

Инж. А. П. ЖЕЛНИН и И. Е. ОПАРИН

**ПОСОБИЕ
ПО ПАЯЛЬНЫМ
РАБОТАМ**

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

1943



Инж. А. П. ЖЕЛНИН и И. Е. ОПАРИН

ПОСОБИЕ ПО ПАЯЛЬНЫМ РАБОТАМ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Москва 1943

АННОТАЦИЯ

В данной книге даны необходимые сведения о металлах, сплавах, источниках тепла, припоях, флюсах, теории пайки, паяльном оборудовании, методах и приемах пайки твердыми и мягкими припоями, а также о характере паяльных работ.

Книга предназначена в качестве учебника для рабочих-паяльщиков, занятых в различных отраслях промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

Пайка, как способ соединения металлов, известна с древних времен. При археологических раскопках в различных частях земного шара были обнаружены запаянные металлические изделия свидетельствующие о том, что за много столетий до нашей эры люди уже умели паять. Так, древние египтяне паяли золото и свинец, а римляне применяли пайку продольных швов свинцовых подпроводных труб.

До нас дошла книга по пайке, написанная арабами еще в XII веке. В этой книге описаны приемы и методы твердой и мягкой пайки. Следует отметить, что в книге описываются те же шпательные средства, которые в большинстве случаев применяются и в настоящее время.

Посмотря на огромные достижения науки и техники в области металловедения, вопросам пайки металлов и сплавов до последнего времени не уделялось достаточно внимания. До сих пор в большинстве случаев пайка производится вручную.

В ряде отраслей промышленности пайка занимает весьма важное место. Особенно широко применяется она в авиационной, автомобильной и тракторной промышленности. Пайке подвергаются ответственные части тракторов, автомобилей и самолетов (радиаторы, различного рода трубопроводы, шланги, бензиновые баки и т. п.). Большую роль играет пайка и при ремонте различных частей машины как в заводских условиях, так и в мастерских машинотракторных станций и т. д.

Пайка широко распространена также в консервной промышленности, где требуются высокое качество работы и абсолютная герметичность спаиваемых швов.

В последнее время пайка с большим успехом применяется для исправления различных дефектов в чугунных, бронзовых и алюминиевых отливках.

Широкое применение пайка находит в электротехнике, а также

при изготовлении и ремонте различных изделий из благородных металлов: золота и серебра.

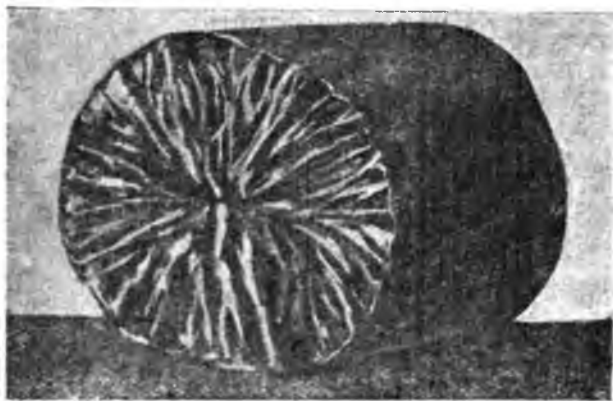
Несмотря на столь обширное распространение пайки и большое количество рабочих, занятых ею в различных отраслях промышленности, до последнего времени подготовка кадров паяльщиков не была на должной высоте. Рабочие-паяльщики обучались самостоятельно, случайно, без определенной системы и надлежащего руководства. Между тем от паяльщика, особенно при твердой пайке, требуются большой производственный навык и знание основных свойств металлов и сплавов. Только грамотный рабочий, у которого производственный навык сочетается с необходимыми теоретическими знаниями, может полностью овладеть техникой своего дела и стать подлинным стахановцем, работая без брака и давая продукцию высокого качества при высокой производительности труда.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

СТРУКТУРА МЕТАЛЛОВ

Поверхность гладко отполированного металла имеет вид сплошной однородной массы. Однако при внимательном рассмотрении излома куска металла легко обнаружить, что эта масса только кажется сплошной. На самом деле металлы состоят из



Фиг. 1. Кристаллический излом латунной болванки (ув. 0,75)

множества отдельных зерен (кристаллов), плотно прилегающих друг к другу и крепко связанных между собой внутренними силами сцепления.

Подобного рода излом, изображенный на фиг. 1, называют кристаллическим, а все тела, обладающие таким изло-

мом, — кристаллическими телами. Кристаллическое строение имеют все металлы и сплавы (в твердом состоянии), горные породы: мрамор, гранит, полевопшати и пр.



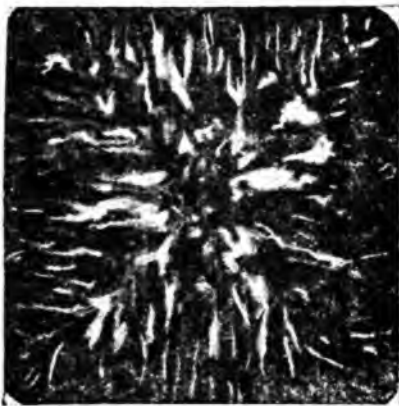
Фиг. 2. Излом стекла (ув. 2)

Такие твердые тела, как стекло, канфоль, целлулоид и некоторые другие, не имеют кристаллического строения и называются аморфными телами. При изломе аморфного тела получаются произвольные кривые поверхности (фиг. 2). Такие тела обладают весьма высокой хрупкостью.

Кристаллическое строение (структуру) какого-либо металла можно обнаружить при рассматривании под микроскопом тонко отполированной поверхности металла или сплава и обработанной (протравленной) специальными травителями.

Размеры отдельных зерен металла могут колебаться в весьма широких пределах: от нескольких сантиметров — в литом и медленно охлажденном состоянии — до тысячных долей миллиметра — после механической обработки давлением и закалки.

В литом состоянии металлы и сплавы обычно имеют крупнокристаллическую структуру, причем отдельные зерна вытянуты от центра к периферии (т. е. от центра к наружным слоям). На фиг. 3 изображена такая структура литой алюминиевой бронзы, отлитой в изложницу в вертикальном положении.



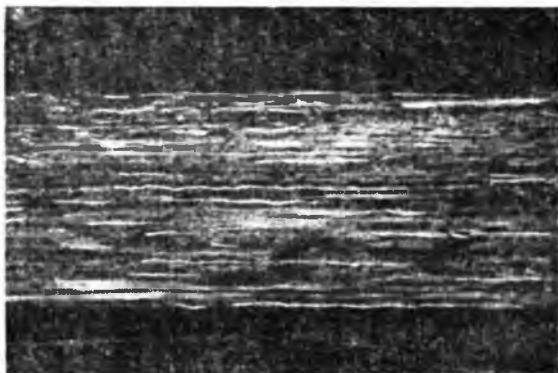
Фиг. 3. Структура литой алюминиевой бронзы (ув. 0,5)

Если литой металл или сплав подвергнуть в горячем или холодном состоянии механической обработке давлением (ковке, штамповке, прокатке, прессованию и т. п.), то структура металла изменится: произойдет измельчение кристаллов. Все крупные

кристаллы раздробятся на множество более мелких. Изменится также и расположение отдельных кристаллов: они будут вытянуты по направлению действия приложенной силы.

Фиг. 4 изображает структуру латуни марки Л62 после прокатки в холодном состоянии.

В результате изменения при механической обработке размеров, формы и расположения кристаллов в металле или сплаве изме-



Фиг. 4. Структура латуни Л62 после прокатки в холодном состоянии. Зерна вытянуты в направлении прокатки (ув. 250)

няются также и механические свойства последних: металл или сплав становится более твердым, крепким, теряет свою пластичность и вязкость и приобретает большую хрупкость.

Посредством механической обработки давлением, вызывающей размельчение кристаллов, можно довести металл до такого состояния, что он из пластичного и мягкого станет хрупким, легко разрушающимся при дальнейшей деформации.

Если такой, как говорят, нагартованный металл нагреть, то структура его вновь изменится: мелкие зерна исчезнут, а вместо них появятся более крупные, но уже не такие, как в литом металле. Размеры зерен будут более или менее одинаковы по всем направлениям. Такую структуру называют равноосной.

С ростом кристаллов в результате нагрева (отжига) металла вновь изменяются и его механические свойства: металл теряет твердость и прочность, приобретенные при механической обра-

ботке, и становится более мягким и пластичным. На фиг. 5 изображена структура латуни марки Л62 после прокатки и отжига.

Из всего сказанного выше понятно, что структуру металлов можно изменить путем того или иного способа обработки (давле-



Фиг. 5. Структура латуни Л62 после прокатки и отжига при 700° (ув. 200)

нием или нагревом) и что с изменением структуры изменяются и свойства металлов.

Изучая и исследуя структуру металла, можно определить, в каком состоянии он находится: в литом, нагартованном, закаленном или отожженном, и тем самым судить о его механических качествах.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Для того чтобы правильно спроектировать и построить ту или иную машину, здание, железнодорожный мост и другие сооружения, изготовить режущий инструмент или штампы, конструктору необходимо прежде всего знать механические свойства применяемых материалов. Без знания прочности или твердости материалов конструктор не мог бы произвести расчет, правильно сконструировать машину или выбрать нужный инструмент. Поэтому все металлы, сплавы и вообще всякие материалы, прежде чем применить в качестве строительных материалов или инструмента, необходимо подвергнуть специальным механическим испытаниям, иными словами, испытаниям механических свойств этих материалов.

Под механическими свойствами твердых тел (в том числе и металлов) принято принимать их отношение к действию внешних сил. Это отношение определяется твердостью тела, его вязкостью, сопротивлением разрыву, сжатию, изгибу и пр. Рассмотрим эти свойства подробнее.

Твердость. Твердостью тела называется его способность оказывать сопротивление проникновению в него другого, постороннего тела.

К определению твердости металлов приходится прибегать в технике довольно часто. Испытанию на твердость подвергаются либо отдельные образцы, вырезанные из куска металла, либо целиком готовое изделие, если позволяют его габаритные размеры. Определение твердости производится на специальных приборах — прессах Бринеля, Роквелла, Шора и др.

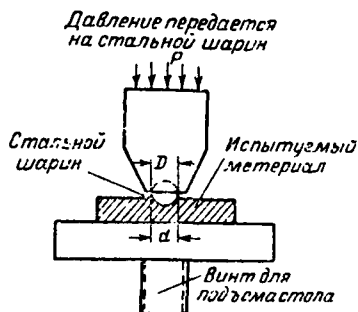
Испытание твердости металла по методу Бринеля, или, как говорят, определение твердости по Бринелю, заключается в следующем: стальной шарик диаметром обычно в 10 мм с определенной силой (например 3000 кг)

вдавливается в испытуемый металл; эту нагрузку выдерживают в течение 30 сек., а затем снимают. На металле остается отпечаток шарика в виде небольшой луночки, диаметр которой измеряют при помощи лупы (увеличительного стекла); затем по таблице, приложенной к прибору, находят число твердости, соответствующее диаметру данного отпечатка. Чем больше отпечаток вдавливаемого шарика и диаметр его, тем меньшей твердостью обладает данный металл, и наоборот.

На фиг. 6 изображена схема пресса Бринеля для испытания твердости.

Прочность. При конструировании различных механизмов, машин, строительных балок, ферм, железнодорожных рельсов и т. д. наибольшее значение имеет прочность или крепость металла, которая определяется его сопротивлением разрыву.

Под сопротивлением разрыву понимают такую нагрузку на единицу площади поперечного сечения металла, при которой металл разрывается.



Фиг. 6. Схема испытания твердости по Бринелю

Если обозначить через P наибольшую нагрузку в кг; через F_0 — площадь поперечного сечения испытуемой части образца в мм² (до разрыва); через σ_s временное сопротивление разрыву в кг/мм², то можно вывести следующую математическую зависимость:

$$\sigma_s = \frac{P}{F_0}. \quad (1)$$

Подставляя в эту формулу соответствующие значения, можно определить коэффициент крепости (сопротивление разрыву) данного тела, или наоборот, зная крепость металла и наибольшую нагрузку, — найти необходимую площадь его поперечного сечения.

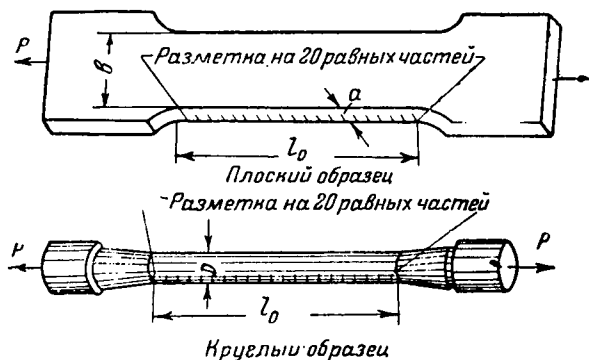
Пример. При испытании образца стали диаметром $d = 10$ мм произошел разрыв при нагрузке $P = 3500$ кг. Прежде всего определим площадь поперечного сечения:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 100}{4} = 78,5 \text{ мм.}$$

Следовательно, сопротивление разрыву σ_s будет равно по формуле (1).

$$\sigma_s = \frac{P}{F_0} = \frac{3500}{78,5} = 44,6 \text{ кг/мм}^2.$$

Для определения прочности из испытуемого металла изготовляют образцы, имеющие либо цилиндрическую, либо плоскую



Фиг. 7. Образцы для испытания разрывной прочности металла

форму (фиг. 7). С обонх концов образца вытачивается головка для зажима в разрывной машине. Соотношение длины и ширины или диаметра образцов должно быть строго определенным и по-

стоянным. Обычно выбираются диаметры в 10, 15 и 20 мм; длина же должна быть равна 10 диаметрам, т. е. соответственно 100, 150 и 200 мм.

Удлинение. При растяжении испытуемого образца изменяются его длина и поперечное сечение, именно: длина увеличивается, а площадь поперечного сечения уменьшается. Для характеристики механических свойств металла существенное значение имеет так называемое относительное удлинение, которое представляет собой отношение приращения испытуемой длины образца к первоначальной длине последнего.

Измерение длины производится не по всей длине образца, а лишь на части, называемой расчетной длиной.

Относительное удлинение выражается в процентах к первоначальной длине образца и определяется по следующей формуле:

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где δ — относительное удлинение;

l_0 — длина расчетной части образца до разрыва, мм;

l — длина расчетной части образца после разрыва, мм.

Пример. До разрыва расчетная часть образца $l_0 = 150$ мм. После разрыва $l = 185$ мм. Отсюда относительное удлинение по формуле (2):

$$\delta = \frac{185 - 150}{150} \cdot 100 = 23,3\%.$$

Происходящее при растяжении образца сжатие его поперечного сечения можно определить по следующей формуле:

$$S = \frac{D_1^2 - D_2^2}{D_1^2} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где S — сжатие, %;

D_1 — диаметр образца до разрыва, мм;

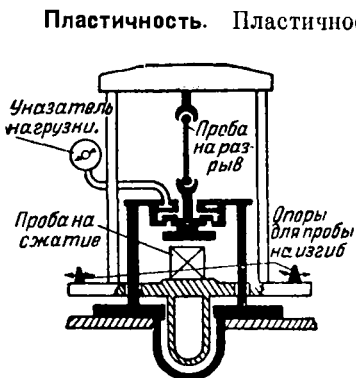
D_2 — диаметр образца после разрыва, мм.

Пример. До испытания диаметр образца составлял $D = 10$ мм. После испытания диаметр уменьшился в месте разрыва до 6,8 мм. Следовательно, сжатие поперечного сечения достигает в этом случае по формуле (3)

$$S = \frac{100 - 46}{100} \cdot 100 = 54\%.$$

Разрывная машина для испытания образцов на растяжение представляет собой винтовой или гидравлический пресс. В винтовом прессе необходимое для разрыва усилие измеряется при

помощи неравноплечего рычага с передвигающимся по большому плечу грузом. В гидравлическом же прессе это усилие измеряется автоматически — специальным прибором. На фиг. 8 приведена схема универсальной разрывной машины, на которой можно испытывать образцы не только на растяжение, но также на сжатие и на изгиб.



Фиг. 8. Схема универсальной разрывной машины

Пластичность. Пластичностью называется способность какого-либо тела, не разрушаясь, изменять свою форму при обработке давлением (при прокатке, ковке, штамповке и т. п.). Не все металлы и сплавы обладают хорошей пластичностью. Например чугун, сурьма, висмут, хром, марганец и ряд других металлов совершенно не поддаются обработке давлением. Наоборот, медь, серебро, золото, свинец, никель, алюминий, железо, латунь и другие обладают весьма хорошей пластичностью и легко прокатываются в тонкие листы.

Как правило, с повышением температуры пластичность металла увеличивается, правда, лишь до известного предела. Поэтому в большинстве случаев металлы и сплавы подвергают прокатке, ковке и штамповке в нагретом состоянии при температуре наибольшей пластичности данного металла или сплава. Наилучшая температура обработки для каждого металла или сплава устанавливается опытным путем.

Хрупкость. Хрупкость — свойство, противоположное пластичности. Под хрупкостью понимается неспособность вещества при обработке давлением изменять свою форму без разрушения.

Наиболее хрупкими металлами считаются сурьма, висмут и др. Некоторые металлы становятся хрупкими и ломкими только при определенных условиях. Например литой цинк при 15—20° * очень хрупок и легко разбивается молотком. При температуре от 90 до 170° он становится пластичным и хорошо поддается прокатке в тонкие листы. При более высокой температуре литой цинк вновь становится хрупким.

Олово при 200° приобретает настолько сильную хрупкость, что его легко можно измельчить до порошкообразного состояния.

* Здесь и в дальнейшем всюду температура указывается в °С.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Плотность. Вес 1 см³ твердого, жидкого или газообразного тела называется его плотностью.

Плотность газообразных тел, в том числе и воздуха, сильно изменяется в зависимости от температуры и давления. Плотность же твердых и жидких тел с изменением температуры и давления почти не изменяется.

1 см³ чистого железа весит 7,8 г, 1 см³ меди — 8,94 г, 1 см³ свинца — 11,4 г и т. д. Плотность вещества выражается именованным числом (в г/см³).

Удельный вес. Удельным весом называется отвлеченное число, показывающее, во сколько раз данное вещество тяжелее или легче такого же объема воды, взятой при температуре +4°. При этой температуре вода имеет наибольшую плотность и 1 см³ ее весит 1 г.

Температура плавления. Металлы, как и все другие вещества, могут находиться в одном из трех состояний: твердом, жидком или газообразном.

Температурой плавления называется та температура, при которой данное вещество переходит из твердого состояния в жидкое при нагревании и из жидкого в твердое состояние при охлаждении. Температура плавления различных металлов не одинакова. Каждый металл в чистом виде имеет свою вполне определенную температуру плавления. Если же он загрязнен какими-либо посторонними примесями, то температура плавления его изменится.

Температура кипения. Температурой кипения называется та температура, при которой тело из жидкого состояния переходит в газообразное. С испарением металлов на практике приходится сталкиваться, например, при работе с цинком (который кипит при 930°) и его сплавами, главным образом латунию, в состав которой цинк входит в большом количестве (до 40%).

Теплоемность. Температура твердого металла по мере его нагревания (т. е. по мере сообщения ему тепла извне) повышается. Такое повышение температуры наблюдается до тех пор, пока величина ее не достигнет точки плавления данного металла. В этот момент металл начинает плавиться, причем температура его остается постоянной в течение всего процесса плавления, пока весь металл не перейдет из твердого состояния в жидкое.

Как только весь металл расплавится, температура его при продолжении нагревания вновь начнет подниматься.

Мы видим, что для перевода металла из твердого состояния

в жидкое недостаточно только нагреть его до температуры плавления, а нужно еще сообщить металлу дополнительно некоторое количество тепла со стороны, причем температура металла в это время не повышается,

То количество тепла, которое затрачивается на расплавление данного вещества без повышения его температуры, называется его скрытой теплотой плавления. Это тепло относят обычно к 1 г или 1 кг и выражают соответственно в малых или больших калориях, которые служат единицами измерения тепла и обозначаются сокращенно: м. кал и б. кал или кал и Кал.

Малая калория представляет собой то количество тепла, которое нужно затратить, чтобы повысить температуру 1 г воды на 1° (в пределах от 15 до 20°). Большая калория — в 1000 раз больше малой (1 Кал = 1000 кал) и представляет собой количество тепла, необходимое для нагревания 1 кг воды на 1° .

При нагревании различных металлов можно заметить, что не все они нагреваются с одинаковой скоростью при одном и том же расходе тепла: одни нагреваются быстрее и поглощают меньше тепла, другие — больше и т. д.

То количество тепла, которое требуется для нагревания какого-либо вещества на 1° , носит название теплоемкости данного вещества.

Удельной теплоемкостью называется количество малых калорий, которое надо затратить для нагревания 1 г вещества на 1° .

НЕОБХОДИМЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

Черные металлы

Основным из черных металлов является железо, которое встречается в природе в различных рудах. Не менее важными черными металлами, имеющими огромное применение в технике и промышленности, являются чугун и сталь. Оба эти металла представляют собой продукты железных руд и отличаются от железа лишь повышенным содержанием углерода. Чугун выплавляется из железных руд в специальных доменных печах, а сталь получается из чугуна в так называемых бессемеровских конвертерах, мартеновских и электропечах.

Чугун. Как было указано, чугун представляет собой сплав железа с углеродом. Количество углерода в чугуне колеблется от 2,5 до 5%. Кроме углерода, в чугуне содержатся различные примеси: кремний, сера, марганец, фосфор и др. Углерод находится

в чугунах в виде свободного графита (т. е. химически не связанного с железом) и в виде химического соединения с железом (карбид железа — цементит).

Перед выплавкой чугуна железную руду обычно подвергают предварительной обработке, которая заключается в раздроблении и разрыхлении руды, и в так называемом обогащении, т. е. удалении из нее пустой породы (песок, глина), а также воды и углекислоты. Подготовленную таким образом руду загружают в доменную печь, где и происходит процесс выплавки чугуна.

Выпущенный из домы жидкий чугун направляется по соответствующим каналам в земляные или металлические формы, где он затвердевает в виде брусков, носящих название чушек. Такой чугун является сырым материалом для литья или для передела в сталь.

Иногда чугун, выходящий из доменной печи, используют непосредственно для отливки тяжеловесных деталей: станин, водопроводных труб и т. д.

В зависимости от того, в каком виде находится углерод в чугуне, последний разделяется на два сорта: белый и серый.

Белый чугун. Этот сорт чугуна содержит углерод, только химически связанный с железом. Он имеет серебристый излом и мелкозернистую структуру. Белый чугун, содержащий большое количество марганца (свыше 6%), имеет блестящий пластинчатый излом и называется зеркальным. Белый чугун обладает весьма высокой твердостью и не поддается обработке обычными инструментами. Кроме того, он очень хрупок и сравнительно легкоплавок. Этот сорт чугуна имеет очень плохие литейные свойства: плохо заполняет форму. Используется белый чугун преимущественно как переделный — для переработки в сталь.

Серый чугун содержит значительное количество углерода в виде графита, располагающегося равномерно по всей массе чугуна блестящими черными чешуйками. В свежем изломе серый чугун имеет серую поверхность с зернистым строением. Плавится он при более высокой температуре, чем белый. В расплавленном состоянии серый чугун обладает высокой жидкотекучестью, хорошо заполняет литейные формы и поэтому называется литейным чугуном. Серый чугун хорошо поддается обработке режущими инструментами: он менее хрупок, чем белый чугун, но его нельзя обрабатывать давлением (т. е. прокаткой, штамповкой и т. п.) ни в горячем, ни в холодном состоянии. Благодаря своим высоким литейным качествам серый чугун широко применяется для фасонного литья частей машин, труб, станин, фундаментных плит и других деталей, работающих на сжатие.

Чугунные отливки являются наиболее дешевыми сравнительно с другими материалами, но применение их все же ограничено из-за их хрупкости и низкой пластичности.

Ковкий чугун применяется для деталей машин, от которых требуется сравнительно большая пластичность, чем от серого чугуна. Получают его из белого чугуна. Для этого белый чугун нагревают в герметически закрытых железных коробках при температуре в $1000-1050^{\circ}$ в течение 2—5 дней, в зависимости от величины изделий и их количества (общая длительность отжига).

В результате длительного нагревания при высокой температуре углерод чугуна из химически связанного состояния переходит в свободно выделившийся графит и частично выгорает, вследствие чего чугун становится более мягким и пластичным.

В настоящее время разработан способ получения ковкого чугуна из обыкновенного.

Рассмотрим влияние присутствующих в чугуне примесей.

Кремний способствует выделению углерода в виде графита, т. е. образованию мягкого серого чугуна. Чем мягче желательнее получить чугун, тем больше требуется ввести в него кремния.

Чугун, идущий для машинного литья (шестерни, шкивы, подшипники и т. д.), содержит от 1,5 до 3% кремния; для получения же изделий с отбеленной коркой и для ковкого чугуна вводят от 0,5 до 1,3% кремния.

Отбеленная корка (поверхностный слой) придает поверхности изделия более высокую твердость; внутренняя же часть остается неотбеленной (из ковкого или обыкновенного серого чугуна), что придает изделию некоторую пластичность и вязкость. Из чугуна с отбеленной поверхностью изготавливаются, например, валки для прокатных станов.

Марганец действует противоположно кремнию, т. е. затрудняет выделение углерода в виде графита, и чугун получается твердым (отбеленным). Полезное действие марганца заключается в том, что он способствует увеличению содержания в чугуне углерода, повышает прочность чугунных изделий и уменьшает вредное действие серы, всегда присутствующей в чугуне. Для получения более прочных чугунных изделий в чугун вводят большое количество марганца, однако лишь до известного предела. Содержание в чугуне марганца свыше 1,25% делает чугунные изделия весьма твердыми и почти неподдающимися обработке.

Фосфор способствует выделению углерода в виде графита и тем самым образованию серого чугуна. Кроме того, фосфор де-

ляет чугуны более легкоплавким, противодействует образованию усадочных раковин.

Отрицательным действием фосфора на чугуны является увеличение хрупкости. Если фосфора введено больше 0,7%, то чугуны становятся хрупкими при низких температурах, как говорят хладноломкими. Как правило в ответственной литейке (валы машин, цилиндры и т. д.) содержание фосфора не должно превышать 0,5%; в чугунных изделиях для домашнего обихода (трубы, фасонное литье, художественные отливки и т. д.) количество фосфора допускается до 1,25%.

Сера оказывает вредное влияние на механические свойства чугуна: увеличивает хрупкость, твердость и способствует образованию при литейке усадочных раковин.

Кроме того, чугунные изделия, содержащие 0,1% серы, при нагревании до 600—700° легко дают трещины (красноломкость). Поэтому наличие серы в чугуне не допускают более 0,1%, причем в огнеупорных изделиях (изложницы, части топок и т. п.) количество серы не должно превышать 0,075%. Сера попадает в чугуны из исходных материалов: руды и каменного угля.

Медь и мышьяк — редкие, но чрезвычайно вредные примеси в чугуне — ухудшают его механические свойства: делают его хладноломким.

Мышьяк, подобно фосфору, вызывает хладноломкость, а медь, как и сера, — красноломкость отливок. Наличие этих примесей в чугуне в количестве свыше 0,3% делает его негодным для машинного литья.

В табл. 1 приведен химический состав литейного чугуна, применяемого для машиностроения.

Железо и сталь. Железо и сталь отличаются от чугуна меньшим процентным содержанием углерода. В технических сортах железа количество углерода не превышает 0,3%. Содержание же углерода в различных сортах стали колеблется от 0,3 до 1,4%.

Обезуглероживание чугуна производится путем выжигания углерода кислородом воздуха. Одновременно с углеродом выжигаются и другие примеси, как кремний и марганец. Эти элементы содержатся в стали в значительно меньшем количестве, чем в чугуне (кремния не более 0,3%, а марганца не более 0,5%).

Как было уже упомянуто, сталь получается из передельного чугуна при плавке его в специальных печах: так называемых бессемеровских конвертерах и мартеновских печах или электропечах.

Процесс бессемерования состоит в том, что конвертер (резервуар из толстого листового железа, выложенный внутри огне-

Химический состав литейного чугуна, применяемого для машиностроения

Назначение	Содержание, %				
	углерод	кремний	марганец	фосфор	сера
Общее машиностроение	Состав различный, в зависимости от формы и толщины стали				
Высококачественное литье	2,5—3,2	1,2—2,2	0,8—1,2	0,3	0,08
Сельскохозяйственные машины, швейные машины, домашняя утварь	3,4—3,6	2,2—2,8	0,6	1,0	0,10
Паровые, газовые и водяные арматуры . . .	3,5	1,5—2,6	0,6—0,8	0,5	0,08
Цилиндры автомобильных двигателей, паровозов и др.	3,0—3,4	2,0—2,4	0,6—0,8	0,5	0,06

упорной набойкой из кварцевой кирпичной массы) предварительно разогревают коксом и вливают в него расплавленный чугун (температура чугуна около 1250°). Затем в конвертер вдувают воздух под давлением в 1,3—2,0 ат, благодаря чему происходит быстрое сгорание примесей. Сначала выгорают кремний и марганец, затем углерод. Сгорание кремния сопровождается большим выделением тепла, и температура металла повышается до 1800—2000°.

Весь процесс продолжается 15—25 мин. После этого в конвертере остается расплавленное, почти обезуглероженное железо. Далее конвертер наклоняют и выливают железо в особые ковши, из которых уже разливают металл по специальным формам — изложницам. В изложницах металл остывает, затвердевает, и таким образом получают соответствующие форме изложницы болванки, которые идут на дальнейшую обработку — прокатку, ковку или прессование.

Мартеновский способ получения из чугуна железа и стали отличается от бессемеровского тем, что материал загружается в печь в холодном виде и состоит не только из чугуна, но кроме

него добавляется еще некоторое количество железного и стального лома, стружек и руды.

Процесс передела чугуна по мартеновскому способу состоит в следующем: в печь с расплавленным металлом забрасывают сначала чугун, который в ней быстро плавится, а затем добавляют железный лом, стружки и, наконец, руду. Выгорание примесей происходит за счет содержащегося в горючих газах и руде кислорода. Готовый металл — сталь — идет главным образом на отливку болванок, а иногда — на отливку машинных частей.

Для получения высококачественной стали мартеновскую и бессемеровскую сталь подвергают еще переплавке в тигельных или электрических печах.

Поделочная сталь применяется в машиностроении и содержит до 0,6% углерода. Количеством углерода определяются ее механические качества: чем больше в стали углерода, тем выше ее твердость и сопротивление разрыву; однако с увеличением содержания углерода уменьшаются пластичность и вязкость стали.

Принято различать три сорта поделочной углеродистой стали: мягкую, средней твердости и твердую.

Мягкая сталь содержит от 0,05 до 0,3% углерода. Она обладает высокой пластичностью, вязкостью, хорошо сваривается и поддается пайке, но не закаливается. Из этой стали изготовляют болты, гайки, шайбы, гаечные ключи, части машин, не подвергающиеся истиранию, проволоку, листы, полосы, прутки и т. д.

Сталь средней крепости содержит от 0,3 до 0,4% углерода и применяется для осей, зубчатых колес, более ответственных болтов, проволоки и т. д.

Твердая сталь содержит от 0,4 до 0,6% углерода. Из нее изготовляют рельсы, балки, молотки и др.

В табл. 2 приведен общесоюзный стандарт на поделочную углеродистую сталь различных марок.

Углеродистая инструментальная сталь содержит от 0,6 до 1,4% углерода. Сталь с меньшим содержанием углерода (0,6—0,7%) применяется для изготовления инструментов, подвергающихся ударам и толчкам и требующих большой вязкости при средней твердости. К таким инструментам относятся штампы, зубила, клейма, отвертки, деревообделочный инструмент и т. п.

Сталь, содержащая 0,9—1,0% углерода, идет для режущих инструментов, не подвергающихся резким ударам и требующих некоторой вязкости (фрезы, резцы, метчики, развертки и т. д.).

Сталь качественная углеродистая

Марка стали		Цвет условной окраски	Временное сопротивление разрыву кг/мм ²
I группа сталей с нормальным содержанием углерода	10	Белый + черный	32—42
	15	Белый + синий	35—45
	20	Белый + зеленый	40—50
	25	Белый + зеленый	43—55
	30	Белый + желтый	48—60
	35	Белый + желтый	52—65
	40	Белый + розовый	57—70
	45	Белый + розовый	60—75
50	Белый + красный	63—80	
II группа сталей с повышенным содержанием марганца	15 Г	Коричневый + синий	40—55
	45 Г2	Коричневый + розовый	80—100
	50 Г	Коричневый + красный	65—85
	50 Г2	Коричневый + красный	85—105
	60 Г	Коричневый + фиолетовый	67—87
	65 Г	Коричневый + фиолетовый	70—90

Из стали, содержащей 1,0—1,2% углерода, изготавливаются инструменты, требующие очень высокой твердости и не подвергающиеся ударам (фрезы, резцы, сверла и т. д.).

Специальные, или легированные сорта стали отличаются от простой углеродистой стали большей чистотой и наличием присадок металлов (вольфрама, ванадия, хрома молибдена, никеля и др.), которые улучшают качество стали и придают ей особо ценные свойства. В зависимости от рода и процентного содержания присадок, сталь получает соответствующее наименование: вольфрамовая, хромистая, ванадиевая и т. д.

Вольфрамовая сталь. Вольфрам придает стали твердость и упругость и после соответствующей термической обработки увеличивает вязкость. Особенно ценным свойством вольфрамовой стали является ее способность сохранять свою твердость при нагревании до 600—700°. Из этой стали изготавливают резцы и другие режущие инструменты. При закалке вольфрамовая сталь мало изменяет свои размеры, поэтому ее применяют также для калибров, резьбонарезного инструмента, сложных штампов и т. п.

Хромистая сталь. Присадка хрома увеличивает твердость стали, ее сопротивление разрыву и уменьшает вязкость. При содержании хрома до 2% сталь еще обладает достаточной вязкостью, при большем же количестве хрома она становится хрупкой.

Важным свойством хромистой стали является ее стойкость против истирания и окисления (ржавления). Хромистая сталь идет для режущих инструментов, калибров, волочильных досок и т. д.

Ванадиевая сталь. Весьма незначительные прибавки ванадия — от 0,15 до 0,0% — увеличивают крепость, вязкость и упругость стали.

Ванадиевая сталь хорошо поддается закалке, не давая трещин и коробления, вследствие чего она применяется для изготовления инструментов, требующих повышенной вязкости и стойкости при ударных работах (механические долота, пневматический инструмент и т. д.).

Марганцевая сталь. Марганец сильно увеличивает твердость, вязкость и стойкость стали против износа (истирания).

Поэтому марганцевую сталь применяют для изготовления таких инструментов, как волочильные доски, наковальни, штампы и т. д. В зависимости от содержания марганца резко меняются свойства стали; так, при содержании марганца в пределах от 4 до 6% сталь очень хрупка, при 7—14% она становится вязкой и при 26% марганца — вновь делается хрупкой.

Никелевая сталь. Никель увеличивает вязкость стали и ее способность переносить толчки и удары. Никелевая сталь применяется в качестве поделочной и идет на изготовление различных частей машин, колес, болтов и т. п. Эта сталь хорошо поддается цементации.

Хромоникелевая сталь — одна из лучших и наиболее широко применяющихся в технике. Благодаря наличию никеля она обладает значительной вязкостью, присутствие же хрома сообщает ей большую твердость. Эта сталь применяется для производства шатунов, турбинных лопаток, автомобильных шестерен, осей и т. п.

Быстрорежущая сталь. В состав быстрорежущей стали входит: 0,6—0,8% углерода; 12—18% вольфрама; 0,2—1,2% ванадия; 4,5—5,5% кобальта; 0,3—0,6% молибдена; 3,3—4,6% хрома и другие примеси.

Главным достоинством быстрорежущей стали является то, что изготовленные из нее резцы, фрезы и другие инструменты сохра-

няют свою твердость и режущие свойства, будучи нагреты до темнокрасного каления.

Поэтому такая сталь применяется для резцов высшей производительности, работающих с наибольшей нагрузкой при значительном сечении стружки и высоких скоростях резания.

Цветные металлы

Из цветных металлов наибольшее распространение в технике получили медь, олово, свинец, цинк, алюминий. Применяются они либо в чистом виде, либо в качестве составных частей различных сплавов. Хотя цветные металлы и сплавы применяются в промышленности в меньшем количестве, чем черные, но целый ряд их весьма ценных свойств, как то: легкость и высокая устойчивость против коррозии (алюминий), высокая электропроводность (серебро, медь), стойкость против истирания (бронза) и ряд других качеств делают их труднозаменимыми во многих случаях практики.

Сравнительно высокая стоимость цветных металлов и, главное, — их дефицитность ограничивают их применение и требуют особо бережного отношения и экономного расходования.

Среди цветных металлов, подвергаемых пайке, наиболее важное место занимает медь и ее сплавы. Поэтому мы остановимся на них несколько подробнее.

Медь. Медь добывается из руд, в которых она химически соединена с серой, железом и другими элементами. Процесс выплавки меди из руд усложняется их бедностью (наиболее часто встречаются руды, в которых содержание меди не превышает 2—3 и даже 1%) и большим количеством вредных примесей.

Первой стадией обработки медной руды является обогащение. Сернистые руды предварительно обжигают. При обжиге руды выгорает сера. Обоженную руду плавят затем в специальных печах, так называемых в а т е р ж а к е т а х. Полученная таким образом медь содержит еще много примесей серы и железа. Поэтому для очистки медь обрабатывают в других печах — к о н в е р т е р а х, в которых сера выгорает за счет продуваемого воздуха, а медь и железо окисляются. Окисленную медь снова расплавляют в особых п л а м е н н ы х печах, где ее рафинируют, т. е. очищают от примесей. Более совершенное, так называемое электролитическое рафинирование меди производится при помощи электрического тока.

Рафинированная медь поступает на обрабатывающие заводы

для изготовления проволоки, прутков, лент, листов или сплавов (латуни, бронзы и т. д.).

Чистая (рафинированная) медь представляет собой металл кирпично-красного цвета с мелкозернистым изломом. Почти не окисляясь в сухом воздухе, она быстро окисляется в сыром и при высокой температуре. Медь устойчива против коррозии, обладает высокой пластичностью, ковкостью, хорошо поддается прокатке в тонкие листы, волочению в проволоку и т. д. Кроме того, она обладает наивысшей из всех металлов (кроме серебра) электрической проводимостью, высокой теплопроводностью и легко образует сплавы с другими металлами.

Рафинированная медь в очень большом количестве применяется в электротехнике для электрических проводников, шин, коллекторов и щеток динамомашин и пр. Из чистой меди изготавливаются также паяльники, для которых она является незаменимым материалом вследствие своей высокой теплоемкости.

Кроме того, медь в довольно значительном количестве идет для производства весьма ценных сплавов: латуней, бронз, баббитов, мельхиора, нейзильбера и др.

Температура плавления меди равна 1083° , а кипения 2300° . Удельный вес ее равен 8,94. Сопротивление разрыву в литом состоянии $\sigma_s = 15-20$ кг/мм² при удлинении 15—25%. У сильно нагартованной меди сопротивление разрыву возрастает до 42—55 кг/мм² при уменьшении удлинения до 1—3%. Посредством отжига легко восстановить первоначальные свойства меди.

В табл. 3 приведен действующий у нас общесоюзный стандарт на медь.

Олово. Олово известно с самых древних времен и получило широкое распространение. В природе оно встречается в виде окиси, соединенной одновременно с серой, мышьяком, сурьмой, медью, железом и другими примесями.

Чистое олово имеет серебристо-белый цвет с голубоватым оттенком. Посторонние примеси придают ему желтоватый оттенок и сильно уменьшают его блеск.

Олово — весьма легкоплавкий металл, температура плавления которого равна 232° ; температура кипения олова 2270° . Удельный вес 7,3.

Олово очень пластично, обладает высокой ковкостью, хорошо поддается прокатке в тонкие листы и фольгу. При повышении температуры ковкость и пластичность олова уменьшаются. При 100° его еще можно ковать, но уже при 200° олово становится настолько хрупким, что его легко можно истолочь в порошок.

Государственный общесоюзный стандарт на медь
(по ГОСТ 859—41)

Таблица 3

Марки и их обозначения	Меди не менее, %	Содержание примесей не более, %											Примерное назначение
		висмут	сурьма	мышьяк	железо	никель	свинец	олово	сера	кислород	цинк	всево примесей	
М0	99,95	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,02	0,005	0,05	Изготовление проводников тока и сплавов высокой чистоты
М1	99,90	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,08	0,005	0,1	Для изготовления проводников тока и высококачественных бронз, не содержащих олова
М2	99,7	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	0,1	—	0,3	Для изготовления высококачественных полуфабрикатов (кроме проводников тока) и сплавов на медной основе, обрабатываемых давлением
М3	99,5	0,003	0,05	0,1	0,05	0,2	0,05	0,05	0,01	0,1	—	0,5	Для проката и изготовления сплавов на медной основе обычного качества и прочих литейных сплавов
М4	99,0	0,005	0,2	0,2	0,1	1	0,3	1	0,02	0,15	1	1,0	Для литейных бронз и для различных неотчетственных сплавов

¹ Сумма примесей никеля, олова и цинка допускается в пределах разности суммы примесей и содержания остальных примесей.

Наличие в олове примесей железа, мышьяка, сурьмы и висмута понижает его ковкость и пластичность и увеличивает хрупкость; медь и свинец делают олово более твердым и хрупким и также понижают его пластичность.

