный инструменты.

В группу измерительного и разметочного инструмента входят: линейка, складной метр, рулетка, угольники стальные, транспортир, угломеры, штангенциркуль, циркуль, чертка, чертилка, кернер и рейсмус.

В группу режущего инструмента входят ручные ножницы, ножовка ручная, напильники и кусачки.

Ручные ножницы предназначаются для резки листового материала: с прямыми лезвиями по прямой линии и с кривыми лезвиями по криволинейному контуру. Существуют правые и левые ножницы. У правых ножниц верхний нож расположен с правой стороны, а у левых — с левой.

Режущие лезвия ножниц при закрывании должны проходить одно около другого с небольшим трением, так как при наличии зазора между лезвиями разрезаемый материал сминается, а иногда и затягивается в этот зазор.

К группе ударного и опорного инструмента относят деревянный молоток, наводильник, гладильник, выколоточные молотки, наковальни, оправки, стойки, скребки и шпераки.

### **Ударный инструмент**

К ударным инструментам предъявляются следующие требования: рабочие поверхности тщательно полируют, так как наличие неровностей на поверхности ударного инструмента служит причиной возникновения засечек и царапин на поверхности изготавливаемого изделия; рабочую часть металлических молотков закаляют; молотки прочно насаживают на ручку; ручки должны иметь овальную форму и гладкую поверхность без сучков, выбоин и других дефектов.

Деревянный молоток (киянку) изготавливают из твердых пород дерева, пластмассы и резины и применяют для правки листов, посадки гофра, отбортовки кромок, образования фальца. Размеры молотка подбирают в зависимости от размера детали. Кроме молотков с плоскими рабочими поверхностями, имеются фасонные молотки со сферической и другими поверхностями.

Наводильник служит для посадки гофра, отбортовки кромок и разводки деталей, изготавливается из углеродистой инструментальной стали.

Гладильник необходим для правки сильно покоробленных мест и проковки листов.

Выколоточные молотки (шариковые) двусторонние и односторонние со сферическими бойками предназначены для выколотки вручную изделия с шарообразной поверхностью.

## **Опорный инструмент**

Опорный инструмент должен иметь отполированную рабочую поверхность. Рабочая часть его закалена и отпущена к хвостовой части.

Кованые и сварные наковальни различных форм применяют для правки листов, загибания кромки в углах, отбортовки. Изготавливают их из инструментальной стали У7. У сварных наковален хвостовик делают из обычной конструкционной стали, а рабочую часть — из инструментальной, так как в дальнейшем она подвергается закалке и отпуску. Во время работы наковальни закрепляют в тисках или деревянных подставках.

Оправки (рельсовая оправка, брус и верстачный угольник) необходимы в тех же случаях, что и наковальни. Изготавливают их из углеродистой стали.

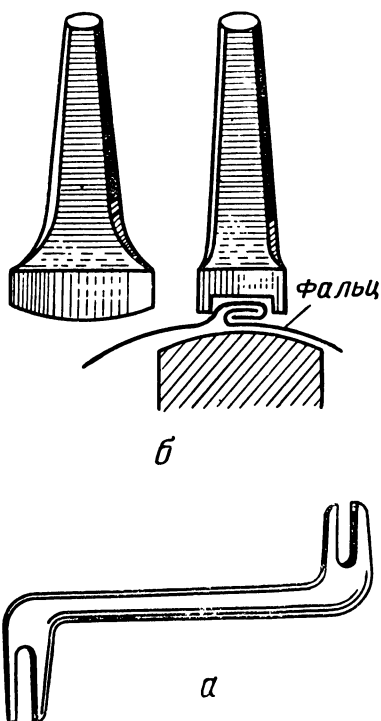
Стойки разнообразных форм и размеров предназначены для выколотки шаровых поверхностей, правки днищ, бортиков и круглых деталей. Изготавливают стойки из инструментальной стали.

Скребки используют при гибке, закатывании проволоки. Изготавливают их из инструментальной стали. Во время работы закрепляют в тисках или деревянных подставках.

Шпераки применяют для правки, гибки и развальцовки труб, правки конусов, загибания кромок. Их изготов-

ляют из инструментальной стали цельными и сварными. Для работы закрепляют в тисках.

В группу вспомогательного инструмента входят круглогубцы, ручные гофрилки, фальцмейсель, тиски ручные, струбины, плита для правки плоскостей и дрели.



Р и с. 1. Вспомогательный инструмент:  
а — гофрилка, б — фальцмейсель

Круглогубцы с закаленными и отполированными губками употребляют для гофрирования металла при его посадке. Для этих же целей применяют ручные гофрилки (рис. 1 а), изготавливаемые из конструкционной стали, рабочая поверхность которых должна быть чисто отполирована.

Фальцмейсель (рис. 1 б) предназначен для уплотнения фальцевых швов.

Тиски ручные применяют для закрепления деталей небольших размеров при опиливании и правке, параллельные тиски — для закрепления деталей большого размера.

Струбцины служат для прижимания деталей к макетам при выколотке и шаблонов к листу при разметке.

Плиту для правки плоскостей изготавливают из чугуна или конструкционной стали. Она должна быть с гладкой поверхностью.

Дрели для сверления отверстий бывают ручные, электрические и пневматические. Подробное описание дрелей приводится в пособиях по слесарным работам.

## Оборудование

Рабочий верстак представляет собой прочный и устойчивый стол, верхняя крышка которого обита мягким войлоком или резиной и окантована уголковым железом. На верстаке установлены тиски, плита для правки плоскостей, стальной брус или рельсовая оправка с полированной рабочей частью. Верстак имеет выдвижные ящики для хранения инструмента и мелких приспособлений и полки для заготовок и материала.

Рычажные ножницы предназначены для разрезания листового материала любой длины по прямой линии. Для отрезания полос одинаковой ширины ножницы имеют упор. Параллельность сторон полосы обеспечивается установленной на столе неподвижной упорной линейкой.

Режущая кромка верхнего ножа изогнутой формы, благодаря чему во время работы угол между лезвием ножа и материалом не изменяется. Противовес на конце держателя ножа предназначен для предупреждения самоопускания верхнего ножа и обеспечивает равномерный нажим на разрезаемый материал. Прижимная планка (прижим) прижимает листовой материал к столу при его резке.

Ножницами можно резать материал толщиной до 1,5 мм с пределом прочности на разрыв, равным 45—50 кг/мм<sup>2</sup>. Наибольшая ширина отрезаемой полосы при работе с упором 460 мм.

Прямолинейное и криволинейное разрезание листового материала проводится вибрационными электрическими ножницами, у которых нижний нож неподвижен, а верхний быстро вибрирует в вертикальном направлении. Положение нижнего ножа по высоте изменяют с помощью регулировочного винта.

Угол заточки лезвий ножей зависит от твердости разрезаемого материала: для стали он равен  $6-7^\circ$ , а для алюминиевых сплавов —  $10-12^\circ$ .

Тупые ножи затачивают только с тыльной стороны, так как при заточке передних граней ножей увеличивается зазор между ними, что приводит к сминанию разрезаемого материала.

Зигмашина (рис. 2) — несложный универсальный станок, состоящий из станины 1, профилировочного механиз-

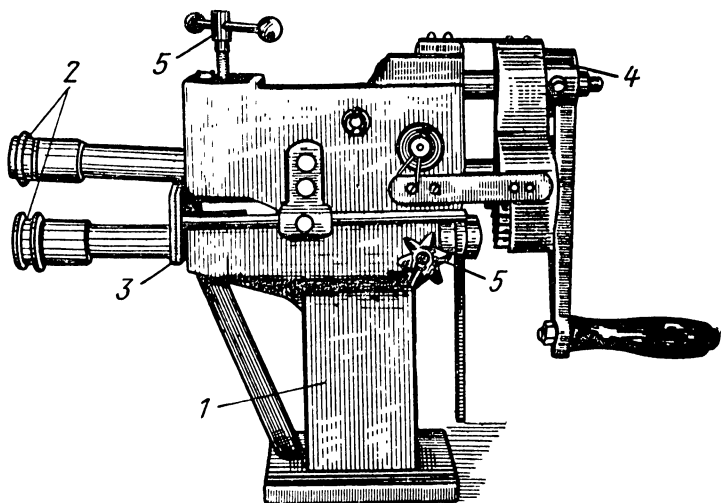


Рис. 2. Зигмашина:

1 — станина; 2 — ролики; 3 — упор; 4 — механизм привода; 5 — регулировочный механизм

ма, имеющего верхний и нижний ролики 2, упора 3, механизма привода 4 и регулировочного механизма 5.

С помощью регулировочного механизма верхний ролик перемещается в вертикальном направлении и нижний в осевом.

В механизм привода ручной зигмашины входят рукоятка и несколько зубчатых колес. От него движение передается на два параллельных вала, вращающихся в противоположные стороны. На выступающих концах валов гайками крепят сменные ролики 2 различной формы и ширины. При вращении ролики захватывают материал и протаскивают его, образуя углубления различной глубины и формы.

В зависимости от формы роликов на зигмашине проводят отбортовку, рифтовку материала и закатывание проволоки. Если вместо роликов на зигмашину установить дисковые ножи, то можно резать материал на прямолинейные и криволинейные полосы.

Упор перемещается в горизонтальном направлении и фиксируется в определенном положении зажимом.

## **ПРАВКА**

---

### **Правка листового материала**

**Л**истовой материал, отобранный для изготовления деталей, имеющий неровности, коробления (хлопуны), волнистость по краям необходимо править. Правка применяется так же после вырезки заготовок из листового материала, после гибки, выколотки, разводки, посадки, закалки, отжига, сварки и пайки.

При ручной правке используются деревянные и слесарные стальные молотки, гладильники и плита для правки.

Материал толщиной от 0,3 до 0,8 мм правят деревянной гладилкой, сделанной из твердых пород дерева (дуб, береза). Рабочая часть гладилки должна быть тщательно зачищена наждачной бумагой во избежание порчи материала (появления задиров, рисок). Перед правкой покоробленные места (хлопуны) обводят карандашом или мелом, после чего лист помещают на плиту выпуклостью вверх и, придерживая его левой рукой, с нажимом разглаживают хлопун от середины к краям. Если хлопун переходит на обратную сторону листа, лист переворачи-

вают выпуклостью вверх и снова разглаживают, повторяя эту операцию до полного выправления листа. Очень мягкие материалы правят на плите круглой болванкой, катая ее по материалу в местах, имеющих выпуклости.

Материал толщиной от 0,8 до 3 мм и выше правят ударами деревянного или стального молотка. Сильно покоробленный материал рекомендуется править гладильником. Если лист покороблен в середине, его кладут на плиту выпуклостью вверх, и, прижимая левой рукой, правой наносят удары вокруг хлопуна. Удары должны наноситься всей плоскостью бойка, так как при ударе боковыми гранями молотка на листе появляются вмятины или пробоины. Нельзя ударять по хлопуна, материал при этом растягивается и выпуклость увеличивается. Первые удары наносят по краям листа вокруг хлопуна, постепенно вытягивая материал вокруг выпуклого места и выравнивая его. Удары должны быть частыми и равномерными, но не сильными. При неравномерных ударах происходит неравномерная растяжка материала, несколько ударов по одному и тому же месту вызывают появление новых хлопунов.

У листа с волнистыми краями правку начинают от середины листа, нанося удары близко один от другого. Ударять по покоробленному месту нельзя, так как материал растягивается и волнистость увеличивается. При переходе к краям листа расстояние между местами ударов увеличивают. Если при правке края листа загнулись вверх, лист переворачивают и продолжают правку.

Для проверки результатов правки берут лист в руки и покачивают его за края или же нажимают рукой на его середину; при этом хлопуны и волнистость краев сразу обнаруживаются.

Если правка осуществлялась стальным молотком, то окончательную доводку листа проводят деревянным молотком на плите.

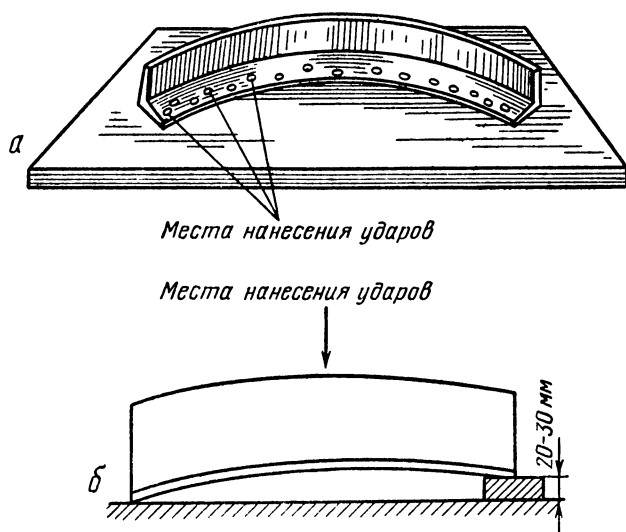
При резке длинные полосы изгибаются по дуге вдоль кромки реза. Править их ударами молотка по выпуклому ребру нельзя, от этого на ребре появляются забоины и полоса искривляется. Такие полосы правят на плите ударами деревянного или стального молотка (гладильника) в зависимости от толщины материала и степени коробления. Первые, более сильные удары, наносят вдоль вогнутой кромки пластины, постепенно ослабляя их силу



по направлению к выпуклой кромке. Пластина выравнивается и несколько увеличивается в размерах за счет вытяжки материала.

### Правка профильного материала

**Правка уголков.** В зависимости от того, в какой плоскости изогнут уголок, применяются различные способы его правки.



Р и с. 3. Правка уголков:  
а — при вогнутой полке, б — при выгнутой стенке

При изгибе уголка, как показано на рисунке 3 а, правку осуществляют ударами стального молотка по сжатой полке уголка, первые, более частые удары, наносят по самой кромке. После нанесения нескольких ударов проверяют выровненность уголка.

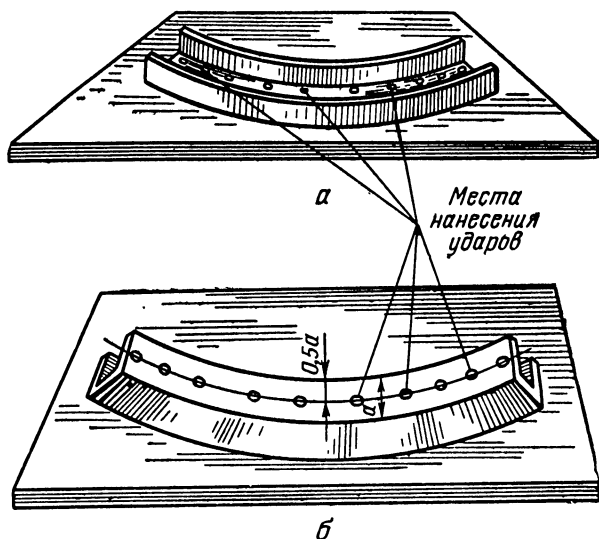
Если уголок изогнут, как изображено на рисунке 3 б, правку проводят после отжига уголка. Отожженный уголок выправляют деревянным или резиновым молотком на плите, подложив под один из его концов дощечку толщиной 20—30 мм. Появившиеся гофры на растянутой полке

уголка необходимо посадить ударами деревянного молотка.

При значительном прогибе уголков их правят с предварительным нагревом.