Чистое олово на воздухе не изменяется, почти не теряет своего серебристого блеска и лишь со временем покрывается легкой пленкой окиси олова перламутрового цвета.

Олово хорошо растворяется в серной и концентрированной соляной кислотах и слабо — в разбавленной соляной кислоте. Азотная кислота превращает олово в метаоловянную кислоту.

Олово отличается высокой стойкостью (нерастворимо) в отношении органических кислот, находящихся в пищевых продуктах. Кроме того, оно хорошо противостоит атмосферным осадкам и действию воздуха. Поэтому олово в ряде случаев применяют в качестве защитного покрытия других металлов от коррозии.

Олово является также прекрасной защитой посуды от действия органических кислот. Поэтому вся подвергаемая лужению посуда облуживается только чистым оловом.

Следует отметить, что твердое олово известно в трех модификациях (разновидностях): 1) альфа-олово, или «серое олово»; 2) бета-олово, или обыкновенное олово, которым пользуются в практике; 3) гамма-олово, или хрупкое олово.

Серое олово устойчиво только при низкой температуре. Превращение обыкновенного олова в серое возможно при температуре ниже $+18^{\circ}$. Но в интервале от $+18$ до -20° скорость превращения обыкновенного олова в серое настолько мала, что практически этого превращения не происходит. Заметное превращение бета-олова в альфа-олово происходит при температуре ниже -20° и достигает наибольшей скорости при температуре в -50° . Однако для превращения бета-олова в альфа-олово недостаточно одной только низкой температуры: для этого требуется еще «прививка» альфа-олова к бета-олову.

Превращение бета-олова в альфа-олово — крайне нежелательное явление, так как при этом плотное бета-олово превращается в серый порошок. Чтобы предотвратить начавшееся превращение, необходимо удалить с поверхности твердого бета-олова указанный серый порошок и подвергнуть олово нагреванию при температуре выше $+20^{\circ}$, а лучше всего металл переплавить.

Обычно бета-олово имеет удельный вес 7,3, а серое альфа-олово — всего 5,33; таким образом бета-олово обладает большей плотностью и занимает значительно меньший объем, чем альфа-олово. Поэтому при превращении бета-олова в альфа-олово происходит увеличение объема, и металл рассыпается в порошок.

Гамма-олово устойчиво в пределах от 161 до 232°. Превращение бета-олова в гамма-олово никакими особыми физическими изменениями не сопровождается. На практике с ним встречаться не приходится.

Обычное бета-олово находит большое применение в виде сплавов с медью, сурьмой и свинцом — в качестве припоев, куда олово входит в большинстве случаев в количестве от 18 до 40% (так называемые припой третник и половинник). Ввиду дефицитности олова в последние годы ведутся исследовательские работы по замене его в припоях другими металлами: сурьмой, кадмием, цинком, свинцом и т. д. В отдельных случаях пайки, когда вязкость и пластичность не играют особой роли, свинцовооловяно-сурьмяные припой находят широкое применение. На многих заводах употребляются малооловянистые припой, содержащие 4—10% олова, 6—12% сурьмы и остальное свинец. По отзывам заводских работников наилучшими свойствами обладает и наиболее экономичен малооловянистый припой, содержащий 4% олова, 6% сурьмы и остальное свинец.

В табл. 4 приведен стандарт на олово.

Цинк. Чистый цинк имеет светлосеребристый цвет с синеватым оттенком; на воздухе тускнеет. При комнатной температуре цинк обладает высокой хрупкостью, и его легко разбить молотком на мелкие кусочки. В интервалах от 90 до 120° и от 140 до 170° цинк становится весьма пластичным и при этих температурах хорошо поддается прокатке в листы, ковке и волочению в проволоку. Чистый цинк сам по себе имеет весьма низкие механические качества, но зато дает ряд сплавов с медью (латунь, томпак, муниц и др.), обладающих высокой прочностью и пластичностью.

В чистом виде цинк применяется в полиграфической промышленности — для изготовления клише и в химической — для белил и красок.

На воздухе и в воде цинк устойчив против коррозии; он покрывается тонким, весьма плотным и непроницаемым слоем окиси, который предохраняет его от дальнейшего окисления. Поэтому цинк широко применяется для оцинковки с целью защиты от коррозии железных листов и других изделий.

Температура плавления цинка 419°; температура кипения 930°; удельный вес 7,1. Сопротивление разрыву литого цинка $\sigma_s = 2-3$ кг/мм²; катаного $\sigma_s = 18$ кг/мм².

По существующему стандарту цинк разделяется на шесть марок, данные о которых приведены в табл. 5.

Государственный общесоюзный стандарт на олово
(по ГОСТ 860—41)

Обозначение марок	Химический состав, %									Примерное назначение
	олова менее	примесей не более							всего	
		мышьяка	железа	меди	свинца	висмута	сурьмы	серы		
01	99,00	0,015	0,009	0,01	0,04	0,01	0,015	0,01	0,1	Лужение консервной жести, изготовленные припои марки ПОС90
02	99,56	0,02	0,02	0,03	0,25	0,05	0,05	0,02	0,44	Изготовление баббита марки Б-83, оловянных труб, оловянной фольги и накладного олова, припои марки ПОС61. Лужение котлов для варки пищи и кухонной утвари
03	98,35	0,10	0,05	0,1	1,0	0,06	0,30	0,04	1,65	Изготовление припоев марок ПОС40 и солей
04	96,25	0,10	0,05	0,15	3,00	0,10	0,3	0,05	3,75	Изготовление остальных баббитов, припоев и малооловянистых сплавов

Примечания. 1. В олове всех марок содержание алюминия и цинка должно быть 0,002 (следи) каждого.

2. В случае применения олова марок 01, 02 и 03 для припоев содержание свинца может быть повышено до 3,00%.

3. В случае применения олова марки 02 для лужения кухонной утвари и котлов для варки пищи мышьяк в нем допускается не более 0,015%.

Общесоюзный стандарт на цинк $\left(\frac{\text{ОСТ}}{\text{ЦМ}} 47-40\right)$

Таблица 5

Марка цинка	Химический состав, %										Примерное назначение
	примесей не более										
	содержание цинка не менее, %	свинца	железа	кадмия	меди	олова	сурьмы	висмута	мышьяка	всего примесей	
Ц0	99,96	0,015	0,020	0,010	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,04	Прокатка цинковых листов, применяемых в производстве гальванических элементов, а также в автопромышленности для производства деталей методом литья под давлением с последующим хромированием Изготовление медноцинковых сплавов марок ЛТ90, Л80 и Л68, сплавов литья под давлением, листового проката, отливок для гальванических элементов, анодов для гальванического цинкования Изготовление латуни марок Л070-1; Л062-1; Л-62; бр. марок Бр-0Ц4-3 (А); Бр-ОЦС-4-4-2,5; проволоки для шоопирования и высококачественных муфельных белил Изготовление латуни марок АС59-1, листового проката, применение в полиграфической промышленности Производство обычно литейных и кремнистоцинковых литейных латуней, латуни марки ЛС59-1 и кремнистопрокатной латуни, изготовление обычных муфельных белил, листового цинкового проката и горячее цинкование Горячее цинкование
Ц11	99,94	0,024	0,020	0,014	0,002	0,001	0,005	0,001	0,005	0,06	
Ц12	99,80	0,05	0,070	0,020	0,002	0,002	0,005	0,001	0,005	0,20	
Ц3	98,65	1,0	0,07	0,2	0,005	0,002	0,02	0,002	0,01	1,35	
Ц4	97,35	2,2	0,15	0,2	0,05	0,05	0,02	0,02	0,01	2,65	
Ц5	94,1	3,3	1,0	0,2	0,2	1,0	0,3	—	Алюминий 0,20	5,90	

Свинец, как и олово, известен очень давно. Он имеет синевато-серый цвет, блестящий в свежем разрезе и тускнеющий на воздухе. Свинец самый мягкий и пластичный из металлов. Он хорошо куется и прокатывается в очень тонкие листы при обыкновенной температуре, но становится хрупким при температурах, близких к его точке плавления.

Чистый свинец применяется в виде листов и труб в серно-кислотной промышленности как материал, обладающий высокой кислотоупорностью. На воздухе и в воде свинец также устойчив в отношении коррозии.

Свинец применяется в сплаве с другими металлами: оловом и сурьмой — для припоев и подшипников, с медью и цинком — в латунях и др.

Температура плавления свинца 327° ; удельный вес — 11,34. При обращении со свинцом, особенно при изготовлении его сплавов, следует иметь в виду, что соединения свинца с другими веществами весьма ядовиты. Во избежание отравления необходимо строго соблюдать все установленные правила профсанитарии и гигиены.

Водопроводные трубы и все другие изделия из свинца, соприкасающиеся с питьевой водой или продуктами питания, должны быть облужены.

В табл. 6 приведены промышленные марки свинца и их химический состав.

Алюминий. Алюминий стал известен всего около ста лет тому назад, а промышленное применение получил в последние 30—40 лет. Алюминий имеет белый цвет с голубоватым оттенком. Он принадлежит к числу так называемых легких металлов; удельный вес алюминия равен 2,7, таким образом, он в 3,4 раза легче меди.

Алюминий легко поддается отливке, обладает пластичностью, ковкостью, хорошо обрабатывается на токарных станках и имеет высокую электрическую проводимость. Из алюминия изготавливаются электрические кабели, посуда, различные приборы, от которых требуется легкий вес, и пр. Широкое применение получили сплавы алюминия с медью, марганцем, кремнием, магнием и другими металлами. Алюминиевые сплавы значительно легче других и в то же время обладают высокой прочностью.

Отрицательным свойством алюминиевых сплавов является их плохая устойчивость против коррозии. Незащищенные искусственно, они легко подвергаются коррозии на воздухе, в воде и особенно сильно — в щелочных растворах.

Общесоюзный стандарт на свинец (по $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ЦМ}}$ 36—40)

Марки и их обозначение	Химический состав, %											Примерное назначение
	свинца не менее	примесей не более										
		серебра	меди	мышьяка	сурьмы	олова	цинка	железа	висмута	никеля	всего примесей	
СЭ	99,994	0,0003	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,006	Особоответственное применение в аккумуляторной промышленности
СО	99,99	0,0005	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,002	0,005	0,001	0,01	Применение в аккумуляторной промышленности. Изготовление поверхностных аккумуляторных пластин общего назначения, свинцового аккумуляторного порошка общего назначения
С1	99,98	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,002	0,005	0,006	—	0,02	Для аккумуляторных сурика, глета и сеток общего назначения и в военной химии
С2	99,92	0,002	0,002	0,002	0,01	0,002	0,003	0,005	0,03	—	0,08	Для футеровки кислотоупорных устройств, в том числе прокатки на роли и трубы для химической промышленности

Марки и их обозначение	Химический состав, %										Примерное назначение
	свинца не менее	примесей не более									
		серебра	меди	мышьяка	сурьмы	олова	цинка	железа	висмута	никеля	
СЗ	99,86	0,002	0,003	$\frac{As + Sb + Sn}{0,015}$		0,005	0,01	0,06	—	0,14	Для припоя, для баббитов марок БМ, БМН, Б-16, Б10, БС, для кабельных оболочек, для красок и для изготовления типографских сплавов
С4	99,5	0,002	0,12	$\frac{As + Sb + Sn}{0,25}$		0,10	0,05	0,10	—	0,5	Для горячего свинцевания кальциевого баббита марки БК-1, для закалочных ванн, для зачеканки водопроводных и канализационных труб, для прокатки листов общего назначения, для производства дробы

Чистый алюминий обладает высокой устойчивостью против атмосферной коррозии, так как на его поверхности образуется весьма плотная и непроницаемая для воздуха защитная пленка окиси алюминия.

Сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем и кремнием обладают весьма интересным свойством так называемого «старения» (самоупрочнения), которое заключается в том, что при выживании в спокойном состоянии в течение 3—5 суток после закалки увеличиваются твердость и крепость этих сплавов.

Сопrotивление разрыву их сразу после закалки составляет 28—30 кг/мм², а после старения в течение 3—5 суток возрастает до 40—46 кг/мм².

Благодаря высокому сродству к кислороду и особенно сильной окисляемости, алюминий и его сплавы с трудом поддаются сварке и пайке.

Температура плавления алюминия равна 657°.

Характеристика алюминия дана в табл. 7.

Магний. Магний — еще более легкий металл, чем алюминий: его удельный вес всего 1,74, а температура плавления 650°. Магний обладает большим сродством к кислороду и подвергается очень сильной коррозии на воздухе, в воде и в различных растворах.

Благодаря своей легкости магний привлекает особое внимание конструкторов. За последние 10—20 лет из магния с алюминием, цинком, марганцем и другими металлами изготавливаются сплавы под названием электроны. Весьма ценным свойством этих сплавов является их легкость, существенный же их недостаток — малая устойчивость против коррозии.

Для увеличения сопротивления коррозии все магниевые сплавы подвергаются защите путем покрытия их поверхности лаком, красками, различными оксидами и т. п.

Кадмий. По своему внешнему виду и химическим свойствам кадмий напоминает цинк. В чистом виде почти нигде не применяется. В сплаве с другими металлами — свинцом, оловом, висмутом — употребляется как припой.

В чистом виде кадмий обладает высокой устойчивостью против коррозии, поэтому он иногда применяется для электролитических покрытий других металлов (кадмирование).

Удельный вес кадмия 8,64, температура плавления 321°. Кадмий обладает невысокой твердостью и хорошей пластичностью, но низкой прочностью.

Висмут. Висмут — один из наиболее легкоплавких металлов. Применяется главным образом при сплавлении с другими легко-

Алюминий первичный (по ГОСТ 8112)

Заказ 1818

Марки и их обозна- чение	Химический состав, %					Примерное назначение	
	алюми- ния не менее	примесей не более					
		всего приме- сей	железа	кремния	железо + кремний		медь + цинк
A0	99,7	0,3	—	—	0,3	0,002	Для некоторых агрегатов азотной промышленности, в особых случаях лакировки, для изготовления фольги и в тех специальных случаях, когда требуется металл наивысшей чистоты
A1	99,5	0,5	—	—	0,5	0,05	Для изготовления электропроводов, высококачественных труб, листов и сплавов, для обычной лакировки и для посуды специального назначения
A2	99,0	1,0	0,4	0,6	1,0	0,10	Для обычных алюминиевых сплавов, для алюминиевой посуды, прокатных полуфабрикатов и пр.
A3	98,0	2,0	—	—	2,0	0,10	Для механически обрабатываемых изделий ширпотреба, кроме посуды
A4	98,0	2,0	0,5	от 1,0 до 1,5	—	0,20	Для сплавов типа силумин (литых и обрабатываемых давлением) и для изготовления изделий ширпотреба, кроме посуды

плавкими металлами (свинцом, кадмием и др.) в качестве слабых припоев. Температура плавления висмута 271° . Удельный вес 9,8. Висмут является недопустимой примесью для металлов и сплавов (меди, латуни и других), так как делает их хрупкими при обработке.

Никель. Никель — тугоплавкий металл, который плавится при температуре в 1450° . Удельный вес его — 8,7. Никель обладает высокой устойчивостью против коррозии. В чистом виде применяется для покрытия поверхностей других металлов (никелирование). Никель в большом количестве применяется в сплаве с другими металлами. При сплавлении с железом и хромом он дает сплавы жароупорные и устойчивые против коррозии при высокой температуре.

Никель обладает малой электрической проводимостью, поэтому он употребляется для производства сплавов, обладающих большим электрическим сопротивлением и применяемых в электротехнике для изготовления реостатов, электрических печей и т. д.

Широкое распространение получил сплав никеля с медью, известный под названием мельхиора. Этот сплав применяется для изготовления предметов домашнего обихода и других целей.

Благородные металлы, к которым относятся серебро, золото и платина, несмотря на ряд ценных качеств, имеют в промышленности и технике весьма ограниченное применение вследствие своей высокой стоимости и употребляются главным образом для весьма точных научных инструментов и приборов, а также для изготовления различных украшений и предметов роскоши.

Серебро обладает хорошей пластичностью, наилучшей из всех металлов электрической проводимостью и устойчивостью против коррозии. В сплавах с медью и цинком оно применяется как припой, обладающий весьма ценными свойствами. Цвет серебра светлосерый, блестящий. Температура плавления его 960° ; удельный вес — 10,5.

Температура плавления золота 1064° , а платины 1764° . Удельный вес золота 19,2, платины — 21,4.

Золото в чистом виде обладает высокой пластичностью. В сплаве с медью и серебром приобретает большую твердость. Золото не подвергается окислению на воздухе и не растворяется в воде.

Платина очень стойка в отношении коррозии. Благодаря своей высокой температуре плавления и хорошей электрической проводимости платина применяется при изготовлении электрических ламп накаливания и других электроприборов.

В табл. 8 приведены некоторые физические данные о различных металлах.

Таблица 8

Физические данные различных металлов

Название металла	Химическое обозначение	Удельный вес	Температура плавления °С	Температура кипения, °С
Олово	Sn	7,28	231,8	2270
Висмут	Bi	9,8	271	1420
Кадмий	Cd	8,64	321	778
Свинец	Pb	11,34	327,4	1525
Цинк	Zn	7,1	419,4	930
Сурьма	Sb	6,62	630	1440
Магний	Mg	1,74	650	2200
Алюминий	Al	2,7	659	1800
Серебро	Ag	10,5	960	2050
Золото	Au	19,2	1064	2500
Медь	Cu	8,94	1083	2300
Марганец	Mn	7,4	1207	2200
Кремний	Si	2,34	1400	2800
Никель	Ni	8,7	1450	—
Железо	Fe	7,84	1528	2150
Платина	Pt	21,4	1764	—

Сплавы

Выше мы ознакомились с основными свойствами некоторых наиболее часто встречающихся при пайке чистых металлов. В промышленности же наряду с чистыми металлами в весьма широких пределах применяются металлические сплавы как черных, так и цветных металлов. Поэтому необходимо вкратце ознакомиться с природой сплавов и процессами их образования.

Сплавы представляют собой сложные тела, получаемые сочетанием простых элементов (простых тел).

По своему характеру все сплавы можно разделить на два класса: 1) неметаллические или сплавы солей, окислов и т. п. 2) металлические, т. е. сложные тела, заключающие в себе преобладающее количество металлической массы.

Из теории образования сплавов следует, что получение сплавов есть не что иное, как процесс растворения. Поэтому для получения металлического сплава необходимо в одном металле растворить другой. Таким образом всякий сплав в жидком виде представляет собой раствор двух или более растворенных друг в друге металлов.

Понятие о растворе. Раствором называется однородное тело неопределенного химического состава, которое получается путем проникновения (диффузии) частиц одного тела (растворимого) в другое (растворитель).

Диффузия. Для примера представим себе два объема различных газов, разобщенных перегородкой.

Если уничтожить разобщающую газы перегородку, частицы газа А будут проникать — диффундировать — в другой газ В до тех пор, пока в обоих объемах не получится смесь газов, одинаковая по составу (по числу частиц в единице объема смеси). Мы получим таким образом газовый раствор путем диффузии частиц одного газа в другой. Диффузия будет происходить постепенно и непрерывно, состав или концентрация газового раствора будет изменяться непрерывно до тех пор, пока не будет достигнуто полное выравнивание концентрации во всем объеме (тогда диффузия прекратится), т. е. пока растворение газов не закончится. Полученный газовый раствор будет представлять собой такое смешение частиц обоих газов, при котором выделить механически каждый из них невозможно. Так как диффузия идет взаимно, то понятия о растворимом и растворителе, если оба тела взаимно полностью растворимы друг в друге, — условно. В этом случае растворителем условно можно считать то тело, масса которого преобладает.

Понятие о растворе, полученное на примере газового растворения, можно применить и к другим случаям образования растворов. Например при погружении в воду поваренная соль (NaCl) растворяется. Растворение будет происходить до тех пор, пока раствор не станет насыщенным, т. е. пока концентрация раствора (число частиц в единице объема) не выровняется и не достигнет определенной величины. Таким образом получится жидкое однородное тело неопределенного состава путем диффузии растворимого (соли) в растворителе (воде), т. е. то же, что получается в газах. Отличие будет лишь в скорости протекания процесса, так как в жидкой, более плотной (вязкой) среде все движения частиц происходят медленнее, чем в газовой.

Количество соли для образования насыщенного раствора зависит от температуры. Если соль растворять в воде при комнатной температуре, а достигнув насыщения раствора, поднять его температуру, то с повышением температуры соль в некоторых количествах еще будет растворяться. Наоборот, при охлаждении насыщенного раствора при данной температуре соль из раствора будет выпадать. В зависимости от температуры воды пределы растворимости соли меняются, а также понижается температура

замерзания. При комнатной температуре в воде растворяется около 26% соли по весу, при охлаждении до 0° растворимость уменьшается, и часть соли выпадает из раствора, но раствор при этой температуре не замерзает, как чистая вода. Раствор будет оставаться жидким до температуры — 21°, содержание растворенной в нем соли будет 23,5%.

Растворы образуются не только в газовой и жидкой среде, но и в твердом состоянии. Твердое тело может быть также растворителем, в который будут проникать т. е. диффундировать, частицы другого тела — растворимого. В результате диффузии получается однородное сложное тело неопределенного химического состава, представляющее твердый раствор.

Процесс образования твердого раствора по существу не отличается от растворения в жидкости или газе за исключением скорости. В твердой, как более вязкой среде, чем в жидкой и газовой, частицы растворимого будут продвигаться (диффундировать) более медленно, чем в жидкостях и газах, и образование твердого раствора будет происходить с малой скоростью.

Отличие твердого раствора от жидкого будет сказываться еще в их агрегатном состоянии: твердый раствор — это кристаллическое тело, в котором частицы расположены в известном порядке и малоподвижны, в то время как жидкий раствор — это легкоподвижная жидкость, не имеющая кристаллического строения, причем частицы растворимого вещества в ней в беспорядочном расположении непрерывно меняют свои места с растворителем.

Резюмируя сказанное выше, можно прийти к следующему выводу.

Всякий сплав первоначально представляет собой раствор друг в друге двух или более тел. Для получения сплава нужно, чтобы сначала произошла диффузия частиц растворимого вещества в металлическом растворителе. В зависимости от состояния металла и способа получения образуется жидкий или твердый раствор.

Если образование сплава происходит в расплавленном металле — растворителе, то получится жидкий раствор, если произойдет диффузия в твердом растворителе, то получится твердый раствор, но как в том, так и в другом случае образуется однородное сложное металлическое тело с частицами протиффундировавшего растворимого между частицами растворителя, т. е. металлический раствор. Образовавшийся сплав разделить на его составляющие части можно только химическим путем и совершенно невозможно механическим.

Свойства сплавов — химические, физические, механические и др. — всегда отличаются от свойств составляющих их металлов.

Как правило, сплавы имеют более высокие механические качества (предел пропорциональности и текучести, сопротивление разрыву, твердость), чем составляющие их компоненты. По цвету сплавы также отличаются от тех металлов из которых они сплавлены, например латунь не похожа ни на медь, ни на цинк, из которых она состоит, или бронза, состоящая из меди и олова, также не похожа на составляющие ее металлы. Сплавы отличаются от составляющих их компонентов также удельным весом, температурой плавления, химической стойкостью. Температура плавления сплавов, как правило, всегда ниже, чем температура плавления наиболее тугоплавкого из составляющих его компонентов. Часто встречаются и такие сплавы, температура плавления которых ниже температуры плавления всех металлов, входящих в данный сплав.

Образование сплавов

Если какое-либо жидкое тело, например воду, начать охлаждать, то можно наблюдать, что по мере охлаждения температура ее будет постепенно падать, пока не достигнет 0° . В этот момент начнется затвердевание воды, т. е. превращение ее в лед, и температура будет оставаться на 0° в течение того времени, пока вся вода не превратится в лед. После этого температура льда вновь начнет понижаться до тех пор, пока не сравняется с температурой окружающей среды.

Характер описанного процесса затвердевания льда является общим для всех однородных тел и в том числе для металлов — при переходе их из жидкого состояния в твердое при охлаждении.

Если произвести обратную операцию, т. е. нагревать лед, то получится противоположная картина, а именно: при нагревании льда до 0° температура его будет непрерывно и равномерно повышаться, а при 0° произойдет остановка повышения температуры. Хотя мы попрежнему будем подводить тепло, но температура не повысится до тех пор, пока весь лед не превратится в воду. Это явление объясняется тем, что в течение всего периода температурной остановки подводимое нами тепло расходуется на расплавление льда (так называемая скрытая теплота плавления).

Как только весь лед расплавится, т. е. превратится в воду, температура снова начнет подниматься, пока не достигнет температуры окружающей среды.

Температура, при которой происходит переход тела из одного состояния в другое (в нашем примере — из жидкого в твердое, и

наоборот), называется его критической температурой.

Описанный выше процесс охлаждения воды можно изобразить графически при помощи так называемой системы координат. Возьмем две взаимно перпендикулярные прямые — оси — и отложим по горизонтальной оси равномерные отрезки времени в минутах, а по вертикальной — равномерные отрезки температуры в градусах Цельсия (фиг. 9).

Пусть в нашем примере мы начали охлаждать воду при температуре ее в 20° . Допустим теперь, что процесс охлаждения воды до 0° занимает

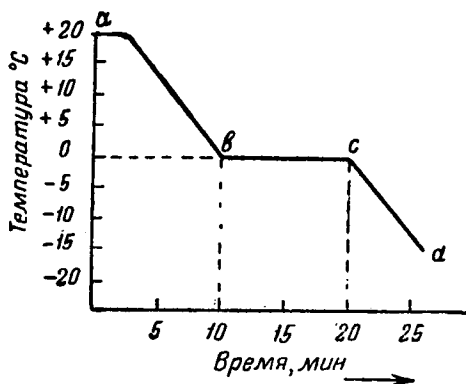
10 мин. Проведем перпендикуляр от точки, соответствующей делению 10 на горизонтальной оси, до пересечения с перпендикуляром к вертикальной оси, проведенным от деления 0° . Соединив теперь прямой линией точку $+20^{\circ}$ на вертикальной оси с точкой пересечения упомянутых двух перпендикуляров, получим линию ab , графически изображающую непрерывный процесс охлаждения воды от $+20$ до 0° .

Как мы помним, при 0° падение температуры приостанавливается, что выразится в нашем графике переломом кривой охлаждения (точка b). Далее температура остается на 0° до полного превращения всей воды в лед (скажем в течение 10 мин.), ибо на этот промежуток времени происходит скрытое выделение тепла, поддерживающее температуру постоянной. Этот процесс изображен на фиг. 9 отрезком горизонтальной линии bc .

Как только вся вода превратится в лед, выделение скрытой теплоты прекратится и вновь начнется падение температуры. Этот процесс характеризуется линией cd .

Аналогичная картина наблюдается при охлаждении или нагревании чистых металлов. Но в технике очень часто приходится иметь дело не с чистыми металлами, а с их сплавами, поэтому мы рассмотрим вкратце основные условия образования сплавов.

Как мы уже говорили выше, металлическими сплавами при-



Фиг. 9. Графическое изображение процесса замерзания воды

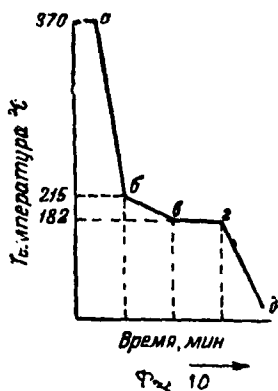
нято называть растворы расплавленных друг в друге двух или нескольких металлов. В свою очередь, раствор есть тесная однородная смесь двух или нескольких тел, частицы которых связаны между собой внутренними силами сцепления.

При нагревании все тела расширяются — увеличиваются в объеме, силы сцепления между отдельными частицами ослабевают, отчего прочность тела уменьшается; при охлаждении происходит обратное явление: тело сжимается, внутренние силы сцепления увеличиваются, и тело приобретает большую прочность.

Если мы будем наблюдать процесс охлаждения сплава, составленного, скажем, из олова и свинца (например 20% свинца и 80% олова) и затем изобразим этот процесс графически, то получим иную картину, чем при охлаждении чистых металлов и воды.

При проведении этого опыта указанный сплав при расплавлении будет перегрет несколько выше температуры плавления составляющих его компонентов (металлов), приблизительно до 370° . С этой температуры и начнем его охлаждать и проследим за всеми происходящими изменениями.

Вначале охлаждение будет протекать так же, как и в случае воды и чистых металлов, что изображено на фиг. 10 отрезком аб. При достижении сплавом температуры в 215° (точка б) охлаждение его замедлится и пойдет дальше медленнее, чем раньше. В этот момент сплав начнет густеть, и произойдет выпадение первых кристаллов олова и образование корки. На графике, изображающем процесс охлаждения, в точке б произойдет перелом кривой, и далее она пойдет более полого (участок бв). Когда жидкий сплав охладится до температуры в 182° (точка в), то дальнейшее падение температуры на некоторое время приостановится. Температурная остановка будет продолжаться до тех пор, пока весь жидкий сплав не перейдет в твердое состояние. Горизонтальный участок вг изобразит на нашем графике промежуток времени, в течение которого температура остается постоянной, т. е. идет затвердевание. Таким образом в точке в будет новый перелом, и здесь начнется процесс затвердевания при 182° , который изобразится отрезком вг. Наконец, когда вся расплавленная масса превратится в твердое тело, начнется дальней-



Фиг. 10. График охлаждения сплава из олова и свинца

шее охлаждение готового сплава, т. е. падение его температуры — до температуры окружающей среды (отрезок гд).

При охлаждении чистых металлов мы наблюдали, что затвердевание их происходит при какой-то одной определенной температуре; например, для свинца эта температура равна 327° . При охлаждении же сплавов процесс затвердевания их протекает не при одной и той же температуре, а в интервале температур. Так, затвердевание взятого нами сплава (20% свинца + 80% олова) происходит в интервале от 215° (начало затвердевания) до 182° (конец затвердевания), т. е. $215 - 182 = 33^{\circ}$.

В этом интервале температур, т. е. между $215-182^{\circ}$, данный сплав находится в полужидком и в полутвердом состоянии. Этот интервал температур называется интервалом кристаллизации. Он имеет большое значение при пайке оловянно-свинцовыми припоями, особенно в тех случаях, когда припой намазывается на спаиваемые изделия. Чем больше этот интервал пластичности, чем больше времени припой находится в полутвердом и в полужидком состоянии, тем лучшими «намазывающими» свойствами он обладает. Следовательно, для данного вида пайки следует подбирать припой с широким интервалом температуры затвердевания.

В тех случаях, когда при пайке желательно, чтобы припой затвердевал быстрее, следует выбирать припой с малым интервалом температуры затвердевания.

Подробными исследованиями охлаждения сплавов данного типа установлено, что вначале идет выделение из жидкого раствора кристаллов чистого свинца, если в сплавах более 37% свинца, или чистого олова, если в сплаве более 63% олова.

Выделение из жидкого сплава твердых кристаллов свинца или олова при их затвердевании продолжается до тех пор, пока сплав не охладится до температуры 182° . Этому моменту на кривой охлаждения (фиг. 10) соответствует точка излома в. При этой температуре начинают одновременно кристаллизоваться (затвердевать) кристаллы свинца и олова, и температура остается постоянной в течение всего времени, пока не закончится процесс затвердевания, т. е. пока весь жидкий сплав не перейдет в твердое состояние.

Если бы в тот момент, когда температура при охлаждении достигла 182° , мы определили состав жидкого сплава, то оказалось бы, что в нем содержится 63% олова и 37% свинца.

Если взять сплав свинца и олова именно такого состава и нагреть его, как и в первом случае, до температуры в 370° , а за-

тем охладить, то на кривой охлаждения мы получим только два излома (в начале и конце затвердевания), которые будут лежать на одной горизонтальной прямой; иными словами, начало и конец затвердевания такого сплава происходят при одной и той же постоянной температуре 182° .

Из всех возможных сплавов олова и свинца, составленных в различных пропорциях (а их может быть весьма большое количество), сплав с 37% свинца и 63% олова имеет самую низкую температуру плавления, иначе говоря, это самый легкоплавкий сплав, затвердевающий всегда при определенной температуре 182° . Такой сплав и подобные ему в других системах, т. е. в сплавах других металлов, называются эвтектическими сплавами. Температура, при которой плавятся подобные сплавы, носит название температуры плавления эвтектики.

Эвтектика — слово греческое и означает — хорошо построенный.

Химический состав таких эвтектических сплавов всегда строго постоянный.

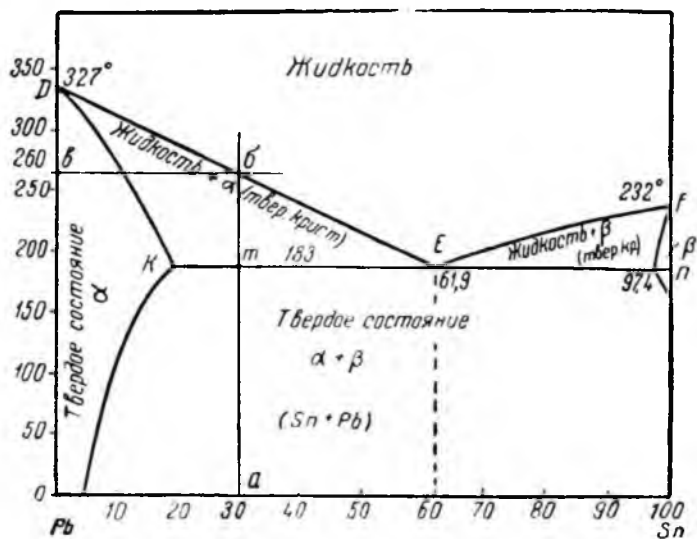
Если затвердевший сплав свинца и олова исследовать под микроскопом, то можно видеть, что структура этого сплава состоит из однородных мелкозернистых кристаллов эвтектики, между которыми заключены более крупные и выделившиеся в начале затвердевания первыми (до образования эвтектики) кристаллы свинца или олова.

Если бы мы подвергли подобного рода исследованию процесс охлаждения большого числа сплавов с различным содержанием олова и свинца, то получили бы кривые охлаждения, аналогичные по своему характеру разобранным нами выше и изображенным на фиг. 10, с той лишь разницей, что в зависимости от химического состава температурные остановки происходили бы при разных температурах и интервалы температур затвердевания были бы различными.

Представив себе кривые охлаждения сплавов олова и свинца, а затем соединив последовательно температурные остановки, получим диаграмму плавкости, представленную на фиг. 11. Здесь начало кристаллизации (при охлаждении) будет в точке б и конец затвердевания в точке в (данная диаграмма построена исследователем Розенгеймом).

На горизонтальной оси отложим проценты содержания свинца и олова, на вертикальной оси — температуру плавления. Линия

DEF покажет начало затвердевания, линия ДКЕП — конец затвердевания. В области выше линии DEF будет находиться только жидкий раствор олова и свинца, в области ниже линии ДКЕП будут только твердые кристаллы, на участке, ограниченном линией DKED, — кристаллы твердого раствора олова в свинце и жидкого раствора олова в свинце, на участке, ограниченном линией FEПF — кристаллы твердого раствора свинца в олове и жидкого раствора свинца в олове.



Фиг. 11. Диаграмма состояния сплава Pb-Sn:

a — кристаллы твердого раствора олова в свинце; *b* — кристаллы твердого раствора свинца в олове

Точка E будет соответствовать эвтектике. Плавится она при температуре 182°. Химический состав ее соответствует 37% свинца и 63% олова.

По этой диаграмме состояния можно точно определить интервал температур плавления для каждого сплава. Например, возьмем сплав с содержанием 30% олова и 70% свинца. Из точки на горизонтальной оси, показывающей, где находится данный сплав *a*, проведем прямую, параллельную вертикальной оси, указывающей температуру до пересечения с линией DE. Эту точку обозначим *b*. Из точки *b* проведем прямую, параллельную горизонтальной оси, до пересечения с вертикальной осью, на которой отложены темпе-

ратуры. Точка пересечения в укажет нам температуру начала затвердевания сплава (конца температуры плавления) 260° . Начало плавления и конец затвердевания данного сплава будут лежать на линии KE в точке t , соответствующей 183° . Интервал затвердевания (интервал пластичности) в данном сплаве будет находиться в полужидком-полутвердом состоянии в пределах температур $260-182 = 78^{\circ}$.

Аналогичным образом можно определить температуру плавления и интервал пластичности для каждого сплава. Начало затвердевания или конец плавления будет лежать на линии DEF (линии ликвидуса), т. е. на линии, отделяющей твердую и жидкую области от жидкой. Конец затвердевания или начало плавления будет лежать на линии $DKEP$ (на линии солидуса), т. е. на линии, отделяющей жидкую и твердую области от твердой.

При подобном исследовании охлаждения сплавов, состоящих из олова и свинца и взятых в различных пропорциях, мы будем наблюдать вначале выделение из жидкого раствора кристаллов чистого свинца, если его в сплаве не более 37%, или чистого олова, если его в сплаве не более 63%.

Сплавы цветных металлов, применяемые в паяльном деле

Латунь. Латунью называется сплав меди с цинком. Латунь часто называют также желтой медью.

В зависимости от содержания в латуни меди и цинка, а также специальных добавок, она разделяется на несколько марок (сортов). Последние приведены в табл. 9.

С увеличением содержания цинка увеличивается и крепость латуни.

Сорта латуни, не содержащие свинца, обладают хорошей пластичностью, вязкостью, хорошо поддаются пайке, ковке, штамповке, прокатке, волочению и другим видам обработки. Латунь применяется почти во всех отраслях техники в виде листов, лент, труб, различных штампованных и других изделий, а также — в качестве припоев.

Латунь хорошо противостоит действию кислорода воздуха, не растворяется в воде и обладает высокой устойчивостью против коррозии.

Отрицательным свойством латуни является ее склонность к самопроизвольному растрескиванию, особенно в том случае, если она находится под действием аммиачных паров. Способность

самопроизвольного растрескивания проявляется в латуни тогда, когда она находится в нагартованном состоянии, т. е. не отожжена после механической обработки давлением. Указанное явление носит название «сезонной болезни» (коррозионного растрескивания) латуни.

Чтобы избавиться от такой «сезонной болезни», изделия из латуни нужно подвергать в течение 40—60 мин. отжигу при низкой температуре, порядка 250—300° без понижения механических свойств и при высоком отжиге 600—650° с потерей механических свойств.

Бронза представляет собой сплав меди с оловом, содержание которого колеблется в пределах от 1 до 20%, в зависимости от назначения бронзы. Чем больше в бронзе олова, тем она тверже и крепче. Бронза отличается высокой крепостью и стойкостью против истирания, поэтому из нее изготавливают вкладыши подшипников и т. д. Так как бронза почти не окисляется от действия воздуха и кислот, ее широко применяют для производства клапанов, насосов и других деталей, подвергающихся воздействию воды и кислот.

Бронза обладает отличными литейными качествами и хорошо заполняет форму любой конфигурации, вследствие чего ее в больших пределах используют в технике для различного рода фасонных отливок. Бронза, содержащая до 6% олова, обладает хорошей пластичностью и поддается прокатке.

Кроме бронз, состоящих из меди и олова, изготавливается еще ряд сплавов под общим названием бронзы, в состав которых для улучшения механических качеств входят также фосфор или марганец, алюминий, никель, свинец и другие компоненты.

Фосфористая бронза имеет следующий состав: 94—88% меди; 11—6% олова; 0,4—1,2% фосфора. Применяется эта бронза для подшипников, золотников, поршневых штоков и тому подобных изделий, работающих с большой нагрузкой. Наличие фосфора увеличивает в бронзе прочность, твердость и кислотоупорность.

Марганцевая бронза, кроме меди, содержит еще от 2 до 4% марганца; от 7 до 10% алюминия. Применяется она для деталей машин, подвергающихся ударным нагрузкам.

Алюминиевая бронза содержит от 5 до 10% алюминия. Отличается высокой прочностью, вязкостью и стойкостью в отношении коррозии. Применяется в ответственных деталях машин и изделиях, от которых требуется высокая прочность и сопротивляемость коррозии (насосы, трубы и т. п.).