У винтообразно скрученного уголка один конец зажимают в тиски, а другой плоскогубцами или ручными тисками разворачивают в обратную сторону на угол, несколько больший, чем тот, на который уголок был загнут. Уголок окончательно правят молотком на плите.

**Правку швеллера**, у которого одна полка сжата, а другая растянута, проводят равномерными ударами стального молотка по сжатой стороне стенки швеллера (рис. 4 а). Если от ударов молотка швеллер начинает



Р и с. 4. Правка швеллера:  
а — правка стенки; б — правка полок

выпрямляться, то следующий ряд ударов наносят по сжатой (вогнутой) полке, примерно по ее середине (рис. 4 б). Нельзя ударять по кромке полки, так как в этом случае полка будет изгибаться.

Растянув немного полку, снова ударяют по сжатой стороне стенки швеллера, периодически меняя места ударов, до полного выпрямления всего швеллера.

В случае, когда швеллер покороблен неравномерно или имеет значительный прогиб, правят в тисках с предварительным подогревом покоробленного места паяльной лампой до температуры отжига. При нагреве следят за тем, чтобы пламя паяльной лампы равномерно прогревало все деформированное место. При достижении необходимой температуры металл становится пластичным и легко выправляется вручную. Окончательно швеллер правят в нагретом состоянии ударами молотка.

**Правка таврового профиля.** Изогнутый тавровый профиль, у которого одна из полок растянута, а вторая сжата, правят равномерными ударами стального молотка по сжатой полке, растягивая ее до тех пор, пока тавровый профиль не распрямится полностью.

Если же тавровый профиль изогнут так, что верхняя часть стенки растянута, а нижняя сжата, то перед правкой подогревают его паяльной лампой до температуры отжига. Нагретый тавровый профиль правят ударами деревянного молотка на плите, подложив под один из его концов дощечку толщиной 20—25 мм. Удары наносят по верхней части стенки. Если при этом стенка немного погнется, выправить ее на квадрате в нагретом состоянии.

Правка бульбоугольника выполняется так же, как правка тавра, с обязательным предварительным нагревом выпрямляемого участка.

Правка зетообразного профиля подобна правке обычного уголка и швеллера.

**Правка труб.** Правкой устраняются вмятины на трубах. В зависимости от размера вмятины и места ее расположения трубу правят различными способами. Так, глубокие вмятины, расположенные далеко от торца трубы, правят следующим образом: трубу в том месте, где имеется вмятина, отжигают (трубы из малоуглеродистой стали можно не отжигать). Затем в нее вкладывают шлифованный шарик, диаметр которого примерно равен внутреннему диаметру трубы (шарик должен входить в трубу от легкого нажатия пальцем), и присоединяют к концу трубы баллон со сжатым воздухом. Медленно открывая вентиль, подают сжатый воздух в трубу пока шарик не выйдет из другого конца трубы. При этом сле-

дят, чтобы против этого конца трубы никто не находился, так как под давлением воздуха шарик вылетает с большой силой.

Для ускорения работы участок трубы, имеющий вмятину, нагревают паяльной лампой, не превышая для труб из алюминиевых сплавов температуру отжига.

Правку можно проводить протягиванием через трубу шариков. Сначала протягивают шарик малого диаметра, затем немного большего диаметра и т. д. и, наконец, шарик, диаметр которого равен внутреннему диаметру трубы.

Вмятины небольшого размера правят с помощью нескольких шариков, вложенных в трубу. Вначале вкладывают калибровочный шарик, диаметр которого равен внутреннему диаметру трубы, а сверху помещают несколько шаров поменьше. Резко встряхивая трубу, продвигают калибровочный шарик ударами остальных шариков.

Если вмятина расположена близко от торца трубы, то трубы из стали и сплава АМц правят на оправке ударами молотка.

## **ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК**

---

**Ч**тобы изготовить пустотелые изделия различной формы, нужно разметить на листе развертку этого изделия. Наиболее часто составляющие части изделия имеют формы цилиндра и конуса, поэтому рассмотрим построение разверток этих фигур.

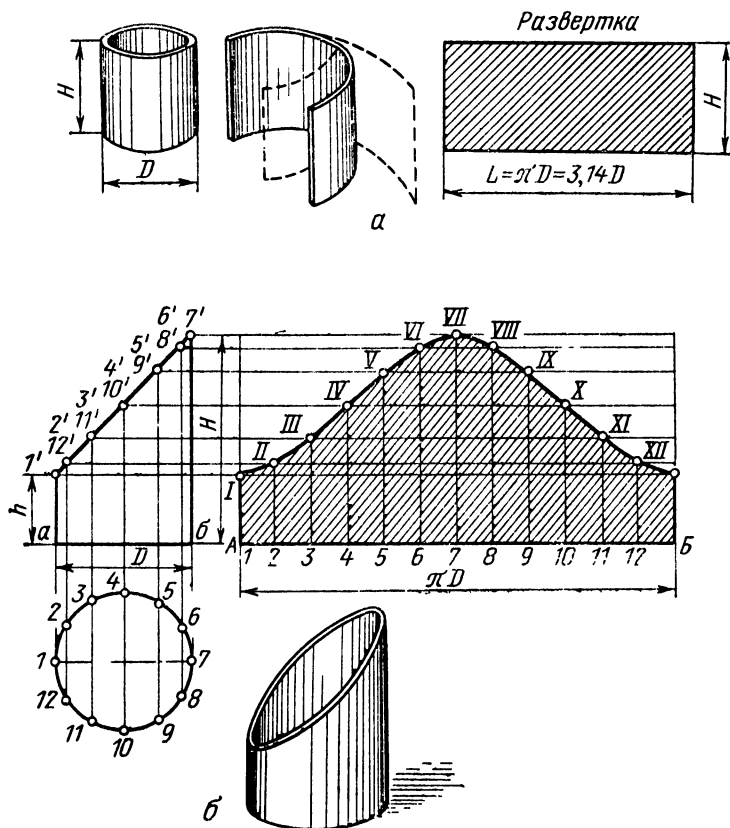
Развертка прямого цилиндра представляет собой прямоугольник (рис. 5 а), ширина которого равна высоте цилиндра  $H$ , а длина — длине окружности цилиндра. Для определения этой длины диаметр цилиндра  $D$  умножают на число 3,14, обозначаемое в формулах греческой буквой  $\pi$ .

Длина окружности цилиндра определится по формуле

$$L = \pi D = 3,14D.$$

Например, если цилиндр имеет диаметр 100 мм, то длина развертки  $L = 3,14 \cdot 100 = 314$  мм. При этом расчете

не учитывают длину материала, идущего на соединительный шов. Полная длина развертки равна длине окружности плюс припуск на шов.



Р и с. 5. Построение развертки цилиндра:  
а — прямого б — усеченного

Развертка усеченного цилиндра представлена на рисунке 5б. В натуральную величину вычерчены две проекции усеченного цилиндра: вид сбоку и вид сверху (план). Окружность круга (основания цилиндра) делят на несколько равных частей, проще всего на 12; в результате получают точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Эти точки соединяют линиями, перпендикулярными диаметру 1—7,

с наклонной линией верхней проекции  $1'—7'$ . При пересечении получают точки  $1'; 2', 12'; 3', 11'; 4', 10'; 5', 9'; 6', 8'$  и  $7'$ . Вправо от верхней проекции проводят линию  $АБ$ , которая является продолжением линии  $аб$  (основания верхней проекции) и по длине равняется длине окружности основания цилиндра ( $L=3,14D$ ). Линию  $АБ$  делят на 12 равных частей. Из каждой точки на линии  $АБ$  восстанавливают перпендикуляры, а из каждой точки на наклонной  $1'—7'$  проводят линии, параллельные прямой  $АБ$ , до пересечения с этими перпендикулярами. Пересечение линии, проведенной из точки  $1'$ , с перпендикуляром, восстановленным из точки 1 на линии  $АБ$ , даст точку 1 развертки; пересечение линии, проведенной из точки  $2'$ , с перпендикуляром, восстановленным из точки 2, даст

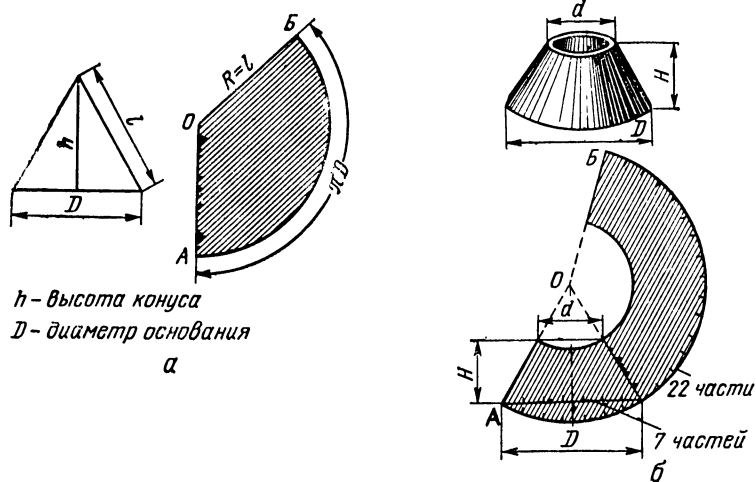


Рис. 6. Построение развертки конуса:  
 а — прямого; б — усеченного

точку II развертки и т. д. Соединив все полученные точки плавной кривой, получают развертку усеченного цилиндра в натуральную величину. Если изделие соединяется фальцевыми швами, к развертке прибавляют припуск на швы.

Развертка конуса приведена на рисунке 6 а. Для ее построения вычерчивают в натуральную величину боко-

вую проекцию конуса, которая представляет собой треугольник. Высота треугольника равна высоте конуса ( $h$ ), а основание — диаметру окружности, лежащей в основании конуса ( $D$ ). На боковой проекции конуса измеряют циркулем сторону треугольника, обозначенную на рисунке буквой  $l$ , и, не изменяя развода циркуля, проводят рядом с проекцией часть окружности радиусом, равным  $l$ . От точки  $A$ , лежащей на дуге этой окружности, откладывают расстояние, равное  $L=3,14D$ . Для этого берут тонкую проволоку длиной  $L=3,14D$  и от точки  $A$  откладывают ее по дуге. Там, где проволока кончится, отмечают точку  $B$  и соединяют точки  $A$  и  $B$  с центром  $O$ . Полученная фигура  $AOB$  — развертка боковой поверхности конуса. При соединении конуса фальцевым швом прибавляют припуск на шов.

Для ускорения и упрощения построения развертки основание треугольника (боковой проекции конуса) делят на 7 частей, а затем, отмерив циркулем одну такую часть, откладывают от точки  $A$  по дуге 22 такие части. В этом случае длина дуги  $AB$  будет равняться  $3,14D$ , так как если представить число 3,14 простой дробью, то оно выглядит как  $22/7$ .

Развертка боковой поверхности усеченного конуса показана на рисунке 6б. Построение ее аналогично построению развертки для неусеченного конуса.

## **РЕЗКА МЕТАЛЛА**

---

**Р**езка металла проводится с использованием следующего инструмента и оборудования: ручных ножниц с прямыми и кривыми лезвиями для материалов толщиной до 1 мм, рычажных ножниц для прямолинейной резки материалов толщиной до 2 мм, вибрационных ножниц для резки по криволинейному контуру, ножовки для резки толстых материалов и труб.

**Резка ручными ножницами.** Перед резкой проверяют, нет ли зазора между режущими кромками ножниц. Боковые поверхности лезвий должны соприкоснуться. Если между лезвиями есть зазор, то такими ножницами пользоваться нельзя, так как металл при резке сминается.

Лезвия должны быть правильно заточены. Наилучший угол заточки 70—75°.

При резке материала ножницы раскрывают приблизительно на  $\frac{2}{3}$  длины лезвий, так как полностью раскрытые ножницы отталкивают лист. Во избежание появления заусениц при перемещении ножиц вперед, их плотно прижимают к концу прореза.

Лезвия ножиц должны быть перпендикулярны к плоскости листа. Ножницы, установленные с перекосом, сминают лист.

При разрезании листа на полосы левой рукой отгибают отрезанную полосу (не делая резких перегибов); это удобно для передвижения ножиц и предохраняет правую руку от повреждения.

В точке пересечения линий реза сверлят отверстие. Диаметр отверстия зависит от толщины разрезаемого листа. Для толщин от 0,5 до 0,8 мм диаметр отверстия равен 3 мм, для толщин от 0,8 до 1,0 мм — 4 мм и для толщин от 1,2 до 2,0 мм — 5 мм. При резке кончики ножиц должны сходиться в просверленном отверстии.

Особенность резки металла по криволинейному контуру заключается в том, что если применяют левые ножницы, то резать надо по направлению часовой стрелки, а если правые, то против часовой стрелки. В этом случае лезвия не закрывают линию разметки.

**Резка рычажными ножницами.** Резка материала рычажными ножницами проводится при помощи упора и по линиям разметки.

В первом случае устанавливают упор на соответствующем расстоянии от нижнего неподвижного ножа, поднимают прижимную планку и кладут лист под планку так, чтобы он одной стороной был прижат к упорной линейке, а другой упирался в упор. Затем прижимную планку опускают и начинают резать лист, нажимая на рукоятку держателя верхнего ножа.

При резке по линиям разметки упор нужно отодвинуть и положить материал под прижимную планку так, чтобы линия разметки точно совпадала с режущей кромкой ножа, после чего, опустив планку, разрезают лист.

В процессе работы зазор между верхним и нижним ножами не должен увеличиваться; при большом зазоре материал сминается.



**Резка вибрационными ножницами.** Приступая к резке вибрационными ножницами, в зависимости от толщины разрезаемого материала регулируют положение нижнего ножа. Для этого верхний нож устанавливают в крайнее верхнее положение и с помощью регулировочного винта поднимают или опускают нижний. При резке металла толщиной до 0,75 мм остроугольный конец нижнего ножа должен перекрывать на 0,5—0,7 мм соответствующий конец верхнего ножа.

При резке материала толщиной свыше 1 мм между концами ножей оставляют зазор, величина которого зависит от толщины материала и от формы вырезаемой заготовки. Если установить слишком большой зазор, то ножи не будут резать материал, а на поверхности листа получится только ряд точек от касания верхнего ножа. При недостаточной величине зазора криволинейный рез состоит из ряда прямолинейных участков. После установления требуемого зазора, ножницы включают и горизонтально кладут лист на нижний нож. Слегка нажимая на лист, его равномерно продвигают между ножами, стараясь не перекашивать.

**Резка ножовкой.** Перед началом резки проверяют ножовку (полотно должно быть установлено зубьями вперед и хорошо натянуто); затем прочно зажимают заготовку в тисках, предварительно надев на их губки алюминиевые или медные накладные губки.

Не следует зажимать заготовку слишком высоко, она будет пружинить и дребезжать. Тонкостенные детали крепят в тисках при помощи деревянных брусков, сделанных по форме разрезаемой детали.

Ножовку устанавливают так, чтобы линия разреза отстояла от разметочной риски примерно на 0,50 мм, в противном случае вырезанная заготовка будет иметь меньший размер, чем требуется.

## **ГИБКА**

---

**Г**ибка проводится по кривой или под углом. Гибка по кривой называется вальцовкой и выполняется на листогибочных вальцах с тремя или четырьмя валками. Гибка под углом применя-

ется при выполнении различных операций жестяницких работ (при отбортовке, изготовлении фальцевых швов).