Марка	Химический состав, %							Сумма примесей	Цинк
	медь	олово	свинец	марганец	алюминий	кремний	железо		
ЛТ90	90	—	—	—	—	—	—	0,20	Остальное количество
	$\frac{89-91}{80}$	—	—	—	—	—	—		
Л80	$\frac{79-81}{68}$	—	—	—	—	—	—	0,25	
	68	—	—	—	—	—	—		
Л68	$\frac{67-70}{62}$	—	—	—	—	—	—	0,25	
	62	—	—	—	—	—	—		
Л62	$\frac{60,5-63,5}{59}$	—	—	—	—	—	—	0,4	
	59	—	—	—	—	—	—		
Л59	$\frac{57-60}{70}$	—	—	—	—	—	До 0,3	0,9	
	70	—	—	—	—	—	—		
ЛА70-1	$\frac{69-71}{67}$	—	До 0,5	—	0,8-1,2	—	—	0,35	
	67	—	—	—	—	—	—		
ЛА67-2,5	$\frac{66-68}{70}$	—	До 1,0	—	2-3,0	—	—	1,5	
	68	—	—	—	—	—	—		
ЛАЖМц 70-6-3-1	70	—	—	0,5-1	5-6,0	—	Fe $\frac{2,5-3,5}{0,1}$	0,5	
	$\frac{68-72}{65}$	—	—	—	—	—	—		
ЛКС 65-1,5-3	65	—	2,5-3,5	—	—	1,3-1,6	до 0,1	0,3	
	$\frac{64-66}{80}$	—	—	—	—	—	—		
ЛКС 80-3-3	80	—	3-4	—	—	3-4,0	0,3	0,75	
	$\frac{79-81}{80}$	—	—	—	—	—	—		
ЛКС80-3	80	—	—	—	—	3-4,0	0,3	1,1	
	$\frac{79-81}{80}$	—	—	—	—	—	—		

цинальные (по $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ЦМ}}$ 115-40)

Возможное назначение	Механические свойства				Примечание
	временное сопротивление σ_b кг/мм ²	относительное удлинение, %	твёрдость по Бринеллю	удельный вес	
Для плакировки и пр.	26	38	—	8,8	—
Листы, ленты, проволока	34	29	—	8,65	—
Конденсаторные трубы и ленты	30	40	—	8,6	—
Листы, ленты, трубы, проволока	30	30	—	8,5	—
Прутки	35	25	—	8,4	—
Конденсаторные трубы в морском судостроении, трубы общего назначения, заменяет морскую латунь	30	38	80	8,5	Трубы Литье в кокиль
	27	40			
Коррозионноустойчивые детали в морском и общем машиностроении	40	15	Литье в кокиль 90 Литье в песок	8,5	Литье
	30	12			
Гайки и нажимные винты, червячные винты, работающие в тяжёлых условиях	55	5,0	150	8,5	Литье в кокиль
Трубы, втулки, ленты (заменяет антифрикционные оловянистые бронзы)	30	15	80	8,5	Литье в кокиль
Подшипники, втулки (заменяет оловянистые бронзы антифрикционные)	30	15	100	8,6	Литье в кокиль Литье в песок
	25	7,0	90		
Арматура, шестерни и пр. (заменяет Бр-ОЦ-10-2; ОЦС-6-6-3 и пр.)	30	15	110	8,3	Литье в кокиль Литье в песок
	25	10	100		

Марка	Химический состав, %							Сумма примесей	Цинк
	мель	олово	свинец	марганец	алюминий	кремний	железо		
ЛМЦ 58-1,5	$\frac{58}{57-60}$	—	—	1,0-2,0	до 0,3	—	до 1,0	1,5	Остальное количество
ЛМЦЖ 52-4-1	$\frac{52}{50-54}$	—	—	3,5-4,5	до 0,5	—	—	0,9	
ЛМЦНЖ 52-2-2-1	$\frac{52}{50-54}$	—	—	1,8-2,2	до 0,6	—	$\frac{Ni}{1,8-2,2}$	0,7	
ЛМЦС 58-2-2	$\frac{58}{57-60}$	—	1,5-2,5	1,5-2,5	до 0,5	—	$\frac{Fe}{до 0,5}$	0,75	
ЛЖМЦ 59-1	$\frac{59}{57-60}$	—	—	0,5-0,8	0,1-0,2	—	0,6-1,2	0,15	
ЛО70-1	$\frac{70}{69-71}$	1-1,5	—	—	—	—	—	0,1	
ЛО62-1	$\frac{62}{61-63}$	0,7-1,1	—	—	—	—	—	0,3	
ЛС59-1	$\frac{59}{57-60}$	—	0,8-1,9	—	—	—	—	0,75	
ЛС64-2	$\frac{64}{63-66}$	—	1,6-2,1	—	—	—	—	0,25	
ЛС74-3	$\frac{74}{72,5-75,5}$	—	2,4-3	—	—	—	—	0,25	

Возможное назначение	Механические свойства				Примечание
	временное сопротивление разрыву σ_B кг/м.м ²	относительное удлинение, %	твёрдость по Бринеллю	удельный вес	
Прутки, полосы, ленты в машино-и судостроении для менее ответственных деталей	35	15	80	8,5	Литье в кокиль
Массивные детали в судостроении, арматура высокого давления, работающая при температуре не выше 250°	50	15	100	8,5	Литье в кокиль Литье в песок
	40	5	—		
Ответственные детали в морском судостроении	55	15	130	8,5	Литье в кокиль Литье в песок
	50	15	100		
Подшипники, втулки и прочие антифрикционные детали	35	8,0	80	8,5	Литье в кокиль Литье в песок
	25	10	70		
Прутки, трубы высокой прочности	42	32	—	8,5	—
Трубы, детали в морском судостроении	35	30	—	8,6	—
Прутки, листы, детали в морском судостроении	34	30	—	8,5	—
Прутки, толстые листы, прессованные толстостенные трубы, литая арматура	35	20	—	8,5	—
Детали для часового производства	30	40	—	8,55	—
Детали для часового производства	30	45	—	8,7	—

Условное обозначение марок	Процентное содержание составных элементов						Удельный вес сплава	Твердость по Бринеллю при 17°	Температура плавления	Примерное назначение баббита
	олова	свинца	сурьмы	меди	мышьяка	кадмия				
Б-83	83	—	11	6	—	—	7,38	30	350—240	Паровые турбины, двигатели внутреннего сгорания мощностью более 300 л. с., электромоторы мощностью более 700 kW, паровые машины морских судов и т. д.
Б-М	11,5	72,75	11	1,75	1,45	1,55	9,61	30	400—180	Тихоходные двигатели внутреннего сгорания мощностью в 300 л. с. и менее, электромоторы мощностью в 200—700 kW
В-16	16	66,25	16	1,75	—	—	9,29	30	410—240	Гидротурбины, стационарные паровые машины, паровозы
Б-10	10	73,25	15	1,75	—	—	9,73	28	410—240	Электромоторы мощностью менее 200 kW, камнедробилки
Б-С	—	81,75	17	1,25	—	—	10,10	22	410—240	Товарные вагоны широкой и узкой колеи, вагонетки, троллейбусы
Б-Н	10	Ост.	14	1,75	0,7	1,25 Ni-10	9,6	30	400—240	Заменяет Б-83; для подшипников автомашин, оборудования

Баббиты. Баббитами называются сплавы, употребляемые для заливки подшипников в станках, машинах, вагонных и паровозных буксах и предохраняющие шейку вала от истирания. Баббиты обладают большой мягкостью и пластичностью и в то же время хорошо противостоят истиранию.

В большом количестве в состав баббитов входит олово, а в более дешевых и менее прочных сортах — свинец, как основная мягкая и пластичная составляющая. Кроме того, баббиты содержат присадки меди, сурьмы и других металлов в качестве твердых составляющих, обеспечивающих большую стойкость заливки подшипников в отношении истирания.

В табл. 10 приведена характеристика различных марок баббита.

Твердые сплавы

Для увеличения производительности станков и повышения скоростей резания в механических цехах в настоящее время большое применение находят режущие инструменты (резцы, фрезы) с напаянными или наплавленными на них пластинками из твердых и сверхтвердых сплавов.

Первый твердый сплав — стеллит — появился в Америке в 1907 г. Сейчас существует ряд твердых сплавов, близких по составу и свойствам к стеллиту. К ним относятся акрит, цельзит, мираманит и др. В СССР в качестве твердых сплавов применяются стеллит и сормайт.

Состав твердых сплавов довольно разнообразный; в них содержится до 50% кобальта, до 28% хрома, до 12% вольфрама, до 2% углерода, до 5% железа и некоторое количество марганца и кремния.

Весьма ценным свойством твердых сплавов является их большая сопротивляемость истиранию и устойчивость при высоких температурах. Например температура плавления стеллита — около 1250°.

Сверхтвердые сплавы. В 1927 г. появился новый, сверхтвердый сплав — видиа (что означает — «как алмаз»), несколько позднее в Америке — карбой и в 1930 г. в СССР — победит. В настоящее время производство быстрорежущих сверхтвердых сплавов у нас сильно развилось. Выпускается еще ряд сплавов, например победит-альфа, РЭ-8 и ряд других.

Способ изготовления твердых и сверхтвердых сплавов типа победит значительно отличается от способов изготовления других материалов для режущих инструментов. Этот способ заключается в том, что составные части режущего материала дро-

бит в мельчайший порошок и перемешивают; из этой механической смеси формируют и затем прессуют под большим давлением пластинки нужной формы и требуемых размеров, после чего подвергают их спеканию в электропечах при высоких температурах.

В табл. 11 приведен химический состав сверхтвердых сплавов типа видиа и карболой.

Таблица 11

Химический состав сверхтвердых сплавов

Наименование элементов	Содержание, %	
	видиа	карболой
Вольфрам	86,01	81,2
Кобальт	6,8	12,6
Углерод	5,65	5,3
Железо	1,47	0,66

Коррозия металлов

Большинство металлов при продолжительном пребывании на воздухе покрывается окисной пленкой «ржавчиной», причем некоторые из них, например железо, могут от этого совершенно разрушиться.

Если образовавшаяся на металле окисная пленка будет плотной, непроницаемой для воздуха и равномерно покроеет всю поверхность металла, то при дальнейшем соприкосновении последнего с воздухом эта пленка будет служить защитой от действия кислорода. В этом случае ржавление прекратится и может начаться вновь только тогда, когда будет разрушена защитная окисная пленка. Свойством образовывать плотную окисную пленку обладает ряд металлов: алюминий (высокой чистоты), медь, латунь, никель, серебро, золото, цинк, олово и др.

Если образовавшаяся на поверхности металла окисная пленка будет не плотной, а пористой, то сквозь нее может проникать воздух и влага к более глубоким слоям металла, находящимся под окисной пленкой. В этом случае окисление металла не может прекратиться самопроизвольно, наоборот, процесс окисления будет протекать непрерывно, разрушая все более глубокие слои металла. Такими свойствами обладают железо, чугун, простая углеродистая сталь, магний, сплавы алюминия с медью и пр.

Процесс окисления — коррозии — особенно быстро идет в атмосфере влажного воздуха или в сырых местах и еще более усиливается наличием в окружающей среде кислот.

Чтобы предохранить легко корродирующие металлы от коррозии, применяется ряд искусственных способов защиты. Наиболее дорогим, но вместе с тем и наиболее надежным средством является покрытие поверхности легко корродирующего металла более стойким металлом, например: плакирование алюминиевого сплава дуралюмина чистым алюминием, покрытие железных листов цинком, оловом, кадмием, никелем, хромом и т. д. Кроме металлических покрытий, применяются также химические способы защиты: поверхность металла покрывают специальными лаками, красками, эмалями, тонкой пленкой оксидов, фосфатов и т. д.

Понятие о термообработке

Термообработкой называют искусственное изменение структуры и свойств металлов и сплавов под действием высокой температуры. Самый процесс термообработки обычно состоит в следующем: металл или сплав нагревают до определенной температуры, затем в течение некоторого времени выдерживают при этой температуре, после чего охлаждают с определенной скоростью до температуры окружающей среды. В большинстве случаев скорость охлаждения оказывает решающее влияние на структуру и свойства подвергаемого термообработке сплава. В зависимости от этой скорости термообработка носит название закалки, нормализации, отпуска или отжига.

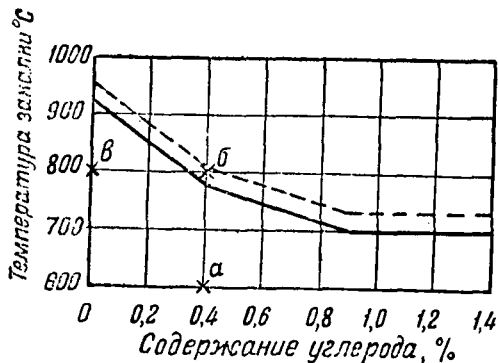
Закалкой называется нагревание сплава до определенной температуры, выдержка его в течение некоторого времени при этой температуре и последующее быстрое охлаждение в воде, масле или какой-либо другой жидкости до температуры охлаждающей среды. В результате закалки сплав часто приобретает большую твердость, крепость. Сопротивление разрыву возрастает, а удлинение и пластичность уменьшаются. Структура после закалки становится мелкозернистой. Закалке можно подвергать не все сплавы, а лишь те из них, у которых при нагреве в твердом состоянии происходит изменение структуры (фазовые превращения).

Температура нагрева при закалке сплава должна на 30—50° превышать температуру начала изменения структуры, так называемого фазового превращения, а время выдержки должно быть достаточно для перехода структуры из одного состояния в другое. Быстрое охлаждение сплавов при закалке необходимо для

того, чтобы зафиксировать структуру, образовавшуюся в результате нагревания сплава. При медленном охлаждении произойдет обратное превращение структуры и никакой закалки не будет. Для того чтобы закалка могла иметь место, скорость охлаждения сплава должна быть выше скорости обратного превращения.

Напомним, что механические свойства стали и других металлов и сплавов в значительной степени зависят от термической обработки. Чтобы повысить твердость и прочность стали, ее подвергают закалке. Способность стали «воспринимать» закалку,

т. е. повышать свою твердость и прочность, зависит от содержания в ней углерода, именно: с увеличением количества углерода твердость и прочность стали при закалке возрастают.



Фиг. 12. Диаграмма зависимости температуры закалки стали от содержания углерода

Закаленная сталь с повышенным содержанием углерода применяется в качестве режущего инструмента для обработки других металлов (сверла, фрезы и т. д.).

Температура нагрева различных сортов стали при закалке обуславливается содержанием углерода; чем меньше в стали углерода, тем более высокая температура требуется для ее нагревания, и наоборот. Температура закалки различных марок стали в зависимости от содержания углерода колеблется от 750 до 900° и более.

При выборе этой температуры, зная марку стали (т. е. содержание в ней углерода), можно ориентировочно пользоваться диаграммой, изображенной на фиг. 12. На этой диаграмме по оси абсцисс (горизонтальной оси) отложено процентное содержание углерода, а по оси ординат (вертикальной оси) — температура в градусах Цельсия.

Сплошная линия изображает границу превращения в стали, происходящего к твердому состоянию. Пунктирная линия дает температуру нагрева стали в зависимости от содержания в ней углерода. Пусть нам требуется выбрать температуру нагрева для

закалки стали, содержащей 0,4% углерода. Для этого из точки **а**, соответствующей этому содержанию, проводим вертикальную прямую до пересечения с пунктирной линией. Далее, из точки пересечения **б** проводим горизонтальную прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с осью ординат, на которой отложены температуры. Точка пересечения в соответствии с искомой температурой, следовательно, для закалки данного сплава требуется нагреть его до 800°.

Подобным же образом можно подобрать температуру для любой марки стали.

После закалки в стали возникают внутренние напряжения, и она становится твердой и хрупкой. Для того чтобы снять эти внутренние напряжения и частично уменьшить хрупкость стали, ее подвергают дополнительной термообработке, носящей название отпуска или нормализации.

Отпуск применяется главным образом для инструментальной стали. Чем выше температура отпуска, тем больше уменьшается твердость стали и тем более пластичной она становится.

При отпуске сталь нагревают до температуры 200—600°, а затем охлаждают на воздухе, в воде или в другой жидкой среде.

Нормализации подвергают преимущественно различные сорта конструкционной стали. При нормализации температура нагрева выше, чем при отпуске, и в зависимости от содержания в стали углерода колеблется от 750 до 900°. Процесс нормализации заключается в том, что сталь вначале нагревают до определенной температуры, а затем охлаждают на воздухе.

Отжиг. Отжигом металлов и сплавов называется нагрев их до определенной температуры, выдержка при этой температуре, и медленное охлаждение вместе с печью. В результате отжига металл или сплав приобретает большую мягкость, делается пластичнее, теряет свою высокую твердость и прочность; структура его становится крупнозернистой.

Отжиг применяется в тех случаях, когда металлу или сплаву нужно придать наилучшие свойства пластичности, снять наклеп и внутренние напряжения, оставшиеся после механической обработки давлением, и т. п. Для каждого металла и сплава устанавливается свой предел температуры, время же выдержки зависит от величины садки и габаритных размеров отжигаемых изделий.

Так, температура отжига медных листов колеблется в следующих пределах:

при толщине	5—10 мм	700—750°
» »	1—4 »	650—700°
» »	0,5—1 »	600—650°
» »	ниже 0,5 »	550—600°

Различная температура отжига латунных листов приведена в табл. 12.

Таблица 12

Температура отжига латунных листов (в °С)

Марка латуни	Толщина листов			
	более 10 мм	от 5 до 10 мм	от 1 до 5 мм	от 0,5 до 1 мм
Томпак ЛГ90	700	680	650	600
Латунь Л80	700	580	650	600
" Л68	650	650	630	600
" Л62	650	650	630	620
" Л59	630	630	620	—

Температура отжига алюминия и его сплавов колеблется в пределах от 400 до 450°.

Температура отжига стали аналогична указанной выше температуре закалки соответствующих марок и составляет от 770 до 900°.

Например сталь при содержании 0,05—0,15% углерода отжигается при температуре в 880—900°, при 0,17—0,35% температура отжига равна 860—880°, при 0,35—0,45% температура отжига равна 840—860° и т. п.

Вопросы для повторения

1. Какое тело называется кристаллическим и какое аморфным?
2. Каковы механические свойства твердых тел?
3. Каковы физико-химические свойства металлов?
4. Что называется пластичностью или ковкостью металлов?
5. Какие вы знаете черные металлы и чем они отличаются друг от друга?
6. Перечислите основные цветные металлы.
7. Какие металлы называются благородными и какова их роль в технике и промышленности?
8. Что называется сплавом и чем он отличается от чистого металла?
9. Для чего служат твердые и сверхтвердые сплавы?
10. Какие сплавы применяются в паяльном деле?
11. Что называется коррозией металлов?
12. Перечислите виды термической обработки.

ГЛАВА II

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАЙКЕ

Процесс пайки состоит в соединении друг с другом двух или нескольких твердых металлических частей в подогретом состоянии посредством расплавленных металлов или сплавов (припоев), служащих связующими веществами.

Некоторую аналогию можно провести между пайкой металлов и склеиванием дерева. На склеиваемые части дерева наносят тонкий слой жидкого клея, а затем их соединяют. Клей проникает в поры дерева, затвердевает и крепко связывает склеиваемые части в одно целое. Чтобы обеспечить наиболее тесное соприкосновение склеиваемых частей, их плотно прижимают одну к другой тисками или специальными зажимами, ибо чем тоньше шов, тем прочнее склейка.

Подобным образом происходит и пайка металлов. Спаиваемые части прикладывают одну к другой, а жидкий расплавленный припой заливают в щель между ними. Затвердевая, припой прочно соединяет спаиваемые части.

Для наиболее прочного соединения спаиваемого металла с припоем необходимо следующее:

- 1) жидкий припой должен смачивать поверхность твердого спаиваемого металла и обеспечивать хорошее прилипание;
- 2) спаиваемый металл и припой должны плотно соприкасаться друг с другом;
- 3) припой и спаиваемый металл должны образовывать прочные сплавы и обладать способностью диффундировать (проникать) друг в друга как в твердом, так и в жидком состоянии.

Смачиваемость. Далеко не всякая жидкость и не при всех условиях может смачивать твердое тело. Например, ртуть не смачивает стекла. Это значит, что если погрузить в ртуть стеклянную палочку (или какой-либо иной стеклянный предмет), а

затем ее вынуть, то ртуть к палочке не пристанет, и последняя останется сухой.

Из чистой стеклянной посуды ртуть можно без труда вылить до последней капли, так что на посуде не останется и следа ртути. Если же в чистый стакан налить воду, а затем ее вылить, то стенки стакана станут мокрыми, так как к ним пристанут капли воды. Таким образом вода смачивает чистое стекло.

Если внутреннюю поверхность стакана равномерно смазать жиром и затем налить в стакан воду, а потом вылить ее, то стенки стакана останутся сухими (покрытыми лишь слоем жира), так как вода не смачивает жира.

В данном случае жировая пленка, не смачиваемая водой, препятствует доступу воды к стеклянным стенкам стакана. Чтобы произошло смачивание, нужно предварительно очистить поверхность стекла от покрывающего его слоя жира.



Фиг. 13. Расположение капли жидкости на поверхности твердого тела:

а — при отсутствии смачивания;
б — при смачивании

Точно так же и некоторые металлы по своей природе не могут смачиваться другими металлами, подобно тому, как ртуть не смачивает стекла. Естественно, что если припой не смачивает металла, то соединения (спайки) между ними не происходит.

В тех случаях, когда припой хотя и может смачивать спаиваемые металлы, но между ними находится изолирующий слой жира, краски, грязи или окисная пленка самого металла, не растворимая в жидком припое, соединения либо совсем не произойдет, либо спай будет очень непрочен. Подобные загрязнения и изолирующая пленка окиси препятствуют непосредственному соединению металла с припоем так же, как жировой слой мешает воде смачивать стенки стакана. Следовательно, чтобы спай был прочным, металл должен хорошо смачиваться припоем.

На фиг. 13 изображены две капли жидкого металла. В первом случае (а) жидкий металл не смачивает поверхности твердого металла, и капля имеет сферическую форму; во втором случае (б) происходит смачивание, и капля расплывается.

Чтобы смачивание произошло во всех точках спаиваемых поверхностей, необходимо полное и плотное соприкосновение припоя с этими поверхностями. Припой должен быть настолько жидко-

так, чтобы он мог плотно заполнить зазор (щель) между спаиваемыми поверхностями и свободно проникать в поры металла.

Для обеспечения плотного контакта между металлом и припоем и надежного прилипания последнего спаиваемые поверхности перед пайкой зачищают напильниками, металлическими щетками, наждачными шкурками и др. Посредством такой механической зачистки удаляют со спаиваемых поверхностей грязь, жир, краску и налеты посторонних тел.

Кроме механических загрязнений, удаляемых зачисткой, на поверхности металла всегда имеется окисная пленка, которая легко образуется от действия кислорода воздуха. При наличии на поверхности спаиваемого металла окисной пленки, даже невидимой для глаза, непосредственного контакта между припоем и спаиваемым металлом не произойдет: их будет разделять эта пленка, препятствуя прилипанию припоя. Чтобы осуществить соединение металлов, окисную пленку необходимо перед пайкой удалить. Но так как все металлы обладают способностью соединяться на воздухе с кислородом (и тем интенсивнее, чем выше окружающая температура), то окисление металла, т. е. образование окисной пленки, будет происходить и в процессе самой пайки.

Мы видели, что перед пайкой окисную пленку можно удалить механическим путем, но предохранить металл от окисления в процессе пайки нельзя. Для удаления же образующейся при этом окиси применяются специальные химические вещества, называемые флюсами.

Для получения прочного спая необходимо, чтобы припой образовывал сплав со спаиваемым металлом. Образование сплава происходит непосредственно в процессе пайки, когда жидкий припой заполняет щель между спаиваемыми частями металла. Жидкий припой при этом проникает в глубь основного металла, впитывается в него и заполняет мельчайшие его поры, растворяя твердый металл и сам растворяясь в нем.

Известно, что металл, имеющий высокую температуру плавления, может растворяться в жидком металле с низшей температурой плавления. Например, твердая медь, плавящаяся при 1083° , растворяется в расплавленном олове, температура плавления которого равна 232° , без значительного перегрева последнего. Точно так же железо растворяется в цинке, сурьма — в свинце, углерод — в железе, никель — в меди и пр.

При взаимном растворении спаиваемого металла и припоя друг в друге, при взаимной диффузии прочность спая (шва) значительно возрастает.

Наряду с прочностью от спаянных изделий часто требуется полная герметичность, иными словами, необходимо, чтобы шов не пропускал жидкостей и газов. Например, спаянные швы автомобильных радиаторов должны быть совершенно непроницаемы для воды, масла и воздуха. Прочность пайки сот и радиаторов испытывается в ваннах с водой под различным давлением воздуха или масла.

ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

Как было уже указано выше, припоями называются металлы или сплавы, применяемые при пайке в качестве веществ, соединяющих в одно целое спаиваемые части.

Большинство металлов и сплавов резко отличается друг от друга по своим физико-химическим и механическим свойствам. Поэтому при выборе припоя для того или иного металла или сплава нужно учитывать следующие основные факторы, от которых зависят результаты пайки.

1. Температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления спаиваемых металлов.

Если температура плавления припоя будет выше таковой спаиваемых металлов, то основной металл расплавится раньше припоя, следовательно, никакой спайки не получится, и изделие будет испорчено.

Если спаянному изделию приходится работать при сравнительно высокой окружающей температуре, то температура плавления припоя должна быть выше рабочей температуры изделия, в противном случае припой расплавится во время работы, и изделие выйдет из строя.

2. Припой должен быть жидкотекучим, хорошо проникать в узкий зазор между спаиваемыми поверхностями, плотно заполнять шов во всех его точках и проникать в поры самого металла.

3. Шов должен быть прочным. Поэтому в каждом отдельном случае нужно подбирать такой припой, чтобы он мог образовывать со спаиваемыми металлами прочные сплавы и чтобы между припоем и основным металлом могли протекать процессы диффузии (т. е. они могли бы взаимно растворяться друг в друге как в жидком, так и в твердом состоянии или обеспечивать плотное прилипание).

4. Основной металл и припой должны обладать примерно одинаковой устойчивостью против коррозии. Если припой (а следовательно, и шов, состоящий из припоя) будет иметь в спаянном изделии меньшую устойчивость против коррозии, то с течением времени он разрушится, отчего изделие также выйдет из строя.

Когда два разных металла имеют различную устойчивость против коррозии, то при соединении их коррозия усиливается и протекает с большей скоростью.

В. Припой не должен заметно отличаться по цвету от спаиваемых металлов. Это особенно важно при пайке дорогих изделий из серебра и золота.

Г. Если для спаиваемых изделий имеет значение величина электрической проводимости (например, при пайке электрических проводников), то электропроводность припоя не должна значительно отличаться от проводимости спаиваемых металлов.

Д. Удовлетворяя всем перечисленным выше требованиям, припой должен быть вместе с тем и наиболее дешевым.

В зависимости от температуры плавления и прочности все припои могут быть подразделены на тугоплавкие — твердые (или крепкие) и легкоплавкие — мягкие (или слабые).

Тугоплавкие припои имеют высокие температуры плавления и более прочны, а легкоплавкие — наоборот.

ТВЕРДЫЕ ПРИПОИ

Твердыми, или крепкими, припоями называют такие, которые плавятся при высоких температурах, обладают большой крепостью и обеспечивают высокую прочность спая.

Твердые припои применяются для пайки тугоплавких металлов. Из этой категории припоев наиболее широко распространены латунные и серебряные. В зависимости от содержания в латунных припоях меди и цинка, они имеют различные температуры плавления. Чем выше содержание меди, тем выше и температура плавления припоя; наоборот, — чем выше содержание цинка и ниже содержание меди, тем ниже температура плавления припоя.

Латунные припои

Латунные припои применяются для пайки меди, бронзы, латуни, нейзильбера, железа, чугуна, стали и других металлов и сплавов, имеющих сравнительно высокую температуру плавления.

Иногда для понижения температуры плавления и увеличения жидкотекучести к латунным припоям прибавляют небольшое количество олова. От этого латунные припои становятся более светлыми. Однако олово повышает хрупкость этих припоев. От прибавления свинца латунные припои также приобретают более светлый цвет.

Наиболее распространенные латунные припой приведены в табл. 13.

Припой, предназначенный для пайки латуни, должен содержать цинка больше, чем его содержится в самой латуни, и иметь более низкую температуру плавления, чем латунь.

Если требуется произвести несколько паек — последовательно одну за другой, то для каждой следующей пайки припой должен быть более легкоплавким, чем предыдущий, т. е. содержать большее количество цинка или олова.

Припой для пайки латуни лучше всего изготовлять из латунных обрезков с прибавлением небольшого количества свежих металлов.

Таблица 13

Латунные припой

Химический состав, %		Температура плавления °С		Сопротивление разрыву кг/мм ²		Цвет
медь	цинк	конец	начало	припоя	шва	
54	46	881	870	33,7	—	Желтый
50	50	865	853	27,7	27,0	Светложелтый
45	55	851	830	16,0	15,0	Почти белый
42	58	836	830	3,5	16,8	„ „
40	60	830	823	1,8	18,5	„ „
33	67	807	740	3,2	2,9	„ „

Латунный припой изготовляется путем сплавления металлов (меди и цинка), входящих в его состав.

Сплавление можно производить на нефтяном, газовом или коксовом горне, в графитовом тигле или в электропечи. Сначала в тигель загружают чистую медь и латунные обрезки. По мере расплавления меди и латуни, сплав размешивают и загружают цинк. Как только последний расплавится, в сплав добавляют небольшое количество (0,05%) фосфористой меди для его рафинирования, т. е. очистки и раскисления. Затем очищают поверхность металла от шлака и выливают расплавленный металл равномерной струей в металлические, обычно чугунные, изложницы (формы). Стенки изложниц смазывают канифолью или смесью голландской сажи с керосином. При заполнении формы расплавленным

металлом смазка сгорает, образуя между стенками изложницы и расплавленным металлом слой газов, которые препятствуют прилипанию сплава к стенкам. Чтобы при расплавлении предохранить сплав от окисления и выгорания цинка, плавку ведут под слоем древесного угля, насыпанного на поверхность металла.

Отлитую болванку прокатывают до тонких листов и разрезают специальными ножницами на узкие ленты, которыми удобно пользоваться при пайке. Если прокатных станков нет или припой обладает большой хрупкостью и трудно поддается прокатке, то его можно разливать в тонкие палочки и в таком виде применять для пайки.

Примерный расчет шихты для латунного припоя. Требуется изготовить 50 кг латунного припоя, содержащего 54% меди и 46% цинка. При этом для изготовления сплава надо использовать 30 кг латунных обрезков, состава: 62% меди и 38% цинка. Недостающий металл добавить в чистом виде.

Примечание. При расчете шихты угар цинка не учитываем.

Расчет 1. Определим, какое количество меди и цинка в килограммах требуется ввести в наш сплав (припой).

Чтобы узнать, сколько меди должно содержаться в 50 кг припоя (при содержании в нем 54% меди), составим следующую пропорцию:

в 100 кг сплава содержится 54 кг меди,

в 50 кг сплава содержится x кг меди.

Следовательно,

$$\frac{100}{54} = \frac{50}{x}; \quad x = \frac{5 \times 54}{10} = 27 \text{ кг,}$$

т. е. чистой меди нужно иметь 27 кг.

Если 50 кг припоя должны содержать 27 кг меди, то остальное должно приходиться на долю цинка, т. е. цинка потребуется

$$50 - 27 = 23 \text{ кг.}$$

Содержание цинка можно определить и иначе — таким же способом, как мы нашли содержание меди, т. е. составив соответствующую пропорцию:

$$\frac{100}{46} = \frac{50}{x}; \quad x = \frac{46 \times 50}{100} = 23 \text{ кг цинка.}$$

2. Найдем теперь, какое количество меди и цинка содержится в латунных обрезках.

Количество меди в 30 кг обрезков определим при помощи пропорции:

в 100 кг обрезков содержится 62 кг меди,

в 30 кг обрезков содержится x кг меди.

Следовательно,

$$\frac{30}{x} = \frac{100}{62}; \quad x = \frac{62 \times 30}{100} = 18,6 \text{ кг меди.}$$

Количество цинка определится из подобной же пропорции:

$$\frac{30}{x} = \frac{100}{38}; \quad x = \frac{30 \times 38}{100} = 11,4 \text{ кг.}$$

Для проверки правильности подсчета сложим полученное количество меди и цинка. Сумма их должна быть равна количеству латунных обрезков. Действительно:

$$18,6 + 11,4 = 30,$$

следовательно, наш подсчет был произведен правильно.

3. Определим, какое количество меди и цинка нужно ввести в чистом виде.

Сплав должен содержать всего 27 кг меди, из них 18,6 кг вводится с обрезками, следовательно, надо добавить чистой меди:

$$27 - 18,6 = 8,4 \text{ кг.}$$

Точно так же всего в сплаве должно быть 23 кг цинка, из них 11,4 кг в латунных обрезках. Следовательно, надо добавить чистого цинка:

$$23 - 11,4 = 11,6 \text{ кг.}$$

Таким образом шихта для изготовления 50 кг припоя должна состоять из следующих частей:

Латунные обрезки	30,0 кг
Медь	8,4 »
Цинк	11,6 »
<hr/>	
Всего	50,0 кг

Следует еще раз отметить, что в нашем расчете не принят во внимание угар, который всегда имеет место.

На практике для получения сплава желаемого состава нужно всегда добавлять некоторое количество цинка сверх определенного по расчету (на угар). Это количество составляет от 2 до 5%, в зависимости от печи, в которой ведут плавку; в горнах оно больше, в электропечи — меньше. Медь на угар обычно не добавляют.

Нейзильберовые припой

Нейзильбер представляет собой сплав, содержащий 15—32% никеля, 16—20% цинка и остальное медь.

Нейзильберовые припои применяются для пайки самого же нейзильбера. Нейзильберовый припой получают сплавлением нейзильбера с латунию или цинком. Чем больше цинка или латуни введено в припой, тем он менее тугоплавкий.

Хорошими нейзильберовыми припоями считаются следующие:

- 1) на 10 частей обрезков нейзильбера 1 часть латуни и 1,5 части цинка;
- 2) на 10 частей обрезков нейзильбера 1,5 части латуни и 2 части цинка;
- 3) на 10 частей обрезков нейзильбера 2 части латуни и 3 части цинка.

Более тугоплавкие нейзильберовые припои применяются для пайки железа и стали. Основное преимущество их перед латунными припоями заключается в том, что цвет их хорошо подходит к цвету железа. Иногда более тугоплавкие нейзильберовые припои называют стальными припоями. К таковым относятся, например, припой, содержащий 38% меди, 50% цинка и 12% никеля, и другой, более легкоплавкий, содержащий 35% меди, 56,5% цинка и 8,5% никеля.

Если припой изготовляют из чистых металлов, то сначала плавят медь, а затем в жидкую медь одновременно вводят цинк и никель. Расплавленный припой наливают на холодную чугунную или каменную плитку и тотчас после затвердевания, пока он еще не остыл, измельчают его в ступке в порошок.

Если припой вязок и его не удастся растолочь, то это означает, что в нем недостаточно цинка; наоборот, если припой настолько хрупок, что разбивается на мелкие кусочки с первых же ударов, то это указывает на избыток цинка.

Указанный выше способ получения порошкообразного припоя весьма утомителен. Поэтому лучше всего изготовлять последний следующим образом. Припой отливают в цилиндрическую форму диаметром в 8—10 см, а затем на токарном станке превращают его в стружку, которую легко можно истолочь в порошок. Весьма большое значение имеет однородность крупинок, так как мелкие крупинки плавятся быстрее, чем крупные. Чтобы размеры крупинок были одинаковы, лучше всего просеять истолченный припой сквозь сито.

Серебряные припои

Серебряные припои применяются для пайки не только серебра, но также латуни, бронзы, меди, стали и железа.

В состав серебряных припоев входят серебро, медь и цинк в различном процентном соотношении. От содержания каждого из этих компонентов сплава зависят его цвет, прочность и температура плавления.

В табл. 14 приведены составы наиболее употребительных серебряных припоев. Из этой таблицы видно, что чем больше в сплаве меди и меньше серебра, тем выше температура плавления и тем ниже прочность припоя.

Таблица 14

Серебряные припои							Примечание
Химический состав, %			Температура плавления, °С		Сопротивление разрыву кг/мм ²		
цинк	серебро	медь	конец	начало	припой	шва	
48	4	48	851	825	19,6	20,9	Применяется для пайки латуни, содержащей свыше 58% меди
48	9	43	822	730	3,0	—	
50	12	38	802	792	18,5	18,4	
14	66	20	729	721	45,4	40,4	Для пайки электропроводов — в тех случаях, когда проводимость места спая не должна уменьшаться
5	75	20	771	740	42,4	36,2	
25	45	30	—	720	—	—	Для пайки медных и бронзовых частей

Серебряные припои обладают высокой прочностью и пластичностью. Изделия, спаянные серебряным припоем, могут свободно подвергаться изгибанию и различной обработке.

При изготовлении серебряного припоя необходимо следить за тем, чтобы в него не попало вместе с исходными материалами железо, так как даже небольшое количество последнего делает припой хрупким.

При изготовлении припоя сначала плавят в тигле медь, а затем к расплавленной меди присаживают остальные составляющие:

серебро и цинк. Сплав отливают в прутки, которые после застывания прокатывают в тонкие листы. Из листов нарезают полоски нужных размеров.

Наибольшей прочностью обладает припой, содержащий 66% серебра, 20% меди и 14% цинка.

Золотые припои

Ранее в припои для золота входили золото, медь и серебро, т. е. припои состояли из тех же основных частей, что и самые золотые изделия. Но так как температура плавления припоя должна быть ниже таковой спаиваемого изделия, т. е. золота, то, чтобы понизить температуру плавления припоя, требовалось уменьшать содержание в нем золота. Это приводило к значительному различию в содержании золота между припоем и основным сплавом. Чтобы не слишком уменьшать содержание золота в припое и в то же время понизить его температуру плавления, в настоящее время в припой вводят кадмий. Последний понижает температуру плавления припоя больше, чем все указанные выше металлы.

Состав двух золотых припоев приведен в табл. 15.

Таблица 15

Золотые припои

Химический состав, 0/0				Назначение
золото	серебро	медь	кадмий	
48,0	30,0	10,0	12,0	Для пайки изделий 750 пробы
58,3	11,5	18,6	11,6	» » » 583(56) пробы

Для изделий, покрываемых эмалью, требуется, чтобы припой выдерживал температуру эмалирования.

Рекомендуются следующие два состава припоев для эмалируемых изделий:

1. { Золота 87 частей
Серебра 9 »
2. { Золота 750 пробы 16 частей
Серебра 8 »
Меди 1 »

Оба припоя применяются в зависимости от температуры эмалирования. Первый — более тугоплавок, чем второй.

Чистое золото употребляется как припой для паяния платины.

МЯГКИЕ (СЛАБЫЕ) ПРИПОИ

Мягкие припои состоят из легкоплавких металлов: олова, свинца, сурьмы, кадмия, висмута и др. Они имеют низкую температуру плавления и незначительную прочность. Шов изделия, спаянного мягким припоем, также обладает невысокой прочностью. Поэтому и пайка этими припоями носит название слабой.

Пайку слабыми припоями выполнить легче, чем пайку крепкими, так как первая не требует высокой температуры, и при ней меньше окисляются металлы.

Слабые припои применяют для пайки очень широко, во всех областях промышленности: машиностроении, автотракторной промышленности, приборостроении, в электропромышленности, консервной промышленности, при производстве предметов широкого потребления, в ремонтном деле и т. д. Пайку черных и цветных металлов слабыми припоями применяют всюду там, где пайка твердыми припоями затруднена или невозможна, либо изделие нельзя нагревать до высоких температур, или, наконец, когда от спаенного шва не требуется высокой прочности. Для пайки легкоплавких металлов, как-то: олова, свинца, цинка, кадмия и их сплавов — применяют исключительно слабые припои.

Оловянносвинцовые припои

Из числа слабых припоев наиболее широко распространены оловянносвинцовые, состоящие из свинца и олова, взятых в различных соотношениях. Иногда, кроме этих металлов, прибавляются еще висмут и кадмий, понижающие температуру плавления, или сурьма, увеличивающая прочность.

Оловянносвинцовые припои можно употреблять для пайки всевозможных металлов. Но главным образом они находят применение при пайке латунных изделий, радиаторных трубок, сот и самих радиаторов, жести, цинка, железа и пр.

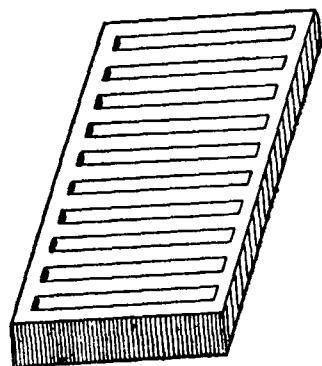
В табл. 16 приведена характеристика различных марок оловянносвинцовых припоев.

В зависимости от содержания олова или свинца изменяется температура начала затвердевания припоя; окончание затвердевания происходит всегда при одной и той же температуре (182°). Поэтому изделия, спаянные оловянносвинцовыми припоями, нельзя

нагревать до 182° , иначе припой расплавится, и изделие выйдет из строя.

Кроме сплава олова со свинцом, иногда приходится применять в качестве припоя чистое олово. Однако чистое олово недостаточно жидкоплавко, плохо заполняет шов при пайке и дорого в сравнении со свинцовым припоем. Олово, как припой, употребляется в тех случаях, когда спаиваемое изделие предназначается для приготовления или хранения пищи. Свинец разъедает пищевые продукты, причем образуются ядовитые соли, которыми легко отравиться.

Изготавливают оловянносвинцовый припой так. В графитовом тигле или в электропечи, специально устроенной для плавки припоя, при легком подогревании сначала расплавляют свинец или оставшийся старый припой. По мере расплавления подогревание усиливается до появления на поверхности легкого слоя окиси — свинцовой золы. Затем к расплавленному свинцу присаживают небольшими порциями олово, причем каждую следующую порцию вводят лишь после того, как расплавится предыдущая. Олово не рекомендуем расплавлять первым, так как в расплавленном состоянии оно сильно окисляется и сгорает. Для равномерного распределения олова и свинца жидкий сплав следует хорошо размешивать мешалкой. Желательно, чтобы исходные металлы были выбраны высокой чистоты, не загрязненные никакими посторонними примесями.



Фиг. 14. Форма для разли-
вки оловянносвинцового при-
поя

Расплавленный припой разливают в железные, чугунные, а иногда деревянные формы (лучше всего дубовые) в виде небольших палочек длиной 25—30 см, шириной 1—2 см и толщиной в 3—5 мм или круглых стержней диаметром в 6—12 мм. Форма для отливки палочек изображена на фиг. 14. На поверхности железной или деревянной формы делают 10—15 параллельных желобков по размерам палочки, в которые и наливают жидкий припой.