При гибке металла происходит растяжение его волокон с одной стороны и сжатие с противоположной. Поэтому чем пластичнее металл, тем на больший угол его можно загнуть. Для придания металлам пластичности их подвергают термической обработке: дюралюминий и все марки сталей, кроме хромоникелевых, отжигают, а хромоникелевые стали типа IX18H9T перед гибкой закаливают. Дюралюминий можно изгибать в свежезакаленном состоянии в период от 20 мин. до 3—4 час. после закалки (в зависимости от марки). Но даже и в пластичном состоянии каждый металл имеет определенный для каждой толщины наименьший радиус гибки, при переходе за который в месте гибки возможно появление трещин. Наименьшие радиусы гибки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Наименьший радиус гибки

Материал Толщина материала, мм	Радиус гибки, мм				
	сталь марки 20	дюралюминий марки Д16М	алюминий	медь	латунь
0,2	—	—	—	0,2	0,2
0,3	0,5	1,0	0,5	0,3	0,4
0,4	0,5	1,5	0,5	0,4	0,5
0,5	0,6	1,5	0,5	0,5	0,5
0,6	0,8	1,8	0,6	0,6	0,6
0,8	1,0	2,4	1,0	0,8	0,8
1,0	1,2	3,0	1,0	1,0	1,0
1,2	1,5	3,6	1,2	1,0	1,2
1,5	1,8	4,5	1,5	1,5	1,5
2,0	2,5	6,5	2,0	1,5	2,0
2,5	3,5	9,0	2,5	2,0	2,5
3,0	5,5	11,0	3,0	2,5	3,5
4,0	9,0	16,0	4,0	3,5	4,5
5,0	13,0	19,5	5,5	4,0	5,5

При гибке учитывают упругие свойства материалов, которые выражаются в том, что после загиба материал немного пружинит и угол загиба несколько уменьшается. Поэтому для получения требуемой величины угла металл загибают на несколько градусов больше в зависимости от его марки.

Суммарная длина заготовки по чертежу не соответствует истинной длине заготовки. Это объясняется тем, что гибка с закруглением требует более короткой заготовки, чем гибка без закругления. Поэтому если длину заготовки взять по чертежу, равную сумме размеров изделия, то полученное изделие будет иметь больший размер, чем требуется. Для определения истинных размеров заготовки при гибке по  $90^\circ$  пользуются таким правилом: заготовка должна быть короче суммарной длины по чертежу на произведение из количества перегибов на сумму толщины металла и половины радиуса гибки, т. е.:

$$l = L - n \left( \frac{R}{2} + \delta \right),$$

где  $l$  — истинная длина заготовки;

$L$  — суммарная длина заготовки по чертежу;

$n$  — количество перегибов;

$R$  — радиус гибки;

$\delta$  — толщина материала.

Если гибка проводится под любым углом  $\alpha^\circ$ , истинная длина заготовки определяется по формуле:

$$l = l_1 + l_2 + A,$$

где  $l_1$  и  $l_2$  — длина сторон до закругления;

$A$  — длина средней линии в пределах закругления.

Длина средней линии находится по формуле:

$$A = 0,0175 \left( R + \frac{\delta}{2} \right) \alpha^\circ,$$

где  $R$  — радиус гибки, мм;

$\delta$  — толщина материала, мм;

$\alpha^\circ$  — угол загиба, град.

Для удобства расчета представим эту формулу в таком виде:

$$A = K \alpha^\circ,$$

$$\text{где } K = 0,0175 \left( R + \frac{\delta}{2} \right).$$

Тогда истинная длина заготовки определится по формуле:

$$l = l_1 + l_2 + K \alpha^\circ.$$

Величина коэффициента  $K$  для некоторых значений величин  $R$  и  $\delta$  приводится в таблице 5. Величина  $K$  находится на пересечении строк для величин  $R$  и  $\delta$ .

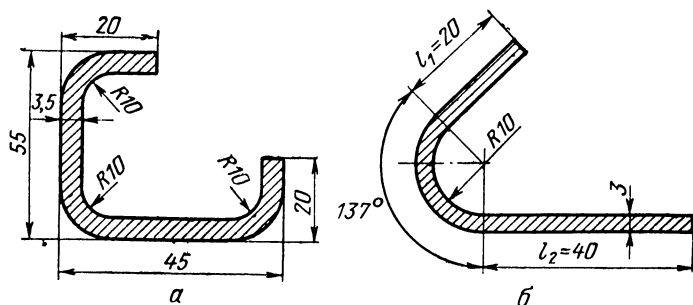


Рис. 7. Гибка полосы:  
а — с тремя перегибами под  $90^\circ$ ; б — с одним перегибом под  $137^\circ$

**Пример 1.** Определить истинную длину заготовки для изготовления изделия с тремя перегибами под углом  $90^\circ$  (рис. 7 а).

Решение. Суммарная длина заготовки по чертежу равна:

$$L = 20 + 55 + 45 + 20 = 140 \text{ мм.}$$

Число перегибов  $n = 3$ .

Истинная длина заготовки равна:

$$l = 140 - 3 \left( \frac{10}{2} + 3,5 \right) = 114,5 \text{ мм.}$$

**Пример 2.** Определить истинную длину заготовки для изготовления изделия следующих размеров (рис. 7 б):

$$l_1 = 20 \text{ мм, } l_2 = 40 \text{ мм, } \alpha = 137^\circ, R = 10 \text{ мм и } \delta = 3 \text{ мм.}$$

Величину  $K$  берем из таблицы 5 на пересечении строк  $R = 10$  мм и  $\delta = 3$  мм. Она будет равна 0,201. Тогда истинная длина заготовки определится по формуле:

$$l = l_1 + l_2 + K\alpha = 20 + 40 + 0,201 \cdot 137 = 87,5 \text{ мм.}$$

## Ручная гибка листового материала

При ручной гибке используется следующий инструмент и приспособления: деревянный или резиновый молоток, наковальня, скребок или рельс, металлическая или деревянная оправка, шперак, измерительный инструмент, шаблоны.

Если в одном и том же месте материал приходится гнуть несколько раз, то после каждого перегиба проводят промежуточный отжиг, так как при гибке металл нагартовывается.

Гибку можно проводить без оправки и с оправкой. При гибке без оправки на заготовке прочерчивают линиюгиба, устанавливают заготовку на острие скребка или на ребро рельса, чтобы прочерченная линия совпадала с острием скребка (ребром рельса) и несильными равномерными ударами молотка загибают кромку. Гибку под углом, превышающим  $60^\circ$ , выполняют в два-три приема: вначале всю кромку загибают на  $30\text{--}40^\circ$ , а затем последовательно догибают ее до требуемой величины.

При ударах молотком положения загибаемого материала относительно опорной поверхности не меняют, так как сдвиг его вызовет порчу заготовки.

Тонкие (толщиной до 0,4 мм) и мягкие материалы загибают не ударами молотка, а путем сглаживания гладким круглым брусом.

Гибку скруглением проводят молотком на шпераке или круглой оправке.

Гибка с помощью оправок применяется для изготовления нескольких одинаковых изделий. Сначала из дерева твердой породы или из толстой фанеры делают оправку, соответствующую форме и размерам выполняемого изделия. Поверхность оправки должна быть совершенно гладкой. Затем материал зажимают так, чтобы линия разметки совпадала с кромкой оправки, после чего равномерными ударами выполняют гибку. Удары наносят всей поверхностью бойка, иначе материал может вспучиться или изогнуться. Подогнув кромку на  $20\text{--}30^\circ$ , изделие вынимают из оправки и проверяют, не искривилось ли место гибки. Если материал изгибается не по прямой линии, то изделие устанавливают на плиту и выправляют его легкими ударами деревянного молотка, после чего продолжают гибку.

Таблица коэффициентов

Радиус гибки $R$ , мм	Толщина материала $\delta$ , мм									
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3
1	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,048	0,051	0,052	0,057	
2	0,038	0,039	0,042	0,044	0,045	0,065	0,068	0,070	0,074	0,079
3	0,055	0,057	0,059	0,061	0,063	0,083	0,086	0,087	0,092	0,096
4	0,072	0,074	0,077	0,079	0,080	0,100	0,103	0,105	0,109	0,113
5	0,090	0,092	0,094	0,096	0,098	0,118	0,120	0,122	0,127	0,131
6	0,107	0,109	0,112	0,113	0,115	0,135	0,138	0,140	0,144	0,148
7	0,125	0,127	0,129	0,131	0,133	0,153	0,155	0,157	0,161	0,166
8	0,142	0,144	0,147	0,148	0,150	0,170	0,173	0,175	0,179	0,183
9	0,160	0,161	0,164	0,166	0,168	0,188	0,190	0,192	0,196	0,201
10	0,177	0,179	0,182	0,183	0,185	0,205	0,208	0,209	0,214	0,218
11	0,195	0,196	0,199	0,201	0,202	0,223	0,225	0,227	0,231	0,236
12	0,212	0,214	0,216	0,218	0,220	0,240	0,243	0,244	0,249	0,253
13	0,230	0,231	0,234	0,236	0,237	0,257	0,260	0,262	0,266	0,271
14	0,247	0,249	0,251	0,253	0,255	0,275	0,278	0,279	0,284	0,288
15	0,264	0,266	0,269	0,271	0,272					

## Гибка труб

Гибка труб в зависимости от материала, радиуса гибки и диаметра труб проводится в холодном или горячем состоянии, с наполнителями и без наполнителей, в приспособлениях и без приспособлений.

Наполнители (канифоль, свинец, прокаленный речной песок) служат для того, чтобы при гибке внутренний диаметр трубы не уменьшился и на ее стенках не образовались складки.

Перед гибкой тщательно осматривают внешнюю и внутреннюю (освещают переносной электролампой) поверхности труб. Поверхности должны быть гладкими и ровными, без плён, трещин, пузырей, расслоения, грубых следов протяжки, забоин, царапин и вмятин.

Для обнаружения посторонних предметов внутри трубы, а также грубых вмятин и проплавов при приварке штуцеров трубы проверяют прокатыванием шарика соответствующего диаметра (табл. 6).

Таблица 6

**Диаметры шариков при проверке в зависимости  
от внутреннего диаметра трубы, мм**

Внутренний диаметр трубы, мм	3	4	6	8	10	12	13	14	16	18	20
Диаметр шарика	2	3	5	7	9	11	11,5	12,5	14,5	16	18

В результате гибки материал трубы по наружной дуге растягивается, а по внутренней сжимается. При этом на внутренней стенке трубы образуются складки, а наружная стенка может разорваться. Чтобы избежать этого, необходимо правильно выбрать радиус изгиба, а перед гибкой трубу подвергнуть термической обработке.

При гибке стальных и дюралюминиевых труб диаметром до 20 мм наименьший радиус изгиба должен быть равен двум внешним диаметрам трубы. Например, для труб с внешним диаметром 12 мм наименьший радиус изгиба равен 24 мм. Для труб с диаметром свыше 20 мм

наименьший радиус изгиба равен трем внешним диаметрам трубы. Трубу с внешним диаметром 50 мм изгибают по радиусу не меньше 150 мм.

### **Гибка дюралюминиевых труб**

Перед гибкой дюралюминиевых труб в холодном состоянии их отжигают и заполняют наполнителем. Приемы наполнения труб зависят от наполнителя.

Наполнение трубы канифолью проводится следующим образом:

внутреннюю поверхность трубы протирают, в один конец ее забивают деревянную пробку, после чего трубу переворачивают закрытым концом вниз. Затем в трубу наливают расплавленную канифоль в таком количестве, чтобы высота ее столба равнялась примерно величине диаметра трубы. Например, если диаметр трубы равен 20 мм, то трубу заполняют канифолью на 20 мм. Канифоль затвердевает, и трубу вновь заполняют расплавленной канифолью. Делают это в несколько приемов, так как при остывании канифоли происходит усадка ее, вследствие чего в трубе образуются пустоты. После заполнения трубы во второй конец ее забивают пробку.

Набивка в трубу речного песка осуществляется в такой последовательности:

в один из концов трубы забивают деревянную пробку, трубу заполняют прокаленным речным песком. Влажный песок не применяют. При нагревании трубы он высыхает, что приводит к образованию пустот, а выделившиеся при этом водяные пары могут разорвать трубу. При наполнении трубы песком ее обстукивают деревянным молотком или палкой, начиная от нижнего конца трубы, для обеспечения плотной усадки песка.

Трубу заполняют песком не полностью. Пространство в 20—30 мм оставляют для пробки. Поставив пробку, еще раз обстукивают всю трубу, после чего пробуют осадить пробку ниже. Если это сделать невозможно, значит труба набита песком достаточно плотно.

Если гибка труб, наполненных песком, проводится в нагретом состоянии, в обеих пробках делают отверстия для выхода газов, образующихся при нагреве трубы.

В холодном состоянии изгибают трубы только малого диаметра (до 10—12 мм) при большом радиусе изгиба.



Гибка труб диаметром свыше 12—15 мм проводится в горячем состоянии. В качестве наполнителя применяют песок.

Паяльной лампой или бензино-воздушной горелкой трубу равномерно нагревают до температуры не выше 360—400°C, перемещая пламя горелки по нагреваемому участку.

При перегреве металл становится хрупким, на поверхности его появляются трещины и пузыри. Перегретые трубы бракуют.

Изгибать трубу можно или в тисках, зажав ее в деревянные оправки, или в специальных приспособлениях, но обязательно плавно и равномерно. При изгибании рывками на поверхности трубы образуются складки или трещины.

Для получения лучшего качества поверхности в месте изгиба рекомендуется загибать трубу градусов на 10—15 больше, а затем разгибать до требуемого угла.

Если трубу подвергают гибке несколько раз, причем места перегибов находятся близко друг от друга, то ее необходимо охлаждать после каждого загиба.

У труб диаметром свыше 25 мм материал в месте изгиба часто гофрируется. В таких случаях проводят посадку гофра легкими ударами молотка с закругленным бойком, не охлаждая трубы и не высыпая из нее песка.

По окончании гибки наполнитель из трубы удаляют. Выплавлять канифоль нужно с конца трубы, а не с ее середины, иначе разогретая в трубке канифоль, не найдя выхода, может разорвать трубу и обжечь работающего. Остатки канифоли удаляют скипидаром.

Если трубу наполняли песком, то нужно вынуть пробку, высыпать песок, обстучать трубу молотком и продуть сжатым воздухом.

## **Гибка стальных труб**

Стальные трубы диаметром до 8 мм с радиусом изгиба не менее 50 мм изгибают в отожденном виде без применения наполнителя. Трубы диаметром от 10 до 30 мм с радиусом изгиба не менее 200 мм изгибают без подогрева, но с обязательным заполнением их песком. Трубы диаметром больше 30 мм и трубы с малым диаметром

и небольшим радиусом изгиба гнут с подогревом и с наполнением прокаленным речным песком. Место изгиба нагревают до светлокрасного каления паяльной лампой, сварочной горелкой или в горне. Длина нагреваемого участка трубы в зависимости от угла изгиба и диаметра трубы приведена в таблице 7.