При отсутствии специальных форм для разливки припоя последний можно наливать на чистую, ровную и слегка наклоненную каменную, чугунную или мраморную плиту; при этом припой

1. Припои оловянносвинцовые (сплавы олова со свинцом) о хи

Наименование припоя	Условное обозначение	Химический		
		Олово (Sn)	Сурьма (Sb)	Свинец (Pb)
Припой оловянно-свинцовый 90	ПОС 90	89—90	0,10—0,15	Остальное
Припой оловянно-свинцовый 40	ПОС 40	39—40	1,5—2,0	»
Припой оловянно-свинцовый 30	ПОС 30	29—30	1,5—2,0	»
Припой оловянно-свинцовый 18	ПОС 18	17—18	2,0—2,5	»
Припой оловянно-свинцово-сурьмянистый	ПОСС 4—6	3—4	5—6	»

Примечания. 1. По особому технически обоснованному требованию может быть понижено до 0,25%.

2. В припоях всех марок содержание примесей допускается и каждого; цинка и алюминия—0,002% (следы).

свинцовые ГОСТ-1499-42

ф и к а ц и я

мическому составу должны удовлетворять нормам таблицы:

состав, ‰			Примерное назначение
Примесей не более			
Медь (Cu)	Висмут (Bi)	Мышьяк (As)	
0,08	0,1	0,05	Для пайки внутренних швов пищевой посуды (электрочайники, кастрюли и т. п.) и медицинской аппаратуры
0,1	0,1	0,05	Пайка латуни, железа и медных проводов
0,15	0,1	0,05	Пайка латуни, меди, железа, цинковых и оцинкованных листов, белой жести, авиационных радиаторов, приборов, радиоаппаратуры, гибких шлангов и бандажной проволоки электромоторов
0,15	0,1	0,05	Пайка свинца, железа, латуни, меди, оцинкованного железа, лужение железа перед пайкой, пайка автотракторных деталей. Пайка изделий широкого потребления
0,15	0,1	0,05	Пайка белой жести, железа, латуни, меди, свинца при наличии клепаных замочных швов. Выравнивание сварных швов, вмятин в кузовах легковых автомобилей и т. д.

баванию потребителя содержание сурьмы в припое марки ПОС 30 гарантируется заводом-изготовителем: железа и серы — не более 0,02‰

разольется тонким слоем и застынет. Застывший слой разрезают затем на небольшие пластинки, годные уже для пайки.

Для очень тонкой и ответственной пайки применяется станиоль — весьма тонкая оловянная лента толщиной в 0,1—0,05 мм.

Примерный расчет шихты для оловянносвинцового припоя.

Задание. В ванне имеется 120 кг половинника, содержащего 47% олова и 53% свинца.

Какое количество чистых металлов требуется к нему добавить, чтобы получить 300 кг припоя, содержащего 30% олова, 68% свинца и 2% сурьмы.

Расчет. 1. Для определения количества олова и сурьмы, которые содержатся в 300 кг припоя, составляем следующую пропорцию:

100 кг припоя содержат 30 кг олова и 2 кг сурьмы.

300 кг припоя содержат x кг олова

отсюда: олова и сурьмы будет $30 + 2 = 32$ кг

$$\frac{300}{x} = \frac{100}{32},$$

т. е.

$$x = \frac{32 \cdot 300}{100} = 96 \text{ кг олова и сурьмы.}$$

2. Количество свинца определим по разности:

$$300 \text{ кг} - 96 \text{ кг} = 204 \text{ кг.}$$

Количество свинца можно определить и другим путем — так же, как и количество олова, при помощи следующей пропорции:

100 кг припоя содержат 68 кг свинца,

300 кг припоя содержат x кг свинца

откуда

$$\frac{300}{x} = \frac{100}{68}; \quad x = \frac{300 \cdot 68}{100} = 204 \text{ кг.}$$

Висмутовые припой

Висмутовые припой еще более легкоплавки, чем оловянносвинцовые. Они состоят из разного количества олова, свинца, висмута. Висмутовые припой обладают большой хрупкостью. Изделия, спаянные этими припоями, могут разрушиться даже от незначительного удара, например при падении на пол. Поэтому висмутовые припой неприменимы в тех случаях, когда от спая требуется хотя бы небольшая прочность. Если, кроме висмута, в указанные сплавы прибавить еще кадмий, то температура плавления припоев еще более понизится. В табл. 17 приведен состав некоторых висмутовых и кадмиевых припоев.

Висмутовые и кадмиевые припои

Наименование припоя	Химический состав, %				Температура плавления, °С
	олово	свинец	висмут	кадмий	
Сплав Ньютона	11,5	34,0	54,5	—	94,5
• Розе	15,9	28,0	56,1	—	93,75
• д'Арсе	9,6	45,1	45,3	—	79,0
• Вуда	12,5	25,0	50,0	12,5	60,5
• Липовица	13,33	26,67	50,0	10,0	70,0

Все описанные выше легкоплавкие припои и ряд других находят широкое применение в автоматически действующем противопожарном оборудовании и в электротехнике, где часто требуется металл, имеющий весьма низкую температуру плавления, а также для заливки микрошлифов при их изготовлении.

Алюминиевые припои

Пайка алюминия в сравнении с пайкой других металлов представляет наибольшие трудности вследствие сильного окисления алюминия на воздухе с образованием весьма тугоплавкой окисной пленки.

Пайка алюминия обыкновенными припоями и обычными методами, применяемыми при пайке других металлов, не удается. Наличие в мягких припоях большого количества свинца или висмута, не смешивающихся с алюминием, препятствует соединению припоя с последним. Для пайки алюминия и его сплавов существует много различных припоев. Легче всего алюминий паять мягкими припоями на оловянной основе. Но эти припои и спаянный ими шов обладают весьма низкими механическими свойствами.

Припои, содержащие в основе алюминий, имеют лучшие механические свойства, но пайка ими представляет больше трудностей, так как она требует более высокой температуры и сопровождается значительным окислением.

Припои на цинковой основе также имеют сравнительно высокую прочность, но вместе с тем большую твердость и хрупкость. Помимо того, изделия, спаянные таким припоем, легко корродируют и разрушаются в месте спая.

По прочности спайки и температуре плавления алюминиевые припой разделяются на припой для твердой и мягкой пайки.

Составы алюминиевых припоев, применяемых при мягкой пайке, приведены в табл. 18; припой для твердой пайки даны в табл. 19.

Таблица 18

Алюминиевые припой для мягкой пайки

Наименование припоя	Химический состав, %					Примечание
	цинк	олово	алюминий	кадмий	прочие	
Американский	15—50	Остальное	—	—	—	В качестве флюса применяется парафин Употребляются без флюсов
„	8—15	„	5—1	—	—	
„	21	76	3	—	—	
„	8	78	11	3	—	
Французский	—	18	82	—	—	
„	23	46	15	—	80% серебр. 80% меди	
Бюро стандартов США	8	78	9	5	—	
Припой СССР:						
Авиа 1	25	55	—	20	—	
Авиа 2	25	40	16	20	—	
Авиа 3	33	63	1	—	30% фосфористого олова	

Таблица 19

Алюминиевые припой для твердой пайки

Химический состав, %				Температура плавления, °С		Сопротивление разрыву кг/мм ²
цинк	алюминий	олово	медь	конец	начало	
52	18	30	—	478	196	18
80	12	—	8	402	378	31
94	4	—	2	382	368	19,7
—	93,6	—	6,4	679	540	17,8
—	87	5	8	629	617	19,6
20	70	5	5	599	575	8,3
60	20	—	20	466	431	11,0
65	20	—	15	431	402	18,1
85	9	—	6	—	—	—
90	6	—	4	—	—	—

ФЛЮСЫ

Для получения при пайке прочного и плотного шва необходимо, чтобы спаиваемые места были совершенно чистыми. Мы уже говорили, что спаиваемую поверхность тщательно очищают. Но кроме грязи, на поверхности металла всегда имеется еще окисная пленка. Чтобы получить надежную пайку, недостаточно только удалить эту пленку, необходимо еще предохранить металл от окисления в процессе самой пайки. Подобная защита металлов от окисления в процессе пайки достигается применением специальных химических веществ — флюсов.

Роль флюсов заключается в следующем:

- 1) действовать как химический растворитель и поглотитель окислов до пайки и в процессе пайки;
- 2) предохранять от окисления спаиваемые поверхности металла и создавать необходимые условия для непрерывного их смачивания припоем;
- 3) способствовать равномерному и прочному соединению припоя с основным металлом.

Применяемые при пайке флюсы по своему действию можно разбить на две группы.

К первой группе принадлежат флюсы, которые растворяют окисные пленки металлов, восстанавливают окись металла до металла, а иногда растворяют и самый металл. Эта группа флюсов производит весьма энергичное действие очищения. К ней относятся: соляная кислота, хлористый цинк, борная кислота, бура, хлористый цинк аммоний и др.

Флюсы первой группы применяются при твердой и мягкой пайке меди, латуни, железа, стали и других металлов и сплавов, покрывающихся при температуре пайки слоем окиси.

Ко второй группе относятся флюсы, которые не производят никакого химического действия, а служат лишь для образования защитного покрытия поверхности, ранее очищенной каким-либо иным химическим способом.

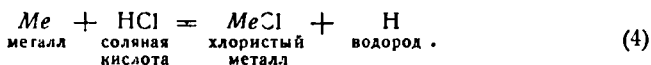
Область применения флюсов этой группы весьма ограничена. Ими пользуются при спаивании металлов, мало окисляющихся при температуре пайки (олово, свинец и другие легкоплавкие металлы). К этой группе флюсов относятся канифоль, воск, смола, вазелин, оливковое масло и др.

Соляная кислота

Соляная кислота представляет собой раствор в воде газа, называемого хлористым водородом и состоящего из хлора и водорода. Химическое обозначение соляной кислоты — HCl .

Химически чистая соляная кислота бесцветна. Техническая кислота содержит различные примеси, в том числе железо, которое придает ей желтоватый оттенок. Крепкая (не разбавленная водой) соляная кислота дымится, т. е. выделяет ядовитые, вредные для здоровья пары. В соляной кислоте легко растворяются (с выделением газов) железо, цинк, олово и другие металлы.

При растворении металлов в соляной кислоте выделяется в виде пузырьков водород, который улетучивается, а металл соединяется с хлором, образуя новое химическое соединение — хлористый металл. Таким образом при растворении металла в соляной кислоте происходит следующая химическая реакция (в общем виде):



Продажная техническая соляная кислота очень крепка, и прежде чем пользоваться ею при пайке, следует ее разбавить водой. Прибавлять кислоту в воду (а не наоборот) следует постепенно, небольшими порциями — до тех пор, пока кислота не перестанет дымиться, т. е. выделять пары. При этом разбавлять кислоту водой нужно под тягой для отсасывания выделяющихся паров или на открытом воздухе.

С соляной кислотой необходимо обращаться очень осторожно и следить за тем, чтобы она не попала на тело, на одежду, ибо она вызывает ожоги и разрушает ткань. Если кислота все же попадет на тело, нужно немедленно смыть ее водой и промыть обожженное место раствором соды или слабым раствором нашатырного спирта.

Пользуясь соляной кислотой в качестве флюса, следует всегда иметь в виду, что оставшаяся на поверхности свободная соляная кислота будет растворять металл и ускорит коррозию. Поэтому тотчас же по окончании пайки изготовляемое изделие необходимо тщательно промыть горячей проточной водой, которая лучше растворяет кислоту и быстрее ее удаляет. При отсутствии проточной воды промывку следует производить в двух ваннах. Вода безусловно должна быть горячей, и ее необходимо часто менять.

Соляная кислота употребляется при мягкой пайке главным образом цинка и оцинкованных железных изделий. При соединении

с цинком она образует хлористый цинк, который обладает способностью растворять окислы других металлов.

Соляная кислота применяется также для очистки поверхности металлов перед их лужением как травитель.

Хлористый цинк

Хлористый цинк ($ZnCl_2$) является весьма хорошим флюсующим средством при пайке латуни, меди, железа, стали и других металлов и сплавов. Употребляется он для целей пайки как в растворенном виде, так и в порошке. Следует отметить, что применение хлористого цинка (в качестве флюса) в виде крепкого раствора удобнее.

Хлористый цинк имеется в продаже в виде плотных палочек или кусков, которые перед пайкой растворяют в воде. Если под руками нет готового хлористого цинка, то его легко приготовить, растворив металлический цинк в соляной кислоте. При этом на одну весовую часть металлического цинка берут пять весовых частей крепкой (дымящейся) соляной кислоты и разбавляют ее равным по объему количеством воды. Разбавлять кислоту лучше всего в оцинкованной ванне.

Далее, хорошо размешав раствор, опускают в него металлический цинк, который в нем растворяется. Как уже было упомянуто, при растворении цинка выделяются пузырьки водорода. Это указывает на начавшееся растворение металлического цинка и образование хлористого цинка. Наоборот, прекращение выделения пузырьков водорода свидетельствует о том, что растворение металлического цинка и образование хлористого цинка закончилось. Это может иметь место в двух случаях: при полном растворении всего количества металлического цинка и при израсходовании всей соляной кислоты.

Но так как раствор хлористого цинка, применяемый при пайке, не должен содержать свободной соляной кислоты, то для полной уверенности лучше всего после растворения цинка прибавить в раствор небольшое количество тонкой цинковой стружки или обрезков, а самый раствор подогреть паром. Если при таком подогревании из раствора не будут выделяться пузырьки водорода, то это укажет на полное отсутствие свободной кислоты.

Наличие в растворе хлористого цинка свободной соляной кислоты нежелательно, так как после пайки она может остаться на поверхности металла и, если не будет удалена последующей промывкой, то ускорит процесс коррозии. В том случае, когда га-

рантируется полное удаление следов соляной кислоты с поверхности изделия после его пайки, присутствие ее в свободном виде в небольшом количестве неопасно и даже желательно, ибо это ускоряет процесс травления изделия перед пайкой.

При приготовлении хлористого цинка следует иметь в виду, что растворение металла происходит довольно медленно — часами. Для ускорения процесса растворения цинк следует дробить на мелкие куски или брать его в виде тонкой стружки и обрезков. Чем мельче частицы загружаемого цинка, тем скорее можно приготовить его раствор.

Для получения твердого хлористого цинка можно использовать жидкий раствор последнего. Если же жидкого хлористого цинка не окажется, то его следует приготовить описанным выше способом.

Полученный раствор хлористого цинка выпаривают на огне в фарфоровой чашке. Для полной гарантии того, что в растворе не осталось следов соляной кислоты, к кипящему раствору нужно прибавить небольшое количество цинковых стружек.

Выпаривание раствора необходимо производить до тех пор, пока в чашке не останется плотная твердая масса и не прекратится выделение паров. Твердую массу надо немедленно вынуть из чашки и, не дожидаясь пока она остынет, истолочь в ступке в порошок.

Полученный таким образом порошок хранят в стеклянной банке с притертой пробкой, чтобы не допустить его соприкосновения с воздухом, так как он обладает способностью поглощать влагу. При пайке влажный порошок хлористого цинка весьма неудобен, так как его нельзя наложить ровным слоем на спай, и при нагревании влага будет испаряться, разбрызгивая порошок. Если неудобно пользоваться при пайке порошком хлористого цинка, то его можно растворить в воде (порошкообразный хлористый цинк очень хорошо растворяется в воде). При этом на 1 часть порошка следует брать 3—4 части воды. Плотность такого раствора должна быть в пределах от 1,38 до 1,40° Боуме.

Пользуясь хлористым цинком как флюсом при пайке, следует всегда иметь в виду, что хлористый цинк дает остатки, вызывающие коррозию основного металла, и разъедает запаянный шов, если они (хлористый цинк и продукты распада) не будут полностью удалены посредством тщательной промывки в проточной горячей воде.

Остаток хлористого цинка, как кислотный по своей природе, под действием тепла в водном растворе разлагается (диссоциирует) с образованием соляной кислоты и хлорокиси цинка. Коррозионные очаги могут образовываться в процессе пайки, если при пайке изделие, покрытое хлористым цинком, сравнительно длительное время находится при высоких температурах. Под действием высоких температур (температура пайки 300—400°) нейтральный при комнатных температурах водный раствор хлористого цинка также диссоциирует с образованием свободной соляной кислоты. При повышенных температурах как хлористый цинк, так особенно соляная кислота становятся активно-действующими коррозионными реагентами. Поэтому если сразу же после пайки с изделий не удалить полностью остатки хлористого цинка и соляной кислоты, то они будут служить очагом коррозии и быстро прогрессировать разрушение металла в процессе эксплуатации.

Хлористый цинк и подобные ему флюсы для пайки электротехнических, телефонных и радиоаппаратурных изделий совершенно не пригодны. В силу особенности конструкции эти изделия после пайки промывать нельзя, и опасность коррозии будет максимальной, в то время как в изделиях данного рода она недопустима.

Хлористый цинк-аммоний

Хлористый цинк-аммоний состоит из смеси хлористого цинка и нашатыря ($ZnCl_2 + NH_4Cl$). Если взять смесь порошков 75% по весу хлористого цинка и 25% хлористого аммония, то мы получим очень легкоплавкую смесь, плавящуюся при 175°, т. е. ниже температуры плавления эвтектики (182°) оловянносвинцовых припоев, поэтому такая смесь очень удобна при пайке. Этот флюс плавится приблизительно на 100° ниже, чем чистый хлористый цинк (хлористый цинк плавится при температуре 263°).

Порошкообразный флюс нашатыря и хлористого цинка также применяется для рафинирования припоев при их изготовлении. При этом флюс вводится в глубь ванны или котла с расплавленным припоем в специальном рафинировальнике (колокольчике) с отверстиями по боковым стенкам. Под действием температуры флюс разлагается с образованием большого количества газов. Выделяющиеся газы проходят через всю толщу металла в ванне, выносят с собой на поверхность все механические загрязнения, встречающиеся на пути, а также восстанавливают окислы олова и свинца до металла.

Хлористый цинк-аммоний в порошке также применяется при механизированной пайке в ваннах паяльных машин, где он обеспечивает равномерное соприкосновение припоя с запаиваемым предметом и образование прочного шва.

Хлористый цинк в смеси с хлористым аммонием также применяется как покровный флюс с целью предохранения от угара при механизированной пайке, например в ваннах трубочной машины при пайке трубок радиаторов и в других случаях. Поверхность расплавленного припоя в ваннах покрывается обильным слоем хлористого цинка плюс хлористый цинк аммоний. Этот слой препятствует соединению кислорода воздуха с жидким металлом, и угара припоя в ваннах не происходит. Кроме того, хлористый аммоний в то же время служит рафинирующим средством припоя от цинка в паяльных ваннах. Насыщение паяльных ванн цинком происходит при пайке латунных изделий за счет растворения латуни в припое в процессе пайки.

Таким образом применение хлористого цинк-аммония в качестве покровного флюса в паяльных ваннах оказывается весьма эффективным средством: сводит до минимума потери припоя от угара, шлака и т. п., а также происходит саморафинирование припоя от цинка.

Приготовление хлористого цинк-аммония

Если в раствор хлористого цинка прибавить некоторое количество нашатыря (хлористого аммония), то получится хлористый цинк-аммоний, который обычно составляется в следующей пропорции: на 8 частей хлористого цинка — 5,5 части нашатыря. Для приготовления водного раствора хлористого цинк-аммония берут 100 г нашатыря, 100 г водного раствора хлористого цинка и 500 г дистиллированной или дождевой воды.

Из раствора хлористого цинк-аммония можно приготовить посредством выпаривания порошкообразный хлористый цинк-аммоний. Выпаривание производится аналогично выпариванию хлористого цинка. Полученную в результате выпаривания твердую массу по прекращении выделения паров следует истолочь в порошок. Порошок хлористого цинк-аммония (как и хлористый цинк) следует сохранять в герметически закрытых, не пропускающих воздуха, сосудах, лучше всего в стеклянных банках с притертыми пробками.

При растворении порошка хлористого цинк-аммония на 1 часть порошка нужно брать 3—4 части воды.

Паяльная паста

Паяльная паста готовится из хлористого цинк-аммония или хлористого цинка и крахмала. Сначала растворяют в воде крахмал и кипятят до тех пор, пока не получится клейстер.

Образовавшийся крахмальный клейстер в холодном виде прибавляют к раствору упомянутых выше солей до тех пор, пока раствор не примет вид жидкого сиропа. В таком виде пасту применяют при пайке, нанося её ровным слоем на спаиваемые поверхности.

Работа с пастой весьма удобна тем, что не требует никакой предварительной подготовки поверхности металла. На спаиваемую поверхность накладывают пасту и наносят припой. Остатки пасты легко смывают водой с помощью тряпки или щетки.

Общий недостаток всех цинковых флюсов состоит в том, что при пайке происходит выделение паров, имеющих резкий запах.