Т а б л и ц а 7

**Длина нагреваемого участка трубы в зависимости  
от угла изгиба и диаметра трубы**

Угол изгиба, град.	Диаметр трубы, мм						
	12	20	26	32	40	50	60
90	80	120	150	190	230	310	380
60	50	80	100	130	150	200	250
45	40	60	80	100	120	150	190
30	25	40	50	65	75	100	125

### **Гибка медных и латунных труб**

Толстостенные трубы диаметром до 10 мм при радиусе изгиба свыше 50 мм гнут в холодном состоянии без наполнителя. Тонкостенные трубы гнут только с наполнителем, так как при изгибе они легко сплющиваются и на их поверхности образуются гофры. В качестве наполнителя применяется канифоль.

Перед гибкой в холодном состоянии трубу отжигают, т. е. нагревают до температуры 600—700°C (вишневого каления) и охлаждают на воздухе или в воде.

В остальном гибка медных и латунных труб аналогична гибке дюралюминиевых труб.

### **Гибка уголков**

Гибку уголков из дюралюминия проводят в горячем состоянии. Предварительно изгибаемую полку уголка нагревают до температуры отжига, затем уголок нагретой полкой помещают на деревянную подкладку и ударами наводильника наносят на место изгиба предварительные гофры, чтобы при изгибе его поверхность равномерно гофрировалась.

Подготовленный таким образом уголок крепят струбицей к специальному приспособлению из толстой фанеры. Приспособление зажимают в тисках и изгибаемый участок уголка нагревают паяльной лампой до температуры отжига. Затем легко и равномерно сгибают уголок левой рукой, прижимая его к приспособлению.

Если уголок гнется слишком легко, нагрев прекращают. При изгибании правильно нагретого уголка рука должна чувствовать некоторое сопротивление.

После того, как уголок будет загнут на нужный угол, следует выправить поверхность полки. Для этого, подерживая приспособление снизу какой-нибудь массивной металлической болванкой, равномерными ударами деревянного молотка проводят посадку образовавшихся гофров. Если радиус изгиба уголка увеличивается, обстукивают уголок на приспособлении деревянным молотком и снова проводят посадку гофров. Окончательную правку поверхности полки выполняют легкими равномерными ударами гладильника, стремясь закончить ее до остывания уголка. Удары наносят по середине полки. Если ударять по кромкам, то уголок будет изгибаться.

## **ЗИГОВКА МАТЕРИАЛА**

---

**О**сновное назначение зиговки — придание жесткости изделию. Зиговка проводится на зигмашине двумя роликами, один из которых имеет кольцевой желобок, а другой полукруглый выступ. Полученные на материале желобки называются рифтами или зигами. В зависимости от формы роликов получают рифты различной конфигурации. Размеры рифтов выбирают в зависимости от толщины материала.

Зиговке подвергают материалы только в пластическом состоянии; нагартованные материалы отжигают. Дюралюминий зигуют в отожженном и свежезакаленном состояниях.

Последовательность прямолинейной зиговки листового материала такова:

1. Размечают места, подлежащие зиговке. Линия разметки должна соответствовать середине рифта.

2. Регулируют нижний ролик, чтобы середины рабочих поверхностей роликов точно совпадали во всех положениях; при их несовпадении лист будет сминаться.

3. Устанавливают заготовку на нижний ролик по разметке и регулируют упор так, чтобы край полосы касался упора.

4. Опускают верхний ролик и продавливают материал приблизительно до половины глубины желобка нижнего ролика.

5. Придерживая заготовку левой рукой, зигуют до конца разметки. Внимательно следят за движением левой руки, чтобы пальцы не попали в ролики.

6. Передвинув полосу обратно до начала рифта, увеличивают глубину зиговки и снова зигуют до получения требуемой глубины рифта.

Фигурную зиговку на ручной зигмашине проводят вдвоем: один работающий вращает ролики, а другой — направляет материал, следя за тем, чтобы линия разметки проходила точно по середине роликов.

При зиговке материал немного коробится. Коробление устраняют деревянным или металлическим молотком в следующем порядке:

Легкими ударами молотка обстукивают рифт по его вершине. Переворачивают лист и, нанося удары между рифтами, немного выгибают его.

Положив заготовку на плиту в первоначальном положении, равномерными ударами выправляют материал.

Если с первого раза материал не выправился, правят вторично.

## **ФАЛЬЦОВКА И ЗАКАТКА ПРОВОЛОКИ**

---

### **Виды фальцевых швов**

**Ф**альцем называется загиб листового материала с целью его соединения; само соединение (замок) — фальцевой шов. Различные виды фальцев и фальцевых швов показаны на рисунке 8. Фальцевые швы бывают с одинарным и двойным замком.

Швы с одинарным замком применяются, когда нет необходимости в герметичности и высокой прочности.

Швы с двойным замком обеспечивают высокую прочность и герметичность, т. е. непроницаемость для жидкости и воздуха.

В зависимости от своего положения швы делятся на продольные и поперечные. Продольные швы делают с лежащим фальцем, а поперечные — для придания жесткости изделию — со стоячим фальцем. При соединении попе-

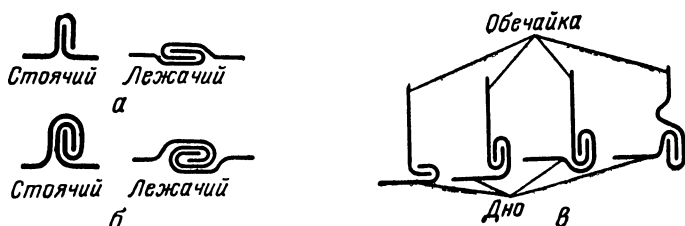


Рис. 8. Фальцевые швы:  
а — с одинарным замком; б — с двойным замком; в — донные швы

речным швом нескольких частей изделия, имеющих продольные швы, их располагают так, чтобы продольные швы находились на некотором расстоянии друг от друга. Это обеспечивает плотное соединение в поперечных швах.

Днища к корпусам изделий присоединяют донными фальцевыми швами (рис. 8 в). Замок фальца изготовляют ровным по всей длине; после уплотнения фальцевого соединения поверхность фальца должна быть гладкой, без бугров и утолщений.

Закрепление фальцевых швов заклепками не допускается.

### Изготовление фальцевых швов

Фальцевые швы изготавливаются с помощью ударного и опорного инструментов.

Выполнение одинарного лежачего шва (рис. 9) осуществляется в таком порядке:

1. Рейсмусной очерткой намечают линию загиба на расстоянии, равном 10 толщинам металла. На обрат-

ной стороне откладывают вторую линию загиба на расстоянии, равном 22-м толщинам металла (рис. 9 а).

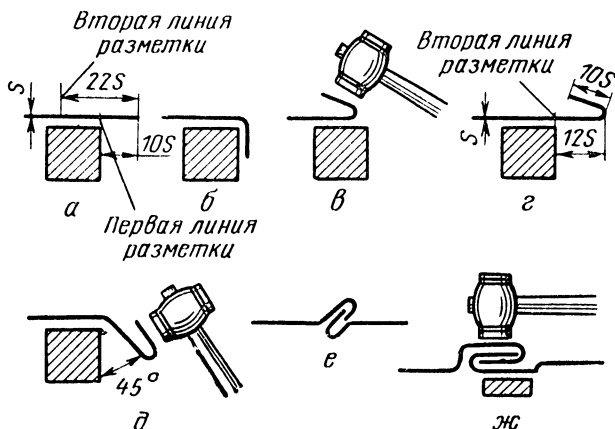


Рис. 9. Последовательность изготовления одинарного лежачего шва:  
а — ж — технологические операции

2. Заготовку помещают на брус или на край железного угольника, которым окантован верстак так, чтобы первая линия разметки проходила точно по краю опоры.

3. Поддерживая левой рукой заготовку, легкими ударами деревянного молотка пригибают кромку сначала по концам заготовки, а затем по всей ее длине на  $90^\circ$  (рис. 9 б).

4. Перевертывают заготовку кромкой вверх и подгибают ее еще на  $45-60^\circ$  (рис. 9 в).

5. Заготовку второй линией разметки кладут на край опоры (рис. 9 г).

6. Ударами деревянного молотка перегибают материал заготовки на  $45^\circ$  по всей длине (рис. 9 д), после чего подгибают кромку к материалу так, чтобы остался зазор на 0,5—1,0 мм больше, чем толщина материала.

7. Таким же образом подготавливают кромку на второй заготовке.

8. Соединяют обе кромки в замок и уплотняют шов ударами деревянного молотка (рис. 9 е, ж). Сначала —

начало и конец шва, а затем — от середины по направлению к краям.

При изготовлении фальцевого соединения на цилиндрических заготовках необходимо, чтобы первый загиб материала на обоих концах листа проводился в разные стороны, иначе замок не соединится.

При изготовлении цилиндрического изделия малого диаметра второй перегиб (операции 5—6) не делают. В этом случае проводят операции 1—4, затем прямые фальцы соединяют в замок и шов уплотняют с помощью фальцмейселя. Если фальцмейселя нет, то обжимку осуществляют с помощью полосы этого же материала, свернутой втрое. Полоску располагают по границе шва и резкими ударами молотка одновременно по шву и полоске обжимают шов.

Изготовление одинарного стоячего шва достаточно ясно показано на рисунке 10 и дополнительного описания не требует.

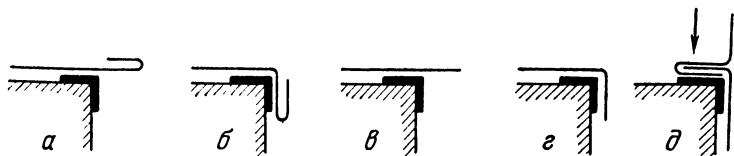


Рис. 10. Последовательность изготовления одинарного стоячего фальцевого шва:  
а — д — технологические операции

Порядок получения двойного лежащего фальцевого шва (рис. 11) следующий:

1. Размечают заготовку и загибают кромку под  $90^\circ$  (рис. 11 а).

2. Переворачивают заготовку и подгибают кромку к материалу так, чтобы остался зазор, величина которого на 0,5—1,0 мм больше, чем толщина материала (рис. 11 б).

3. Повернув заготовку, совмещают вторую линию разметки с кромкой опорного инструмента и вторично загибают кромку на  $90^\circ$ , начиная с концов заготовки (рис. 11 в, г), затем опять переворачивают лист и догибают кромку, оставляя в фальце зазор на 0,5—1,0 мм больше чем толщина материала (рис. 11 д, е).

4. Таким же образом получают фальц на втором листе.

5. Вводят один фальц в другой с торца листов и обжимают их ударами деревянного молотка на плите (рис. 11 ж).

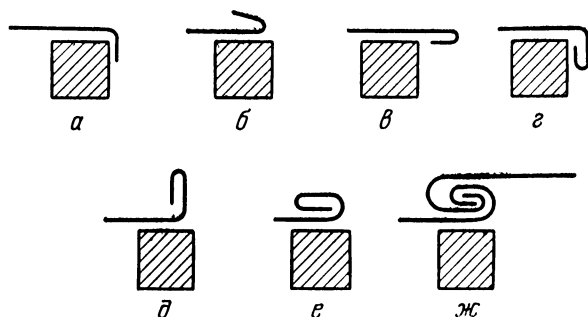


Рис. 11. Последовательность изготовления двойного лежащего фальцевого шва:  
а — ж — технологические операции

Если фальц находится снаружи изделия, а внутренняя сторона шва должна быть гладкой, шов обрабатывают фальцмейселем или полоской материала, свернутой вчетверо.

Изготовление двойного стоячего фальцевого шва показано на рисунке 12.

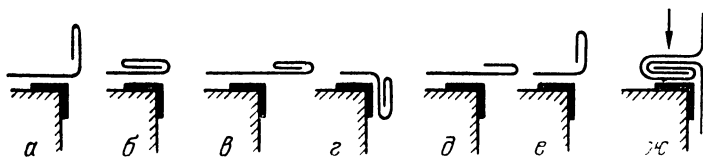


Рис. 12. Последовательность изготовления двойного стоячего фальцевого шва:  
а — ж — технологические операции

Стоячий фальцевой шов на цилиндрических изделиях получают с помощью металлического бруса и молотка с квадратным бойком, в следующей последовательности (рис. 13):

1. Намечают линию перегиба на расстоянии, равном 10 толщине металла от края соединяемой трубы (рис. 13 а).



2. Устанавливают трубу под углом  $45^\circ$  к брусу и заостренным носком молотка несильными равномерными ударами отбортовывают на  $45^\circ$  (рис. 13 б).

Трубу, закрепленную под углом  $90^\circ$  к опорной поверхности бруса, отбортовывают на  $90^\circ$  (13 в).

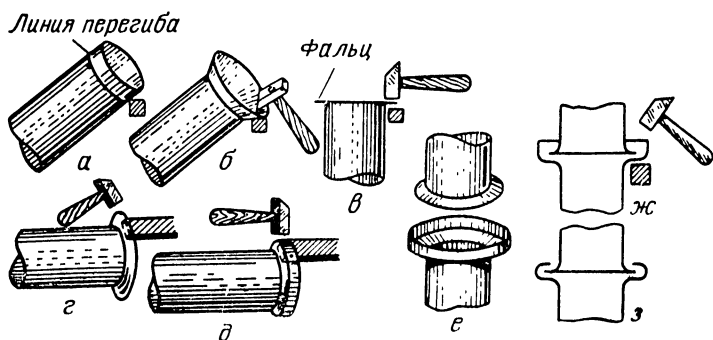


Рис. 13 Последовательность изготовления стоячего фальцевого шва на цилиндрических изделиях:  
а — з — технологические операции

4. На второй трубе наносят линию перегиба на расстоянии, равном 22-м толщинам металла от ее края и отбортовывают трубу на  $90^\circ$  в 3—4 приема: на  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  (13 г).

5. Обратную отбортовку второй трубы проводят на расстоянии, равном 10-ти толщинам металла от ее края (13 д).

Отбортовка выполняется на полукруглой оправке или с помощью полукруглой поддержки. При отбортовке на оправке трубу отбортованным фланцем упирают в торец оправки и подгибают материал ударами молотка сбоку и сверху. Если отбортовка проводится с помощью поддержки, то удары наносят снизу.

6. Вставляют первую трубу во вторую и соединяют (замыкают) фальц (13 е, ж, з), начиная с закрепления фланца в четырех местах, а затем обжимают весь шов на бруске.

Для получения лежачего кольцевого шва трубу помещают на полукруглую оправку и ударами киянки зава-

ливают шов. Если при этом шов начинает расходиться, то обжимают его с помощью поддержки, ударяя носком молотка.

### Закатка проволоки

Закатка проволоки необходима для увеличения жесткости краев изделия и выполняется тем же инструментом, что и фальцовка.

Закатывают проволоку вручную и на зигмашине. В зависимости от формы изделия закатка бывает прямолинейная и кольцевая.

Прямолинейная закатка вручную проводится следующим образом:

1. Размечают на кромке заготовки припуск на закатывание, равный  $2,5$  диаметра проволоки (рис. 14 а).

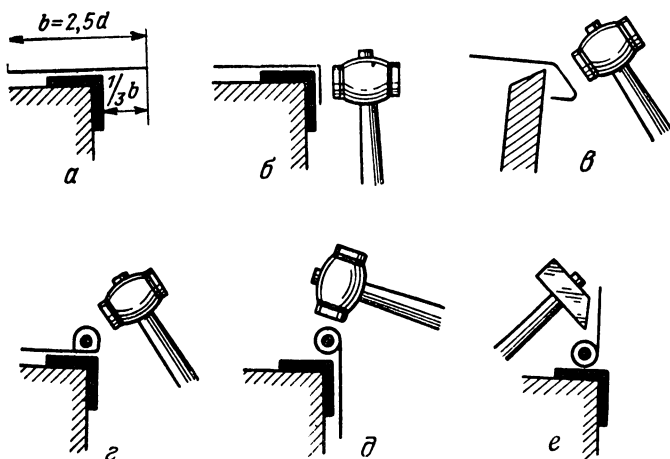


Рис. 14. Закатка проволоки вручную:  
а — е — технологические операции

Например, если проволока имеет диаметр  $4$  мм, то припуск должен быть  $2,5 \times 4 = 10$  мм.

2. Загибают  $\frac{1}{3}$  припуска на  $90^\circ$  (рис. 14 б).

3. Делают по разметке второй загиб на всю величину припуска (рис. 14 в).

4. Предварительно выправленную проволоку вкладывают в загиб и закрепляют ее в нескольких местах.

5. Ударами киянки загибают кромку к материалу до упора (рис. 14 г, д).

6. На бруске металлическим молотком окончательно загибают кромку (рис. 14 е). После этого обстукивают проволоку деревянной киянкой по всей длине.

Процесс закатывания проволоки на зигмашине показан на рисунке 15.

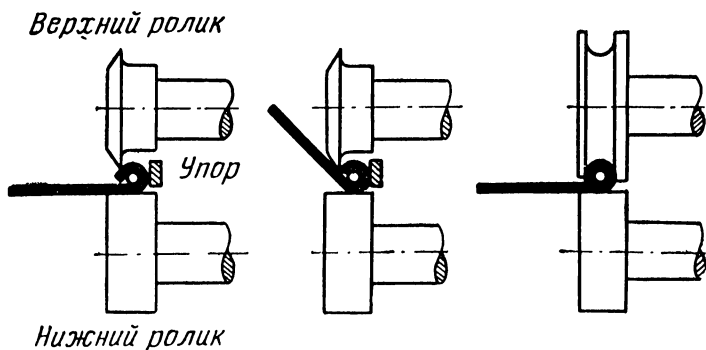


Рис. 15 Закатка проволоки на зигмашине

Кольцевую закатку проволоки вручную выполняют на металлической полукруглой оправке. Кромку загибают на заготовке так же, как и при прямолинейной закатке. Затем на заготовку надевают проволочное кольцо и в нескольких местах закрепляют его ударами металлического молотка и киянкой пригибают всю кромку до упора. После выполнения этой операции цилиндр устанавливают вертикально и окончательно подгибают кромку слесарным молотком с квадратным бойком или наводильником.

## ОТБОРТОВКА

Отбортовкой называется процесс загиба кромки на изделиях цилиндрической или овальной формы. Она сопровождается некоторым растяжением материала, величина которого зависит

от свойств и толщины его, угла отбортовки и размера кромки.

Чтобы при растяжении на материале не образовались трещины, перед отбортовкой материал переводят в пластическое состояние.

Отбортовка выполняется ручным и машинным способами и нужна при подготовке баков к пайке, сварке и при изготовлении фланцев.

### **Отбортовка вручную на наковальне или скребке**

При отбортовке вручную используются деревянный молоток, наводильник, выколоточный молоток, гладильник, наковальня, скребок, стойка, плита.

При работе большое значение имеет подбор соответствующего инструмента: например, при отбортовке кромки по кривой большого радиуса следует брать наводильник более тупой, чем при отбортовке по кривой малого радиуса. Кромки рабочей части наковальни или скребка должны быть немного округлены, чтобы загибаемая кромка плотно прилегала к поверхности опорного инструмента.

Прежде чем приступить к отбортовке, тщательно подготавливают кромку изделия: обрезают по разметке, опиливают напильником и зачищают шкуркой, чтобы на материале не оставалось заусениц и надразов, которые при загибе кромки могут привести к ее разрыву. В зависимости от ширины кромки и вида изделия существует несколько приемов отбортовки:

**1. Отбортовка патрубка.** Перед отбортовкой намечают ширину кромки, которая будет отбортовываться. Затем раздают (расколачивают) края патрубка на расстоянии, превышающем ширину кромки на 10—15 мм. Например, если ширина кромки 30 мм, то края патрубка раздают на расстоянии 40—45 мм. Это делается для того, чтобы при отбортовке в месте сгиба не получилось сужения патрубка в виде шейки.

После этого устанавливают патрубок на наковальню или стойку и наносят удары деревянным молотком или наводильником равномерно по всей кромке наискось, не ударяя по одному и тому же месту. Кромка должна быть

плотно прижата к поверхности наковальни или стойки. Чем больше ширина кромки, тем осторожнее нужно наносить удары, так как могут появиться трещины.

Отбортовку на  $90^\circ$  проводят постепенно, за три прохода, равномерно поворачивая патрубок на наковальне. Если в процессе отбортовки материал нагартовался, т. е. стал хрупким и звонким, то для увеличения его пластичности необходимо подвергнуть его термообработке.

После окончания отбортовки кромку выправляют гладильником, измеряют требуемую высоту ее и обрезают.

**2. Отбортовка фланца и стенки бака.** Отбортовку фланца на плоском изделии проводят на наковальне ударами наводильника за несколько переходов таким же образом, как было описано выше.

Иначе выполняется отбортовка фланцев, если ее приходится делать на объемных изделиях, например на стенках баков. В этом случае для отбортовки применяют приспособления, простейшим из которых является роликовая поддержка. Изменяя ширину и глубину канавки ролика, можно получить различную высоту отбортованной кромки. Заведя поддержку внутрь бака так, чтобы кромка перекрывала канавку ролика на 2—3 мм, правой рукой наносят равномерные удары металлическим молотком или наводильником, а левой рукой поддерживают и передвигают роликовую оправку вокруг отверстия. Окончательно кромку выправляют шариковым молотком.

Если отбортовку делают в местах соприкосновения стенки бака к силовому каркасу, то сначала отгибают кромку на  $30\text{--}40^\circ$  с помощью клинообразной поддержки и молотка с квадратным бойком, а затем отбортовывают кромку до  $90^\circ$  шариковым молотком.

В тех случаях, когда кромка загибается внутрь бака, отбортовка производится с помощью борodka и металлического молотка.

### **Отбортовка вручную с помощью оправок и шаблонов**

Оправки и шаблоны для отбортовки кромок облегчают работу и повышают качество изготовления изделия.

Оправки для отбортовки изделий из алюминия и его сплавов изготавливают из твердых пород дерева. Для от-

бортовки изделий из листовой стали применяют оправки из алюминия или конструкционной стали. Рабочие поверхности оправок и шаблонов тщательно обрабатывают и отшлифовывают, так как всякие неровности приводят к порче изделия.

Перед отбортовкой кромку изделия обрезают, опиливают напильником и зачищают шкуркой.

Прежде чем зажать изделие в оправку или шаблон, его кромку отбортовывают на наковальне. Затем, зажав изделие в оправку или шаблон, окончательно отбортовывают кромку равномерными несильными ударами деревянного молотка.

Удары наносят по основанию кромки, а не по вершине, чтобы кромка не изгибалась. Не рекомендуются повторные удары по одному месту.

Отбортовка считается законченной, если материал кромки прилегает всей поверхностью к рабочей части оправки.

Кромку обрезают по разметке и опиливают напильником.

## **Отбортовка на зигмашине**

Отбортовка кромок цилиндрических изделий на зигмашине проводится с применением роликов соответствующей формы и размеров. Кромки шириной до 10—12 мм на изделиях, изготовленных из материала толщиной до 0,5 мм, отбортовывают на ручной настольной зигмашине.

Кромки большей ширины на изделиях, изготовленных из материала толщиной свыше 0,5 мм, отбортовывают на стационарной приводной зигмашине.

Отбортовка выполняется по упору за несколько проходов. При первом проходе изделие удерживают горизонтально, при втором — опускают на небольшой угол к горизонту (5—10°). Затем с каждым новым проходом угол увеличивают, доводя его до требуемой величины.

Покоробленное изделие правят на плите. Кромки после отбортовки обрезают по разметке и опиливают напильником.

**Р**азводкой называется операция получения криволинейного контура путем растягивания материала.

Для разводки применяют следующий инструмент и приспособления: наводильник, фасонный деревянный молоток, гладильник, наковальню, стойки, скребки, чугунную или стальную плиту, шпераци, шаблоны.

В местах разводки от ударов молотка материал становится тоньше, растягивается. Чтобы не получалось трещин, материал должен быть пластичным.

**Разводка полосового материала.** При разводке полосового материала его кладут на плиту и, удерживая левой рукой, наносят равномерные и не очень сильные удары фасонным деревянным молотком или наводильником по его растягиваемому краю на расстоянии до  $\frac{3}{4}$  ширины полосы через равные промежутки. Боёк наводильника при ударе должен быть направлен по радиусу окружности, по которой изгибают полосу. Нельзя наносить несколько ударов по одному месту, так как может образоваться трещина.

Если материал начал нагартываться, а разводка еще не закончена, его подвергают термической обработке, после чего продолжают разводку. Момент нагартовки определяется по следующим признакам: разводка материала прекращается; материал становится тверже, молоток от него отскакивает сильнее.

При ударе металл сильно звенит.

Во время разводки проверяют кривизну пластин по шаблону. Если пластина перегнута больше, чем требуется, то наносят несколько легких ударов по ее противоположному краю. Заканчивают разводку деревянным молотком или гладильником, одновременно выправляя пластину от неровностей.

Неровные края наружной кромки полосы зашлифовывают напильником по предварительной разметке, зачищают кромку наждачной бумагой.

**Разводка уголка** проводится на наковальне или рельсовой оправке. Уголок на наковальне устанавливают так, чтобы обрабатываемая полка лежала на ней всей плос-

костью. Разводку выполняют, ударяя равномерно наводильником или фасонным деревянным молотком по растягиваемому краю полки на расстоянии  $\frac{3}{4}$  ее ширины, при этом левой рукой плотно прижимают уголок к наковальне и перемещают его. При неравномерных ударах на кромках уголка появляется волнистость, которую выправляют ударами по середине полки уголка. Нельзя ударять по сгибу уголка — образуются трещины. При нагартровке материала уголок подвергают термической обработке.

Окончив разводку, выправляют уголок на плите легкими ударами деревянного молотка или гладильника, нанося удары по середине полки уголка, и запиливают обработанную кромку. Заусенцы зачищают наждачной бумагой.

**Разводку коробчатого профиля** выполняют на оправке.

Сначала на каждой из полок равномерными ударами разводят небольшие участки. Оба обрабатываемых участка должны быть расположены строго один над другим. После разводки участка на второй полке снова переходят на первую полку и т. д. Таким образом проводят разводку всего профиля до получения требуемой формы.

Окончив разводку, выправляют профиль на плите и запиливают обрабатываемые кромки напильником, заусенцы зачищают наждачной бумагой.

## **ПОСАДКА**

---

**П**осадка — операция получения криволинейного контура путем сжатия металла.

Для посадки применяются гофрилка или круглогубцы, наводильник, деревянный молоток, гладилка, оправка или шперак, плита и шаблоны.

При посадке материал сжимается, становится толще. Величина утолщения зависит от вида обрабатываемого материала, его толщины, размера и радиуса закругления.

Чтобы материал при посадке не растрескивался, он должен находиться в пластичном состоянии.



При посадке ручным способом, во избежание образования складок излишнего материала, в местах изгибов сначала делают гофры, а затем проводят посадку этих гофров. Гофрируют материал круглогубцами или гофрилками. Гофр делают низким и широким, так как он легче садится. Если же гофры получаются узкими и высокими, то при посадке они «нагоняются» друг на друга и образуются складки и трещины. Наилучшие результаты получаются, когда высота гофра равняется его ширине.

**При посадке уголка** сначала на его полке делают гофр. Для этого берут уголок в левую руку, а в правую гофрилку или круглогубцы, захватывают край обрабатываемой полки и поворачивают гофрилку вправо (по часовой стрелке) и затем влево (против часовой стрелки). При этом следят, чтобы гофрилка сохраняла горизонтальное положение, т. е. не подгибала полку уголка.

Гофры располагают равномерно по всему изгибаемому участку. Нельзя перекашивать гофр, так как при посадке в этом месте получится складка.

В результате гофрирования уголок прогибается полкой внутрь, после этого необходима посадка гофров, которую начинают с вершины гофра и выполняют на рельсе или оправке несильными и равномерными ударами наводильника. Поочередно ударяя по бокам гофров осаживают их на  $\frac{1}{3}$  длины. По окончании операции проводят окончательную посадку их на всю длину.

Если требуемый изгиб не удалось получить, уголок отжигают и снова гофрируют полки. При этом гофры делают там, где их не было в первый раз, т. е. в промежутках между первыми гофрами. Затем снова осаживают гофры и замеряют место закругления шаблоном. Данную операцию повторяют пока не будет достигнута требуемая кривизна уголка, после чего выправляют обрабатываемую полку на плите, размечают и зачищают кромки.

**При посадке коробчатого профиля** гофры делают одновременно на обеих полках, причем гофр на нижней полке помещают точно под гофром на верхней полке; по величине оба гофра должны быть равны, в противном случае вся деталь приобретает винтообразную форму и ее трудно выправлять. Посадку гофров проводят поочередно на обеих полках, постоянно проверяя, не происходит ли перекося их.

## **ВЫКОЛОТКА**

---

**В**ыколотка — операция получения выпуклых и вогнутых деталей путем растягивания металла.

При выколотке применяют следующий инструмент и приспособления: деревянный молоток с закругленным бойком, стальной выколоточный молоток с шаровыми бойками, наводильник, гладильник, гофрилку или круглогубцы, стойку, шаблоны и болванки.

Выколоточные работы выполняют вручную или путем штамповки. Существуют следующие способы выколотки вручную: выколотка на стойке, выколотка на вогнутой болванке и выколотка по макету.

При выколотке материал растягивается, поэтому качественная выколотка возможна, если материал находится в пластическом состоянии.

Сначала осматривают материал: на нем не должно быть глубоких царапин, забоин, трещин и других дефектов. Затем проверяют состояние поверхности инструмента и приспособлений: поверхность должна быть совершенно гладкой и отполированной. Для выколотки деталей сложной формы определяют размеры разверток. Точные размеры развертки подсчитать трудно. В зависимости от материала, его толщины и способа выколотки величина припуска на выколотку изменяется. Поэтому делают выкройку из бумаги с детали или шаблона: на деталь или шаблон накладывают бумагу, чтобы обозначилась форма детали и обрезают бумагу с припуском в 20—25 мм. Полученную выкройку раскладывают на металле и по ней вырезают заготовку.

При выколотке полусферы приблизительный размер развертки определяют по формуле:

$$D = 1,4d,$$

где  $d$  — внутренний диаметр сферы;  
 $D$  — диаметр заготовки.

### **Выколотка вручную на стойке**

Этот наиболее трудоемкий и сложный способ выколотки заключается в том, что заготовку гофрируют по

краям, затем делают посадку гофров и выколачивают середину изделия.

Выколотку проводят в такой последовательности:

1. Размечают заготовку.
2. Вырезают заготовку по разметке и края ее опиливают напильником для удаления заусениц.
3. Гофрируют кромку заготовки и осаживают их несильными равномерными ударами.
4. Выколачивают середину изделия равномерными несильными ударами деревянного молотка со сферическим бойком в направлении от центра заготовки по спирали.
5. Если при выколотке материал нагартовался, его термообрабатывают для восстановления пластических свойств материала.
6. Несколько раз повторяют операции 3, 4 и 5, пока заготовка не примет нужную форму.
7. Перед правкой изделия делают гофры на его кромке и снова осаживают их, чтобы кромки были загнуты несколько больше, чем это требуется. При окончательной правке гладильником они расправятся.
8. Выправляют изделие гладильником на круглой стойке, окончательно подгоняя форму по шаблону.
9. Отметив требуемый размер изделия, отрезают лишнюю часть материала и зачищают напильником неровности и заусенцы на кромке изделия.

### **Выколотка вручную на вогнутой болванке**

При этом способе выколотки предварительно изготавливают вогнутую болванку из дерева по форме изделия.

После разметки и вырезки заготовку устанавливают под углом 35—40° к поверхности болванки и наносят легкие равномерные удары по спирали на расстоянии 20—25 мм от края заготовки. По мере приближения к центру выколачиваемого изделия силу ударов увеличивают. Дойдя до центра, возвращаются к краям, продолжая наносить удары по спирали и постепенно ослабляя их силу. В процессе выколотки материал нагартовывается, поэтому его неоднократно отжигают. Изделия из

дюралюминия закаливают и окончательно обрабатывают в свежезакаленном состоянии. Затем выправляют поверхность изделия гладильником на круглой болванке или стойке.

При правке изделие должно касаться поверхности стойки впадинами, которые имеются на его выпуклой поверхности. Удары наносят по впадине. После приглаживания проверяют изделие по шаблону, размечают и обрезают по размеру.

## **Выколотка вручную по макету**

Детали большой глубины и малого радиуса выколачивают в такой последовательности:

1. Размечают и вырезают заготовку материала. Края заготовки опиливают напильником.

2. Сгибают материал по макету.

3. Края заготовки гофрируют в тех местах, где глубина выколотки наибольшая.

4. Осаживают гофры деревянным молотком.

5. Эти операции повторяют пока деталь не примет требуемой формы. Если в процессе посадки гофров материал нагартовался, то его отжигают.

6. Поверхность подогнанной детали по макету выправляют гладильником на круглой стойке.

7. Проверяют деталь по шаблону и намечают линию отреза.

8. Отрезают деталь по разметке и запиливают кромку.

Выколотку деталей малой глубины и большого радиуса гибки проводят на макете, изготовленном с небольшим припуском по краям для забивания гвоздей. Выколотку деталей выполняют в такой последовательности:

1. Размечают и обрезают заготовку с припуском на края по 20—30 мм для забивания гвоздей. После обрезки зачищают кромки заготовки личным напильником.

2. Сгибают вручную заготовку по форме макета.

3. Прибивают заготовку гвоздями к макету стороной, хорошо прилегающей к поверхности макета. Если возможно, то заготовку прижимают к макету струбцинами.

4. Выколотку детали проводят резиновым молотком. Материал прижимают к поверхности макета и наносят удары, начиная с прикрепленной стороны, постепенно

осаживая материал по всей поверхности макета. По мере прилегания материала к поверхности его прикрепляют гвоздями к макету по контуру заготовки.

5. Закончив выколотку, отжигают материал (детали из дюралюминия закаливают).

6. Окончательно выправляют поверхность детали.

7. Проверяют деталь по шаблону и намечают линию отреза.

8. Обрезают деталь по разметке и запиливают края.

## Технологические примеры

Для изготовления профиля необходимы три бруска, причем форма одного бруска должна соответствовать его форме, а размеры должны быть равны внутренним его размерам. Остальные бруски должны иметь одну грань округленной по радиусу  $r$ .

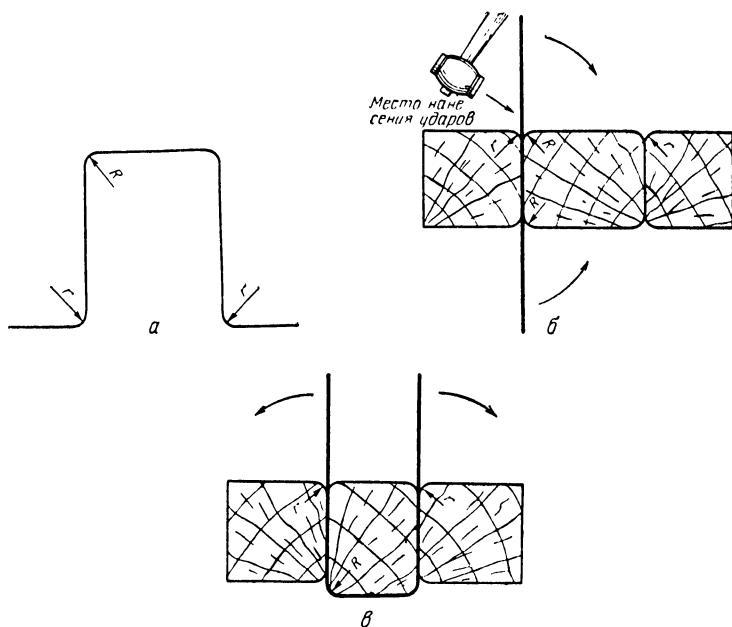


Рис. 16. Изготовление профиля:  
а — вид профиля; б — первая гибка  
профиля; в — вторая гибка профиля

Профиль выполняют в такой последовательности (рис. 16):

1. Размечают и обрезают лист с припуском 1—1,5 мм на сторону.

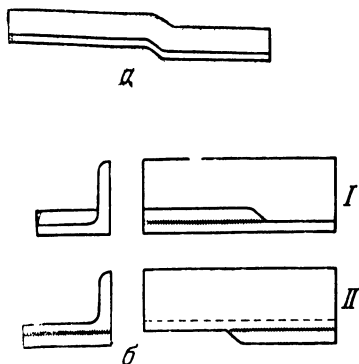
2. Зажимают размеченный лист между тремя брусками с помощью струбцин, установленных с обоих концов брусков. Бруски в середине зажимают в тиски.

3. Загибают выступающие концы листа в направлении стрелок (рис. 16 а) равномерными несильными ударами деревянного молотка, постепенно пригибая лист с одного края до другого. Если профиль погнулся, то его выправляют на плите, подложив под один конец деревянный брусок высотой 10—20 мм и нанося удары по ребру обеих полос.

4. Вставляют брусок, форма которого соответствует форме профиля, в середину и зажимают его между двумя остальными брусками, чтобы закругленные грани брусков прижимались к материалу (рис. 16 б).

5. Отгибают обе полки профиля в направлении стрелок (рис. 16 в).

6. Обычно обе полки изгибаются наружу. При правке изогнутого профиля оба конца профиля помещают на деревянные бруски и наносят удары деревянным молотком по ребру полок. Выправив обе полки, правят стенки на доске и затем обрезают профиль по размерам.



Р и с. 17. Подсечка уголка:  
а — вид уголка после подсечки;  
б — приспособление для подсечки

**Подсечка** — изгиб уголка, в результате которого полки получают параллельное смещение (рис. 17 а). Подсечка уголков выполняется в нагретом состоянии с помощью

приспособления, состоящего из двух половинок (рис. 17 б): половинки I, являющейся как бы матрицей, и половинки II, являющейся пуансоном.

Перед подсечкой уголок нагревают: уголок из дюралюминия — до температуры отжига; уголок из стали — светло-красного каления.

Нагретый уголок вкладывают между двумя половинками приспособления и зажимают приспособление в тиски, чтобы уголок плотно прилегал ко всем стенкам приспособления. После этого приспособление вынимают из тисков, берут из него уголок и выправляют на плите. Уголки из дюралюминия после подсечки и правки закалывают.

## **ПАЙКА**

---

### **Пайка паяльником**

**П**аяльник является основным инструментом, применяемым при пайке. Назначение паяльника — расплавлять и наносить припой на спаиваемые поверхности, а также прогревать место спая.

Паяльники периодического действия нагреваются пламенем паяльной лампы или на горне, а непрерывного действия — электрическим током или бензиновой горелкой.

Паяльники периодического действия изготавливаются из красной меди марки М1, которая быстро нагревается, хорошо сохраняет тепло и легко передает это тепло припою и спаиваемому материалу.

Паяльник состоит из медной головки, железного стержня и деревянной ручки. Головка имеет заостренную под углом 40—50° рабочую часть и плоскую тыльную.

Поверхность головки должна быть чистой и гладкой, без раковин и трещин. Для лучшего распределения припоя рабочая часть облуживается. Вес паяльника зависит от его назначения. Обычно при работе употребляют паяльники весом от 250 г до 1 кг.

Паяльники непрерывного действия в зависимости от источника нагрева подразделяются на бензиновые и электрические.

Бензиновый паяльник состоит из двух частей: небольшой паяльной лампы и обычного паяльника, который можно передвигать, устанавливая на различном расстоянии от горелки. Для ремонтных работ такие паяльники очень удобны и практичны. Они быстро нагреваются и в отличие от электрических не требуют никакого дополнительного оборудования и электропроводки. Ими можно пользоваться как паяльной лампой, удалив медный паяльник.

Электрический паяльник удобен там, где нельзя работать с открытым пламенем. Основными его недостатками являются наличие проводов для подвода электрического тока и малый запас тепла, которого хватает только для пайки деталей с небольшой массой. В качестве нагревательного элемента в паяльнике применяют

Таблица 8

**Выбор размеров паяльников**

Выполняемая работа	Электрические паяльники		Паяльники периодического действия
	диаметр наконечника, мм	мощность, Вт	вес наконечника, г
Пайка соединений в телефонном и радиоэлектронном оборудовании	9,5—12,5	60—70	225—250
Пайка соединений средних размеров в жестяных изделиях, трубопроводах и электрических проводов	16—22,5	130—150	850—900
Пайка соединений тонких листов кровельного железа, вентиляционных труб	22—35	225—250	1200—1300
Пайка меди и оцинкованного железа в крупных изделиях	28,5—35	300—350	1700—1800
Пайка соединений в особо крупных изделиях	50	1250	4300—4500



спираль из проволоки высокого сопротивления, обычно из нихрома. У паяльников, работающих от сети напряжением 120 и 220 в, толщина проволоки мала, поэтому спирали часто перегорают. Для увеличения срока службы паяльников напряжение питающего электрического тока снижают с помощью трансформаторов до нескольких вольт (6—12 в), что позволяет применять для спиралей более толстую проволоку.

При включении паяльника в сеть проверяют, на какое напряжение он рассчитан. Рабочее напряжение паяльника указывается на тыльной стороне. Рекомендации по выбору паяльников приведены в таблице 8.

Для удобства пайки и получения качественных паяных соединений применяют специальные приспособления: паяльные зажимы, поддержки.

Спаиваемые поверхности зачищают шаберами и напильниками.

**Припой и флюсы.** При пайке паяльником применяют оловянно-свинцовые припои.

Марки оловянно-свинцовых припоев для пайки и лужения стали и медных сплавов приведены в таблице 9. Марка припоев расшифровывается следующим образом: буква П обозначает припой, ОС — оловянно-свинцовый, а цифра — процент олова в данном припое.

Припой ПОС-90 применяется для пайки внутренних швов пищевой посуды.

Припой ПОС-61, как наиболее легкоплавкий, употребляется когда соединяемые детали нельзя нагревать выше 200°.

Припой ПОС-50 обладает повышенной текучестью и используется при пайке радиаторов и других ответственных деталей.

Припои ПОС-40 и ПОС-30 применяются для пайки электро- и радиоаппаратуры и электромонтажных работ. Ими можно паять детали из оцинкованного железа и стали.

Припой ПОС-18 служит для лужения деталей перед пайкой и для пайки деталей, которые не требуют повышенной прочности соединения.

Для приготовления оловянно-свинцовых припоев определяют потребное количество олова и свинца по процентному содержанию их в припое. Например, на 100 г припоя ПОС-40 берут 40 г олова, 58 г свинца и 2 г сурь-

Таблица 9

## Оловянно-свинцовые припои

Марка припоя	Химический состав, % (ГОСТ 1499—54)		Температура плавления, °С		Предел прочности, кг/мм <sup>2</sup>		Удлинение, %	Ударная вязкость, кгм/см <sup>2</sup>
	олово	сурьма	свинец	Начало плавления	Полное расплавление	На растяжение	На срез	
ПОС-90	89—90	не более 0,15	Остальное	183	222	4,3	2,7	1,85
ПОС-61	59—61	не более 0,8	•	183	183	—	—	—
ПОС-50	49—50	не более 0,8	•	183	209	—	—	—
ПОС-40	39—40	1,5—2	•	183	235	3,2	3,67	4,75
ПОС-30	29—30	1,5—2	•	183	256	3,3	2,9	4,67
ПОС-18	17—18	2—2,5	•	183	277	2,8	2,52	3,86

мы. Свинец расплавляют в графитовом тигле и в него небольшими порциями добавляют олово, размешивая смесь железным прутком. Каждую следующую порцию олова подмешивают после полного расплавления предыдущей. Затем вводят в смесь сурьму. Расплавленный припой разливают в железные или чугунные сухие формы. Палочка припоя должна быть длиной 250—300 мм, шириной 10—15 мм и толщиной 3—5 мм.

Паяльные флюсы используют для очистки поверхности деталей и припоя от окислов и загрязнений и улучшения смачиваемости расплавленным припоем соединяемых поверхностей. Паяльные флюсы должны обладать более низкой температурой плавления, чем применяемые припой.

В качестве флюсов для пайки широко применяются хлористый цинк, нашатырь, канифоль (табл. 10).

Хлористый цинк употребляется в порошке и в растворенном виде (в соотношении: 1 часть хлористого цинка и 3 части воды).

После окончания пайки остатки флюса тщательно смывают теплой водой, чтобы избежать разъедания паяного шва. Для изделий, которые после пайки трудно промыть, не применяют хлористый цинк. При отсутствии готового хлористого цинка его легко приготовить, растворив металлический цинк в соляной кислоте. Для растворения цинка берут техническую соляную кислоту. Количество цинка зависит от крепости кислоты. Обычно на одну весовую часть металлического цинка нужно пять весовых частей крепкой (дымящей) кислоты, которую предварительно разбавляют равным по объему количеством воды.

Цинк растворяют в фарфоровой или стеклянной посуде, металлическую посуду кислота быстро разъедает. Цинк следует брать в виде стружки или мелких кусочков. После прекращения выделения пузырьков газа, флюс готов. Такой раствор называют травленой кислотой. Если его выпарить, то на дне останется белый порошок — хлористый цинк.

Нашатырь (хлористый аммоний) — распространенный флюс для пайки мягкими припоями, встречается в виде порошка и в кусках. Он легко растворяется в воде и хорошо растворяет жировые вещества — поэтому широко применяется при лужении. Нашатырем проводят химиче-

## Флюсы для пайки металлов низкотемпературными припоями

Марка флюса и состав	Процент по весу	Назначение	Приготовление, свойства и применение флюса
1	2	3	4
<b>Флюс 1</b>			
Хлористый цинк	30	Для пайки сталей, меди и ее сплавов. Температура пайки 290—350°	Хлористый цинк при пайке активно растворяет окислы металлов. Флюс наносится на место пайки кистью. Не позднее чем через 3 час. после пайки остатки флюса тщательно смываются проточной водой во избежание коррозии
Вода (допускается содержание свободной соляной кислоты до 0,8%)	70		
<b>Флюс 2</b>			
Хлористый цинк	18	Для пайки сталей, меди и ее сплавов. Температура пайки 180—320°	Флюс более активен, чем предыдущий. Остатки флюса смывают проточной водой не позднее чем через 3 час. после пайки
Хлористый аммоний (нашатырь)	6		
Вода	76		
<b>Флюс 4</b>			
Хлористый цинк	25	Кислотный флюс для пайки нержавеющих сталей	Остатки этого флюса вызывают сильную коррозию нержавеющей стали. После пайки требуется особенно тщательная и немедленная промывка деталей не только водой, но и слабым раствором соды
Соляная кислота (уд. вес 1,19)	25		
Вода	50		
<b>Флюс ЛМ-1</b>			
Спирт этиловый или этиленгликоль.	62	Для пайки хромоникелевых нержавеющих сталей	Рекомендуется применять при пайке припоями ПОС-40 и ПОС-30. Остатки флюса не вызывают коррозии нержавеющей стали. Для пайки меди и ее сплавов флюс не рекомендуется
Ортофосфорная кислота (уд. вес 1,6—1,7)	32		
Канифоль в порошке	6		

1	2	3	4
<b>Флюс 5</b>			
Канифоль	30	Только для пайки меди	Остатки флюса не вызывают коррозию. Необходимо тщательная зачистка деталей перед пайкой
Спирт этиловый (ректификат)	70		
<b>Флюс ЛК-2</b>			
Хлористый аммоний.	1	Для пайки меди, латуни и оцинкованного железа	Приготавливается путем растворения всех компонентов в спирте. Остатки флюса смывать ацетоном или скипидаром
Хлористый цинк	3		
Канифоль	30		
Спирт этиловый (ректификат)	66		

скую очистку паяльников. При нагревании нашатыря выделяются белые ядовитые пары.

Канифоль применяют для пайки чистых и обезжиренных деталей из меди и латуни, особенно для пайки медных электропроводов. Расплавленная канифоль растворяет окись меди. Остатки флюса не оказывают никакого химического действия на паяный шов и поэтому могут не удаляться. Канифоль бывает в виде порошка, кусков или концентрированного раствора в спирте.

**Подготовка к пайке** состоит из двух операций: подготовки паяльника и подготовки изделия. Подготовку паяльника начинают с зачистки его рабочей части драчевым напильником в тисках или на упоре. Рабочая часть паяльника должна иметь скругленную форму. Только при пайке очень тонких швов допускается заточка носка почти на острый угол. После опиловки паяльник нагревают с тыльной стороны в пламени паяльной лампы или на горне. При перегреве паяльник сильно окисляется и его трудно облудить припоем.

Достаточно нагретый паяльник при прикосновении к припою расплавляет его. После нагревания очищают носок паяльника от окислов путем трения его о кусок нашатыря и облуживают припоем тонким и ровным слоем. Если припой ложится неравномерно, паяльник нагревают сильнее.

Подготовку изделия проводят следующим образом: спаиваемые поверхности хорошо подгоняют друг к другу, тщательно очищают от грязи и жира и прочно скрепляют зажимами или другими приспособлениями, чтобы детали при нагреве и пайке не смещались одна относительно другой. Зазоры должны быть равны 0,1—0,15 мм, при зазоре большей величины уменьшается прочность соединения. При очень малых зазорах (меньше 0,05 мм) прочность снижается — припой не заполняет весь зазор. Лучшими соединениями являются нахлесточное и телескопическое. Стыковое соединение применяется только для обеспечения герметичности швов. Перед пайкой на соединяемые поверхности наносят кисточкой флюс.

Подготовив паяльник и изделия, приступают к пайке: нагретым паяльником каплю припоя переносят на шов и медленно проводят паяльником по шву, чтобы весь шов успел прогреться. Плоскую грань наконечника паяльника прикладывают так, чтобы обеспечить наибольшую площадь соприкосновения с деталью. Припой должен ложиться тонким слоем без разрывов. Если припой не смачивает какое-либо место (не пристанет к металлу), то туда добавляют каплю флюса.

Пайку лучше вести двумя паяльниками: пока работают одним паяльником, другой нагревается. После каждого нагревания паяльник зачищают о кусок напильника.

При пайке массивного толстостенного изделия его предварительно нагревают в печи или паяльной лампой до температуры 120—150°, после чего запаивают и дают ему остыть.

Сразу же после окончания пайки спаянное изделие нельзя передвигать или ударять, так как припой при затвердевании бывает очень хрупким. Спаянному шву надо дать спокойно остыть, затем удаляют остатки флюса теплой водой. Промывку не проводят, если в качестве флюса применялись вещества, не вызывающие коррозии мест пайки (канифоль, вазелин, воск).

Инструмент и материалы, использованные при пайке, убирают на место, предварительно удалив с напильника окалину и грязь и охладив его на воздухе. При охлаждении паяльника в воде ухудшается теплопроводность меди, вследствие чего паяльник приходит в негодность. Для восстановления первоначальных свойств меди паяльник перековывают.

Ниже приведены характерные дефекты пайки (табл. 11).

Т а б л и ц а 11

### Дефекты пайки

Вид дефекта	Причина недоброкачественной пайки	Как устранить дефект
Не происходит соединения припоя с металлом	Недостаточно прогрета деталь	Нагреть деталь паяльником. Если при этом дефект не устраняется, то прогреть всю деталь паяльной лампой
	Место пайки плохо зачищено	Зачистить место пайки шабером или напильником
	На место пайки не нанесен флюс	Нанести флюс на место пайки
Припой не плавится	Недостаточно нагрет паяльник	Подогреть паяльник
Шов получается прерывистый	Флюс нанесен не по всей длине	Заново нанести флюс на весь шов
Шов получается неплотный—имеет небольшие поры	Перед пайкой шов был плохо очищен от жира и влаги	Прогреть место пайки, нанести снова флюс и пропаять
	Слишком много жидкого флюса	Снять часть флюса
Припой растекается неравномерно и плохо заполняет шов	Паяльник неправильно наклонен к изделию	Изменить угол наклона паяльника
Не удается получить длинных непрерывных швов, хотя паяльник нагрет хорошо	Быстрое остывание паяльника	Положить изделие на асбест или кирпич. Перед пайкой подогреть изделие на 100—150°. Взять паяльник большего размера

**Припайку наконечников к тросам** осуществляют следующим образом:

1. Отмеряют трос требуемой длины. Участок, где трос надо разрубить, обвязывают мягкой железной проволокой в двух местах на расстоянии 50 мм. Часть троса, заключенную между двумя обвязками, зачищают и спаи-

вают во избежание раскручивания конца троса после разрубания. Подготовленный трос рубят зубилом на наковальне.

2. Зачищают внутреннюю поверхность наконечника шабером или наждачной бумагой, смазывают ее травленной кислотой и тщательно облуживают. Облуженный наконечник опускают в раствор щелочи, после чего промывают и просушивают.

3. Смазывают конец троса флюсом и облуживают все его пряди.

4. Надевают наконечник на трос и припаивают его при помощи массивного паяльника или с подогревом паяльной лампой.

Для припайки кабельных наконечников нужно:

осторожно подрезать ножом изоляцию на расстоянии 15—18 мм от конца провода, аккуратно зачистить ее и свить проволоочки.

Облудить провод и наконечник.

Припаять наконечник к проводу припоем ПОС-40 или ПОС-30. В качестве флюса используют канифоль или раствор нашатыря в денатурированном спирте. Применять хлористый цинк запрещается.

## **ПАЙКА ГОРЕЛКАМИ**

---

Для нагрева спаиваемых частей и расплавления припоя применяют паяльные лампы или горелки для газовой сварки со специальным наконечником.

Паяльные лампы бывают керосиновые и бензиновые. Керосиновые лампы быстрее выходят из строя, вследствие засорения змеевика продуктами разложений керосина. Поэтому для пайки целесообразнее применять бензиновые паяльные лампы, которые имеют прямые, легко прочищаемые каналы.

Перед тем, как разжечь лампу впереди горелки ставят металлический лист или кирпич. В первый период разжигания лампы горючее, еще не успевшее превратиться в газ, может быть выброшено из нее в виде горячей струи.

Горелка для газовой сварки применяется со специаль-



ными сменными многосопловыми мундштуками<sup>1</sup>, которые обеспечивают равномерный прогрев детали, облегчают ведение процесса пайки. Выбор горелки зависит от размера, массы и конфигурации узла, подлежащего пайке. При пайке мелких деталей применяют наконечники № 0 и 1, крупные детали паяют горелками с наконечниками № 5 и 7. Температура пламени зависит от видов горючих газов, сжигаемых в смеси с кислородом или с воздухом. Все горючие газы в смеси с кислородом дают более высокую температуру пламени, чем в смеси с воздухом. Наиболее высокая температура (3100°) получается при сжигании ацетилена, более низкая — при сжигании пропана, бутана и природного газа. Применяя различные горючие газы в смеси с кислородом или с воздухом получают необходимые для пайки температуры нагрева металла.

**Припой и флюсы.** Для получения прочного паяного соединения используют медно-цинковые и серебряные припои.

Марки медно-цинковых припоев, температура их плавления и область применения приведены в таблице 12,

Т а б л и ц а 12

**Медно-цинковые припои**

Марка припоя	Химический состав, %		Температура плавления, °С		Примечание
	медь	цинк	начало плавления припоя	полное расплавление припоя	
ПМЦ-36	34—38	остальное	800	823	применяется редко из-за низких механических качеств
ПМЦ-48	46—50	остальное	860	870	Для пайки меди, томпака и полутомпака
ПМЦ-54	52—56	остальное	865	888	Для пайки меди, томпака, железа и стали

<sup>1</sup> Конструкция мундштуков разработана ВНИИ АВТОГЕНмаш.

а серебряных — в таблице 13. Все перечисленные припои являются стандартными и изготавливаются промышленностью.

Медно-цинковые припои значительно хуже серебряных как по прочности, так и в технологическом отноше-

Таблица 13

### Серебряные припои

Марка припоя	Химический состав, %			Температура плавления, °С		Примечание
	серебро	медь	цинк	начало плавления	полное расплавление	
ПСр-25	24,7—25,3	39—41	Остальное	745	775	Для пайки арматуры, радиаторов, патрубков, коллекторов и трубопроводов
ПСр-45	44,5—45,5	29—31	Остальное	665	745	Для пайки тонкостенных изделий из латуни и бронзы. Припой ПСр-45 обеспечивает высокую чистоту места пайки
ПСр-65	64,5—65,5	19—21	Остальное	695	720	Для пайки тех же деталей, что и ПСр-45, а также для пайки стальных изделий, когда требуется получить швы повышенной прочности
ПСр-70	69,5—70,7	25—27	Остальное	730	755	Для пайки медных проводов и деталей электродвигателей. Спай обладает высокой электропроводностью

нии. Поэтому при ремонте их применяют редко. Паяют ими малоответственные детали из меди, латуней и бронз. Пайку стальных деталей выполняют нестандартными припоями — латунью марки Л-62 или припоем ЛОК-62 (табл. 14). Эти сплавы не содержат серебра, но обеспе-

Таблица 14

### Нестандартные припой

Марка припоя	Химический состав, %							Температура плавления, °С	
	серебро	медь	цинк	фосфор	кремний	олово	другие составляющие	начало плавления	полное расплавление
Л-62	—	60,5—63,5	остальное	—	—	—	—	900	905
ЛОК-62	—	60,5—63,5	остальное	—	0,3—0,4	0,4—0,6	—	900	905
ПСрФ-4	18	78	—	4	—	—	—	700	—

чивают такое же высокопрочное соединение стальных деталей, как и серебряные припой.

Припой ПСрФ-4 используют в целях экономии серебра при пайке медных деталей, им заменяют припой ПСр-25 и ПСр-45. Для пайки стальных деталей припой ПСрФ-4 не пригоден вследствие хрупкости паяного шва.

Состав, назначение и способ приготовления флюсов для пайки горелками приведены в таблице 15. Кроме этих флюсов при пайке медно-цинковыми припоями применяются бура и борная кислота.

Бура бывает в виде кристаллов или в порошке. Для пайки применяют порошкообразную буру, которую перед употреблением обезвоживают: буру нагревают в печи до образования белой твердой массы и прекращения выделения паров. Полученную твердую буру еще теплой необходимо растолочь и сложить в банку с притертой или резиновой пробкой, так как она быстро впитывает влагу из воздуха.

## Флюсы для пайки

Марка флюса и состав	Процент (по весу)	Назначение	Приготовление, свойства и применение флюса
<b>Флюс 209</b>			
Борный ангидрид	35	Для пайки конструкционных и нержавеющей сталей, а также жаропрочных и медных сплавов серебряными припоями	Флюс готовится путем смешения обезвоженных компонентов и тщательного размалывания смеси в тонкий порошок в фарфоровой мельнице или ступке. Хранится в хорошо закрытых стеклянных банках. Перед употреблением флюс замешивается в виде густой кашицы на воде или спирте. На место пайки флюс наносится до нагрева деталей. Остатки флюса удаляются промывкой деталей сначала в горячей, а затем в холодной проточной воде
Фтористый калий, обезвоженный	42		
Фторборат калия	23		
<b>Флюс 200</b>			
Борная кислота	70	Для пайки конструкционных и нержавеющей сталей, а также жаропрочных сплавов латунью и жаропрочными припоями	Флюс готовится путем смешения компонентов и размалывания смеси в порошок. Применяется при пайке также, как флюс 209
Бура	21		
Кальций фтористый	9		
<b>Флюс 7</b>			
Борная кислота	20	Для пайки малоуглеродистых сталей и медных сплавов серебряными припоями	Приготовление и применение аналогично флюсу 200; флюс 7 менее активен, чем флюс 200 и 209, поэтому он непригоден для пайки нержавеющей сталей
Бура	80		

Марка флюса и состав	Процент (по весу)	Назначение	Приготовление, свойства и применение флюса
<b>Флюс 34А</b>			и жаропрочных сплавов
Фтористый натрий	10	Для пайки алюминия и его сплавов	При нагреве деталей открытым пламенем лучше всего применять бензиновую паяльную лампу. Флюс тщательно смывается проточной водой сразу же после пайки
Хлористый цинк	8		
Хлористый литий	32		
Хлористый калий	50		

Необезвоженная бура при нагреве вспучивается и разбрызгивается, в результате чего работающий может получить ожог. Температура плавления буры 741°. Применяется бура при пайке латуни, меди, серебра и других тугоплавких металлов.

Основным ее недостатком является то, что она в расплавленном состоянии, соединяясь с окислами металлов, образует соли, которые при остывании покрывают поверхность шва твердой нерастворимой в воде коркой. Эту корку удаляют шабером или растворяют в серной кислоте.

Борная кислота (температура плавления 577°) действует лучше, чем бура, но ввиду своей дороговизны применяется редко и в основном как составная часть флюсов.

**Подготовка к пайке и пайка.** Для получения качественного паяного соединения необходимо тщательно подготовить спаиваемые поверхности и обеспечить получение между ними зазора в пределах 0,1—0,2 мм. Наиболее прочные швы получаются при зазоре 0,1 мм. При больших зазорах прочность паяного соединения уменьшается. Спаиваемые поверхности очищают от грязи, жира и окиси с помощью шабера, напильника или наждачной бумаги и протравливают в 20—30%-ном раст-

воре серной кислоты в течение 20—30 мин. После травления деталь промывают горячей (70—80°) водой и сушат. Если поверхность покрыта слоем накипи (соты водяных радиаторов), то травят в соляной кислоте. После очистки места пайки тщательно покрывают флюсом, предназначенным для данного металла и припоя.

Не рекомендуется наносить флюс на место пайки после нагрева детали до температуры плавления флюса. На поверхности образуется довольно толстый слой окисной пленки (окалины), для удаления которой требуется больше времени и флюса. Иногда толстая окисная пленка не успевает полностью раствориться в процессе пайки, что приводит к заметному ослаблению соединения. Как показали опыты, прочность соединения возрастает, если флюс, замешанный на воде или других растворителях, наносится в виде слоя до начала пайки (при сборке деталей под пайку).

В случае надобности флюс добавляют и в процессе пайки, но до расплавления припоя.

Наносить флюс перед пайкой можно на медь, латунь, бронзу, стали и жаропрочные сплавы. Исключение — алюминий и его сплавы.

Если пайка выполняется измельченным припоем, то его наносят на шов в смеси с флюсом и затем нагревают места пайки до температуры, превышающей температуру плавления припоя на 60—70°. Припой в виде проволоки накладывают на разогретое место спая, или расплавляют в пламени, как присадочный материал при сварке. В последнем случае припой вводят в пламя после того, как место спая достаточно прогрето. Если припой не растекается по шву, значит пленка окиси не полностью растворилась в флюсе ввиду недостаточного его количества на шве.

При добавке небольшого количества флюса припой начинает растекаться.

Припаявая тонкостенную деталь к толстостенной пламя направляется на более массивную деталь. Если соединяют равные по массе детали, но отличные по теплопроводности, то пламя направляют на ту деталь, теплопроводность которой больше. После окончания пайки изделие медленно охлаждают и смывают со шва остатки флюса.

В таблице 16 приведены характерные дефекты пайки.

## Дефекты пайки

Вид дефекта	Причина недоброкачественной пайки	Как предотвратить появление дефекта
Прерывистый паяный шов	Недостаточно флюса, поэтому припой растекался не по всему шву	Добавить флюса
Коробление материала и перекос припайваемой заплаты	Неравномерный нагрев материала вокруг заплаты	Прекратить пайку, выправить материал и снова равномерно прогреть место пайки
На шве остаются оплавленные обломки прутка припоя	Слишком тонок пруток припоя Пламя направлено на пруток Пруток сильно прижат к поверхности детали	Взять пруток большего диаметра Направить пламя на деталь Не прижимать пруток к поверхности детали
Шов имеет бугристую поверхность	К шву прикасались прутком припоя в процессе затвердевания припоя	Не прикасаться к поверхности шва до полного затвердевания
Прожог основного материала	Пламя горелки длительное время было направлено на один участок, что вызвало расплавление металла в этом месте	Нагрев вести при непрерывном и равномерном движении пламени горелки
Прожог припайваемой заплаты	В процессе пайки пламя было направлено на заплату	Равномерно нагревать стенку вокруг заплаты, а не заплату
Мелкие трещины в шве	Перемещали деталь в момент окончания кристаллизации припоя	Не перемещать деталь до полного охлаждения шва
Шов не пропаявается по глубине	Недостаточно флюса Недостаточно прогрета деталь Недостаточно припоя	Добавить флюса Прогреть место пайки Взять пруток припоя большего диаметра

**Л**ужение — процесс нанесения слоя олова или припоя на поверхность металлического изделия с целью защиты его от окисления (коррозии). Защитный слой называется полудой. Поверхность детали от коррозии надежно защищает сплошной слой олова. Получение сплошного слоя полуды возможно при условии тщательной подготовки поверхности.

Лужение, кроме защиты от коррозии, применяют и для улучшения качества паяного соединения при паянии оловянно-свинцовыми припоями и при заливке подшипников баббитом.

В первом случае облуживают спаиваемые поверхности и рабочую поверхность паяльника для обеспечения соединения с ними припоя. Во втором случае полудой покрывают заливаемую поверхность.

Лужению обычно подвергают изделия из меди, латуни и железа. В качестве полуды применяют чистое олово или припой, указанные в таблице 9.

При подготовке к лужению поверхности детали очищают от грязи, жира, ржавчины и окалины. Ржавчину и окалину удаляют напильником, шабером, стальной щеткой или пескоструйным аппаратом. Обезжиривание проводят в 10%-ном растворе каустической соды, подогретой до температуры 80°; изделие выдерживают в растворе 10—20 мин. После обезжиривания изделие промывают водой, чтобы смыть остатки соды. При промывке хорошо обезжиренная поверхность смачивается водой равномерно.

Для лучшего облуживания поверхности изделие про травливают в подогретом до 30—40° растворе кислоты в течение 20—60 мин.: изделия из латуни — в 10%-ном растворе серной кислоты (с добавлением 5% хромпика), из железа — в 5—7%-ном растворе соляной кислоты. После травления изделие промывают проточной водой, просушивают и на его поверхность наносят слой полуды посредством погружения изделия в расплавленное олово или припой и посредством натирания, когда облуживают одну сторону изделия.



В первом случае изделие после травления и промывки погружают в ванну с расплавленным оловом или припоем и выдерживают там пока оно не примет температуру ванны. Затем его вынимают, дают стечь избытку олова или припоя, охлаждают и промывают водой для удаления с поверхности остатка кислоты.

Во втором случае промытую поверхность изделия смазывают травленой кислотой, нагревают изделие пока кислота не закипит и кладут на изделие куски олова или припоя. Затем всю поверхность посыпают нашатырем и растирают жидкое олово паклей до получения равномерного слоя полуды. Места, к которым олово не пристало, зачищают шабером и снова покрывают оловом.

После лужения изделие промывают водой и сушат теплым воздухом или протирают чистой тряпкой.

При ремонте слой полуды удаляют холодным и горячим способами.

При холодном способе луженые места смазывают азотной кислотой, обрабатывают песком, протирают древесными опилками и промывают водой.

При горячем способе луженые места покрывают смесью, состоящей из 1 кг красной глины, 100 г нашатыря и 25 г поваренной соли. Указанную смесь разводят соляной кислотой до кашеобразного состояния. Покрыв полуду смесью, изделие нагревают в горне до 800°. После охлаждения изделия полуда и смазка легко удаляются с поверхности.

## **ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ**

---

Главной причиной производственного травматизма и несчастных случаев является несоблюдение правил техники безопасности. Поэтому рекомендуется хорошо изучить инструкцию по технике безопасности:

1. Выполнять только ту работу, которая поручена и разъяснена.

2. Получая новую работу, необходимо пройти инструктаж по безопасному ее выполнению.

3. Рабочее место содержать в чистоте; не загромождать верстак и проходы вокруг него. Инструмент не разбрасывать, неиспользуемый инструмент держать в ящике.

4. Запрещается работать на неисправных станках.

5. Нельзя работать молотком, слабо насаженным на рукоятку.

6. Опорный инструмент (оправки, шпераки) должен быть прочно закреплен. Концы деревянного молотка — стянуты стальными кольцами. У металлического молотка — боек не расклепан.

7. Воспрещается работать зубилами и крейцмейселями с косыми и сбитыми головками.

9. При заточке инструмента необходимо надевать предохранительные очки.

10. На рычажных ножницах противовесы должны быть отрегулированы и верхний нож не должен опускаться самопроизвольно.

11. При работе на рычажных ножницах надевать рукавицы и не заслонять место разреза.

12. Неровности на листовом материале выправлять гладильником или киянкой. Нельзя править материал голыми руками.

13. При работе на зигмашине внимательно следить, чтобы пальцы рук не попали между роликами.

14. Станки должны иметь предохранительное ограждение. Снимать ограждения со станков запрещается.

15. Нельзя работать электродрелью, не имеющей вилки заземления и с неисправной изоляцией провода. Следует помнить, что при включении электродрели сначала включают вилку заземления, а потом уже вилку в электросеть.

16. Трубы при гибке набивать чистым сухим песком.

17. Запрещается частичное охлаждение нагретых листов или труб путем поливания их водой. Требующую охлаждения часть опускают в резервуар с водой, или смачивают мокрой тряпкой, паклей, укрепленной на железной или деревянной ручке.

18. Перед пайкой из бензиновых и керосиновых баков удалять остатки горючего промывкой.

19. Пайку бензиновых и керосиновых баков проводить при открытых пробках.

20. Не паять изделия, находящиеся под давлением.

21. Нельзя паять вблизи легковоспламеняющихся или огнеопасных материалов. Пайку проводить только в специально отведенных для этого местах, где есть огнетушитель и песок.

23. Если паяльная лампа предназначена для керосина, то заправлять ее только керосином, так как бензин имеет более высокое давление паров.

24. Категорически запрещается заправлять горящую лампу, горячее может воспламениться и произойдет взрыв.

25. Резервуар паяльной лампы наполнять не более, чем на  $2/3$  его емкости, иначе возможен взрыв.

26. Заправляют паяльную лампу только через воронку, предварительно поставив ее в специальную ванночку.

27. Недопустим перегрев резервуара паяльной лампы. Если резервуар нагрелся, погасить лампу и охладить резервуар, поставив его в холодную воду.

28. Запрещается разжигать паяльную лампу от горна.

29. При пайке кислоту наносить помазком тонким слоем и без разбрызгивания ее.

30. При работе с кислотой надевать резиновые рукавицы и фартук.

31. При разбавлении крепкой серной кислоты в воду вливают кислоту, а не наоборот.

32. При пайке газовой горелкой соблюдают все правила техники безопасности по кислородно-ацетиленовой сварке

33. В расплавленное олово не должна попадать вода.

## СОДЕРЖАНИЕ

Стали . . . . .	3
Углеродистые стали . . . . .	3
Легированные стали . . . . .	6
Цветные металлы . . . . .	7
Алюминиевые сплавы . . . . .	7
Медные сплавы . . . . .	8
Инструмент, приспособления и оборудование . . . . .	9
Ударный инструмент . . . . .	9
Опорный инструмент . . . . .	10
Оборудование . . . . .	12
Правка . . . . .	14
Правка листового материала . . . . .	14
Правка профильного материала . . . . .	16
Построение разверток . . . . .	19
Резка металла . . . . .	22
Гибка . . . . .	24
Ручная гибка листового материала . . . . .	28
Гибка труб . . . . .	30
Гибка дюралюминиевых труб . . . . .	31
Гибка стальных труб . . . . .	32
Гибка медных и латунных труб . . . . .	33
Гибка уголков . . . . .	33
Зиговка материала . . . . .	34
Фальцовка и закалка проволоки . . . . .	35

Виды фальцевых швов . . . . .	35
Изготовление фальцевых швов . . . . .	36
Закатка проволоки . . . . .	41
Отбортовка . . . . .	42
Отбортовка вручную на наковальне или скребке	43
Отбортовка вручную с помощью оправок и шаб- лонов . . . . .	44
Отбортовка на зигмашине . . . . .	45
Разводка . . . . .	46
Посадка . . . . .	47
Выколотка . . . . .	49
Выколотка вручную на стойке . . . . .	49
Выколотка вручную на вогнутой болванке . .	50
Выколотка вручную по макету . . . . .	51
Технологические примеры . . . . .	52
Пайка . . . . .	54
Пайка паяльником . . . . .	54
Пайка горелками . . . . .	63
Лужение . . . . .	71
Правила безопасной работы . . . . .	72

*Валентина Александровна Афанасьева*  
*Валерий Александрович Горохов*  
*Александр Валерьевич Горохов*

## **МЕДНИЦКО-ЖЕСТЯНИЦКИЕ РАБОТЫ**

Редактор Л. Л. Самолук  
Художественный редактор  
Б. М. Рябышев  
Технический редактор  
Н. Н. Гришутина  
Корректор Г. Д. Кузнецова

Л76255. Сдано в производство 15/XI 1972 г.  
Подписано к печати 13/III 1973 г. Объем 4,2 усл.  
печ. л., 3,96 уч.-изд. л. Бум. № 3. Формат  
84×108<sup>1/32</sup>. Тираж 50 000. Изд. № 423. Заказ 825.  
Цена 13 коп. Объявлено в т. п. 1973 г. № 75.  
Россельхозиздат, г. Москва, И-139, Орликов пер.,  
3а.

Книжная фабрика № 1 Росглавполиграфпрома  
Государственного комитета Совета Министров  
РСФСР по делам издательств, полиграфии и  
книжной торговли, г. Электросталь Московской  
области, ул. им. Тевосяна, 25.

**Афанасьева В. А. и др.**

**А94** Медницко-жестяницкие работы.  
М., Россельхозиздат, 1973.

80 стр. с ил. (Библиотечка сельского ремонтника).  
Перед загл. авт.: В. А. Афанасьева, А. В. Горохов, В. А. Горохов,

В книге приводятся сведения о материалах, применяемых при медницко-жестяницких работах. Описаны инструмент, приспособления и оборудование рабочих мест, а также основные операции и технологические приемы работ, используемых при ремонте сельхозтехники. Большое внимание уделено пайке, которая широко применяется при изготовлении и ремонте деталей.

Книга предназначена в качестве пособия для подготовки и повышения квалификации рабочих ремонтных мастерских.

## ***Вниманию читателей!***

**Россельхозиздат выпускает в III—IV кварталах  
1973 года книги:**

Бокарев Т. И., Руденко А. И. В помощь водителю-заправщику. 96 стр. 18 к.

Даны общие сведения о нефтепродуктах, используемых для заправки тракторов и автомобилей, и рекомендации по их применению, изложены простейшие методы контроля за качеством нефтепродуктов, рассматриваются общее устройство и принципы работы механизированных заправочных агрегатов, система оплаты водителя-заправщика и техника безопасности при работе с нефтепродуктами.

Рассчитана на механизаторов колхозов и совхозов.

Ермошкин А. П. Техническое обслуживание средств диспетчерской связи. 152 стр. 24 к.

Изложены вопросы технического обслуживания радиотехнических средств диспетчерской связи в сельском хозяйстве. Показан порядок выполнения



технических уходов, периодических осмотров и ремонтов.

Дана методика проверки приемопередатчиков и отыскания неисправностей. Рассматриваются особенности измерений при техническом обслуживании, ремонте и настройке радиоаппаратуры.

Приведен необходимый справочный материал по измерительным приборам.

Брошюра рассчитана на инженеров, механиков хозяйств, операторов диспетчерской связи.

Письменов В. Н. Уборка, транспортировка и использование навоза. 200 стр, 53 к.

В книге рассматриваются технология, машины и организация работ по уборке, приготовлению, транспортировке и внесению на поля твердого, полужидкого и жидкого навоза. Даны расчеты основных параметров и режимов работы машин и механизированных линий уборки навоза. Освещен опыт их эксплуатации на крупных животноводческих фермах и комплексах. Кратко изложена методика выбора эффективной системы уборки навоза.

Рассчитана на инженерно-технических работников, механизаторов-животноводов колхозов и совхозов.

С заказами просим обращаться в книготоргующие организации.

РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ

13 коп.

**МОСКВА**  
**РОССЕЛЪХОЗИЗДАТ - 1973**