Нашатырь

Нашатырь применяется при пайке мягкими припоями. В продаже он встречается в виде кристаллов и порошка, легко растворяющихся в воде. При нагревании нашатырь легко улетучивается в виде густых белых паров.

В нашатыре хорошо растворяются жировые вещества, поэтому им широко пользуются при очистке металлических поверхностей от жировых налетов.

Бура

Бура продается в кристаллах и в порошке. Кристаллическая свежая бура прозрачна, но на воздухе быстро покрывается белым порошкообразным налетом.

В качестве флюса для пайки буру лучше всего применять в растворенном виде. Но на практике в большинстве случаев пользуются порошкообразной бурой. Прежде чем получить годную для флюса порошкообразную буру, ее нужно обезводить, т. е. путем нагревания удалить содержащуюся в ней кристаллизационную воду.

При нагревании бура сначала плавится в своей кристаллизационной воде. По мере испарения воды раствор постепенно густеет. При сгущении раствор вспучивается, что сопровождается разбрызгиванием горячей жидкости. Поэтому при обезвоживании буры необходимо соблюдать осторожность и следить за тем, чтобы не

было разбрызгивания, так как это ведет к большим потерям буры и может вызвать ожоги кожи.

Когда раствор превратится в белую твердую массу и прекратится выделение паров, обезвоживание считается законченным, и образовавшуюся твердую массу еще теплой дробят в порошок.

Обезвоженная таким способом бура называется кальцинированной. В таком виде она и встречается в продаже.

Порошкообразная кальцинированная бура легко впитывает в себя влагу из воздуха. Чтобы этого избежать, кальцинированную буру следует хранить в герметически закупоренных сосудах, лучше всего в стеклянных банках с притертыми пробками.

Применяется бура главным образом в виде порошка при твердой пайке латуни, меди, серебра, золота и других тугоплавких металлов.

Температура плавления кальцинированной буры 741°.

Кристаллическую буру (некальцинированную) употреблять при пайке не рекомендуется, так как при расплавлении из нее выделяется кристаллизационная вода. При вслучивании брызги буры разлетаются по сторонам и могут обжечь работающих. Кроме того, обнажается поверхность спаиваемого металла и вследствие этого окисляется.

Вместо чистой буры иногда берут более дешевую смесь, состоящую из 8 частей буры, 3 частей поваренной соли и 3 частей поташа. Прежде чем смешать указанные составляющие, соль и поташ нужно прокалить для удаления влаги, а прокаленную смесь — истолочь в ступке в мелкий порошок. Смесь нужно хранить в таких же условиях, как и чистую буру, т. е. без доступа воздуха.

Отрицательное свойство буры, как флюса, заключается в том, что расплавленная бура, соединяясь с окисью металлов, образует соли, которые при остывании выступают на поверхности шва в виде твердой прозрачной корки. Эта корка нерастворима в воде и весьма трудно поддается механической зачистке напильником, шабером и т. п.

Вместо буры в качестве флюса при пайке можно применять стекло в порошкообразном состоянии.

Порошок из стекла готовится следующим способом: стекло нагревают до температуры, близкой к температуре размягчения; и в расплавленном состоянии бросают его в холодную воду; после такого резкого охлаждения стекло становится настолько хрупким, что его можно легко истолочь в мельчайший порошок. Таким стеклянным порошком обсыпают спаиваемый шов перед пайкой и в самом процессе ее.

Порошкообразное стекло, как и буру, нужно хранить в герметически закупоренном сосуде.

В качестве флюса применяют также так называемое жидкое стекло. Последнее готовится сплавлением соды с чистым белым порошком стекла. Полученный сплав стекла и соды растворяют в воде и в жидком виде используют при пайке.

Жидкое стекло надо хранить в закрытых сосудах. Пользоваться для этой цели стеклянными банками с притертыми пробками нельзя, так как пробки заедаются настолько плотно, что их бывает невозможно открыть.

Фосфорная кислота

Фосфорная кислота является весьма хорошим флюсующим средством при мягкой пайке железа. Обычно густую фосфорную кислоту смешивают с 1—2 частями 80%-ного спирта.

При употреблении фосфорной кислоты в таком виде в качестве флюса поверхность спаиваемых изделий остается чистой, блестящей, без каких-либо следов действия кислоты.

Для приготовления фосфорной кислоты наполняют фарфоровую чашку на одну треть азотной кислотой и погружают в нее железными щипцами небольшие кусочки фосфора. Последний быстро растворяется в азотной кислоте, причем выделяются густые, бурые и ядовитые пары, вредно действующие на дыхательные органы. Поэтому растворение фосфора необходимо производить под сильной тягой, чтобы пары азотной кислоты не попадали в рабочее помещение. Кроме того, рабочее помещение нужно часто, а еще лучше непрерывно проветривать с помощью вентилятора или через окна и форточки. Пары азотной кислоты вредны для дыхания, а жидкая кислота образует на теле сильные ожоги; одежда или обувь от нее разрушаются. Поэтому при обращении с азотной кислотой и при ее выпаривании следует соблюдать большую осторожность. Новые порции фосфора нужно прибавлять постепенно — до тех пор, пока не прекратится выделение бурых паров кислоты.

Для ускорения процесса растворения чашку с раствором можно слегка подогревать. Если при этом начнется весьма бурное выделение паров, то подогревание надо немедленно прекратить, а в чашку осторожно маленькими порциями добавить холодную воду.

Выпаривание производят до тех пор, пока не прекратится выделение паров. После этого оставшуюся жидкость подвергают нагреванию до тех пор, пока она не станет несколько густоватой. Это и будет чистая фосфорная кислота. В таком виде ее разбавляют

дистиллированной водой и сохраняют в герметически закупоренных стеклянных банках.

Чистый фосфор нужно сохранять под водой, иначе вследствие высокого сродства к кислороду он может воспламениться на воздухе.

Нельзя брать кусочки чистого фосфора голыми руками, так как можно получить сильные ожоги.

Наряду с применением чистой фосфорной кислоты, в качестве флюсов употребляются и ее натриевые и аммониевые соли.

Фосфорная соль натрия используется при твердой пайке и сварке стали. При применении в качестве флюса фосфорного натрия спаиваемые поверхности после пайки и сварки получаются очень чистыми. При особенно тонкой пайке в качестве флюса применяется соль фосфорного аммония.

Получение фосфорного аммония при наличии готовой фосфорной кислоты довольно просто: в фосфорную кислоту вливают, постепенно размешивая, раствор углекислого аммония. Новые порции углекислого аммония прибавляют до тех пор, пока не прекратится выделение газов. Полученная жидкость и будет фосфорным аммонием. Затем жидкость отфильтровывают от осадка, и флюс готов к употреблению.

Прочие флюсующие вещества

Канифоль. Канифоль готовится из сосновой смолы. Из подогретой канифоли, как из воска, можно свободно изготовить тонкие палочки.

Как флюс, канифоль при пайке употребляется в виде порошка или тонких палочек. Иногда ее растворяют в денатурированном спирте и применяют в жидком виде¹.

Терпентин. Терпентин представляет собой раствор смолы в скипидаре. При долгом хранении на воздухе он осмоляется и постепенно превращается в смолу.

Нашатырное масло. Нашатырное масло состоит из тестообразной смеси нашатыря с древесным маслом.

Паяльное масло. Паяльное масло — смешанная на огне канифоль с салом. По виду эта смесь должна быть похожа на сливочное масло. При вторичном расплавлении к смеси прибавляют еще порошкообразный нашатырь.

¹ Канифоль как флюс находит широкое применение в электротехнике при изготовлении якорей электромоторов, при пайке проводов и т. д.

Все хлористые и смолистые вещества применяются только при мягкой пайке при невысокой температуре. При нагревании до более высокой температуры они сами легко испаряются, разлагаясь на свои составные части и оставляя обнаженный металл незащищенным от доступа кислорода. В этом случае кислород воздуха соединяется с металлом и образует окисную пленку, которая будет препятствовать спаиванию. Поэтому при твердой пайке хлористые и смолистые флюсы применять нельзя.

Органические флюсы

Из числа органических флюсов наиболее распространенным является канифоль. Канифоль служит для предохранения от окисления во время пайки, но не растворяет окислы на металле.

Весьма ценным свойством канифоли является то, что она совершенно неопасна для коррозии. Остатки канифоли не вызывают действия коррозии.

Содержащиеся в канифоли смолистые кислоты придают ей флюсующее действие, которое нейтрализуется находящимися в канифоли терпентинами. Чтобы флюс сделать более действенным, к канифоли добавляют растворители. В качестве растворителей применяется метиловый спирт до 20% или денатурат и другие спирты, но активность канифоли растворять окислы возрастает незначительно потому, что хотя смолистые кислоты при этом и делаются более способными к флюсованию, но по отношению к общей массе канифоль плюс растворитель количество кислот уменьшается, а следовательно, в соответствующей степени уменьшается и флюсующее их действие. Производились также опыты по удалению из канифоли (посредством перегонки) легких терпентинов. Такая перегонка улучшает флюсующие действия канифоли, но не в такой мере, которая оправдывала бы экономические расходы, связанные с перегонкой канифоли. Кроме того, после перегонки повышается температура плавления канифоли, что в свою очередь снижает ценность канифоли как флюса для мягкой пайки. Следовательно, производить перегонку канифоли нецелесообразно.

Наилучшими флюсами на канифоли для пайки электротехнических изделий и радиотелефонной аппаратуры рекомендуется: флюс, состоящий из смеси 1,75% солянокислого анилина, 1,5% соответствующего растворителя, как глицерина или этилен-гликоля, остальное канифоль.

Этот флюс обладает значительно лучшими флюсующими свойствами, чем канифоль, в то же время дает шов, который не только не подвергается коррозионному воздействию, но и защищен от наружной коррозии твердой сплошной пленкой, образующейся по окончании пайки. Пленка эта водонепроницаема, и, таким образом, смоляные кислоты, остающиеся на шве, полученном с помощью канифоли, утрачивают свою активность под этой пленкой.

Этот флюс еще более улучшается путем перегонки канифоли перед введением в нее органических добавок, а также путем добавления к нему уайт-спирита до 25%. В результате получают флюсы различной вязкости, начиная от твердых и кончая жидкими. Такие флюсы безопасны в отношении коррозии.

Кроме вышеприведенного состава флюса, можно применять канифоли с добавкой фосфорнокислого анилина, фенолевого ангидрида и салициловой кислоты. Эти добавки могут применяться раздельно или в комбинации с солянокислым анилином.

Добавка к флюсу вышеназванного состава салициловой кислоты в количестве до 4% значительно повышает скорость пайки. Добавление же салициловой кислоты выше 4% не рекомендуется из-за выделения большого количества неприятных паров.

При пайке нужно этот флюс прибавлять постепенно во избежание обильного выделения его паров.

Пастообразные флюсы

Пастообразные флюсы главным образом состоят из хлористого цинка и хлористого аммония с соответствующими наполнителями — добавками.

Добавка состоит обычно из глицерина, сала говяжьего или свиного, ланолина и т. п. Эти флюсы часто называют бескислотными, и во многих случаях они дают весьма хорошие результаты, тем не менее и эти флюсы также вызывают коррозию. Антикоррозионным является наполнитель, образующий предохраняющее от коррозии покрытие. Но продукты распада хлористого цинка и хлористого аммония на поверхности изделий дают корродирующие очаги, трудно удаляемые после пайки из-за того же наполнителя. В силу этих особенностей пастообразные флюсы также ограничены в своем применении.

Выбор флюса и возможности применения его зависят от того, остается ли в шве при пайке корродирующий остаток и какое это может иметь значение в каждом данном случае.

Лудильные флюсы

Существует много патентных пастообразных флюсов, известных под названием «лудильных». Основой этих флюсов служат также хлориды. В качестве добавок наполнителей — свинец и олово или припой в порошке в различных количествах.

При нагревании металл расплавляется и с помощью флюса растекается по соединяющим поверхностям. Флюс при этом растворяет окисные пленки и предохраняет от окисления в процессе пайки.

Флюсы для пайки алюминия. Практика пайки алюминия и его сплавов изучена еще далеко не достаточно. Трудность освоения пайки алюминия заключается в том, что он, имея большое сродство к кислороду, быстро соединяется с ним на воздухе, образуя окисную пленку. Скорость окисления и образования окисной пленки весьма возрастает при температуре пайки алюминия, особенно твердым припоем.

Поэтому все флюсы, применяемые при пайке других металлов и обеспечивающие хорошее качество, при пайке алюминия являются мало действительными. По имеющимся литературным данным, за границей в области пайки алюминия достигнуты более положительные результаты. Там применяются новые флюсы, состав которых нам неизвестен.

На основе практики наших заводов можно рекомендовать для пайки алюминия следующие флюсы:

1) для мягкой пайки: смесь из 3 частей деревянного масла, 2 частей канифоли и 1 части кальцинированного хлористого цинка;

2) для твердой пайки: смесь из 6,5% хлористого натрия, 4% серноокислого натрия, 23,5% хлористого лития, 55% хлористого калия и 11% двойной фтористой соли аммония и натрия.

Основные требования, предъявляемые к флюсам. При выборе флюса для твердой или мягкой пайки того или иного металла или сплава необходимо руководствоваться следующими факторами.

1. Температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления спаиваемого металла и припоя. Флюс должен переходить в расплавленное (жидкое) состояние раньше расплавления припоя. Если припой перейдет в жидкое состояние и заполнит собой шов до того, как жидкий флюс равномерно покроет всю спаиваемую поверхность, то спаивание либо получится непрочным, либо его вовсе не будет, так как на поверхности металлов останется окисная пленка, препятствующая спаиванию.

2. Температура испарения флюса должна быть выше температуры плавления припоя, и флюс должен быть устойчив в жидком состоянии при температуре пайки. В противном случае, прежде чем припой расплавится и зальет шов, флюс разложится на свои составляющие и испарится, а спаиваемые поверхности в момент пайки не будут защищены от соприкосновения с воздухом. В этом случае металл может окисляться, и окисная пленка будет препятствовать соединению припоя с основным металлом. Спаивания или совершенно не произойдет или оно будет весьма непрочным.

3. Природа флюса должна быть такова, чтобы он не давал никаких соединений (ни в твердом, ни в жидком состоянии) со спаиваемым металлом и припоем (т. е. он должен обладать способностью растворять окисную пленку), а также не поглощался ими. Поглощение припоем или основным металлом флюса или продуктов его разложения вызовет понижение прочности, плотности и химической стойкости спаянного шва.

4. Флюс должен быстро растворять окисную пленку спаиваемых металлов, в то же время не растворяя их самих, покрывать равномерным жидким слоем спаиваемые поверхности и предохранять металл от окисления в продолжение всего процесса пайки.

5. Ни флюс, ни продукты его разложения при пайке не должны выделять удушливых, неприятных или вредно действующих на здоровье газов.

6. Флюс и его продукты разложения должны легко удаляться с поверхности изделия после пайки путем смывания водой или стиранием тряпкой. Если это условие не соблюдено, то для удаления флюса придется применять, как растворитель, особое химическое вещество или очищать поверхность изделия механически с помощью напильника, шибера и т. д., что может привести к разрушению спая и даже к порче самого изделия.

7. Кроме всего указанного выше, флюс должен быть дешевым.

Примерное применение различных флюсов

1. Растворы хлористого цинка, хлористого цинк-аммония и других подобных им сильно действующих флюсов применяются для пайки окунанием, автоматической пайки (например радиаторные трубки) и при пайке паяльником и пламенем мягкими припоями латуни, меди, белой жести, железа, бронзы, белых металлов и т. п., где после пайки допускается промывка изделий в горячей воде.

2. Флюсы на основе канифоли, растворенные в спиртовых растворах, или в виде паст, применяются при мягкой пайке цветных и черных металлов радио-, электро-телефонной аппаратуры и других точных приборов, где невозможна промывка изделий после пайки и коррозия совершенно не допускается.

3. Соляная кислота может применяться в качестве флюса при пайке цинка и оцинкованных изделий. Но лучше всего и в этих случаях ее применять в смеси с хлористым цинком.

4. Плавиковая кислота (HF) применяется при пайке чугуна.

5. Бура, борная кислота, орто-фосфорная кислота применяются для твердой пайки латуни, стали, меди, бронзы и других тугоплавких металлов.

6. Для пайки деталей санитарных аппаратов и приборов, столовой и кухонной посуды, консервных банок и т. п. лучше всего применять флюсы на основе канифоли с добавлением до 10—12% нашатыря (NH_4Cl); сало. Флюсы на основе хлористого цинка для этой цели вследствие их ядовитости применять не рекомендуется.

Как видно, от этих основных функций, которые выполняет флюс при пайке, зависит и качество пайки. Следовательно, одним из наиболее важных факторов, определяющих качество пайки, является правильный выбор флюса.

Вопросы для повторения

1. Что такое припой и каково его назначение?
 2. Каковы общие требования, предъявляемые к припоям?
 3. Какая разница между твердыми и мягкими припоями?
 4. Перечислите известные вам твердые и мягкие припои.
 5. Как приготовить латунный, оловянносвинцовый и другие припои?
 6. Какие вы знаете припои для пайки алюминия?
 7. Какова роль флюсов при пайке?
 8. Перечислите все известные вам флюсы и расскажите, как они готовятся.
 9. Как следует хранить буру?
 10. Как нужно обращаться с соляной, азотной и фосфорной кислотами?
 11. Какие флюсы применяются при пайке твердыми и мягкими припоями?
 12. Как приготовить флюс из стекла?
 13. Какие требования предъявляются к флюсам?
-

ГЛАВА III

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Тепло можно получить тремя путями: механическим, химическим и электрическим.

По первому способу тепло получается посредством простого трения. Всякому известно, что при быстром трении друг о друга двух тел они нагреваются. Однако такой способ получения тепла не имеет промышленного применения. Наоборот, трение является весьма нежелательным явлением и, за исключением отдельных случаев, с ним всемерно борются, стараясь свести его до минимума (смазка трущихся частей, применение шариковых и роликовых подшипников и т. д.).

Примером химического источника тепла является горение древесного или каменного угля и вообще всякого газообразного, жидкого или твердого топлива.

Наконец, электрическим путем тепло получается либо от вольтовой дуги, развивающей высокую температуру, либо при пропускании тока через проволоку, обладающую большим сопротивлением. Из числа электрических источников тепла в паяльном деле пользуются обычно приборами с высоким сопротивлением.

Напомним, что теплота измеряется калориями и что одна большая калория (или, что то же самое, 1000 малых) представляет собой количество тепла, необходимое для нагревания 1 кг воды на 1°.

Количество тепла, выделяемое каким-либо топливом при его полном использовании, определяется его так называемой теплотворной способностью, которая представляет собой количество калорий, выделяющееся при сгорании единицы веса данного топлива. Например:

1 кг древесного угля	дает около . . .	6500 б. кал
1 » бензина	» » . . .	10000 » »
1 » спирта	» » . . .	6400 » »
1 м ³ светильного газа	» » . . .	3400 » »
1 » водорода	« » . . .	2360 » »
1 » ацетилена	» » . . .	12300 » »
1 киловатт электроэнергии	дает около	860 » »

Выбор источника тепла зависит не только от цели применения, но также (и притом главным образом) от условий работы.

Проще и дешевле всего, там, где это возможно, использовать светильный газ. Последний применяется как для мягкой, так и для твердой пайки, но иногда температура его пламени бывает недостаточна. В таких случаях лучше пользоваться ацетиленом или водородом. К тому же такая установка (ацетиленовый генератор и баллоны) весьма компактна. Водород и ацетилен допускают в отношении температуры пламени большую маневренность, что необходимо при пайке.

Жидкое горючее применяется в тех случаях пайки, когда требуется еще более сильное пламя и там, где нет газового топлива.

Древесный уголь употребляется лишь в исключительных случаях, когда не имеется никаких других видов топлива.

Электрические паяльники широко распространены во многих отраслях промышленности.

ПЛАМЯ

Пламя паяльной горелки во всех случаях является газовым, независимо от того, какое применяется топливо, ибо всякое топливо при сгорании частично превращается в газообразное состояние.

Количество доставляемого тепла не зависит от характера и вида пламени, а обуславливается лишь родом топлива, его теплотворной способностью и полнотой сгорания. При полном сгорании продуктов горения исключается возможность появления копоти или смолы. При паянии нужно стремиться к тому, чтобы получить пламя, у которого нет копоти. При чистом пламени самая пайка получается значительно чище, кроме того, быстрее прогревается металл и лучше плавится припой. Впрочем, это касается только тех случаев, когда температура нагрева спаиваемого шва не ниже температуры самого пламени.

Температура пламени играет при пайке большую роль; при твердой пайке она достигает 700—1100°.

Для получения горячего и чистого пламени необходимо знать, какое количество воздуха требуется для полного сгорания данного

топлива. Количество же подаваемого воздуха зависит от конструкции горелки.

Для более быстрого сгорания горючего вместо воздуха применяется кислород, в атмосфере которого процесс горения, как известно, идет очень интенсивно. Однако во многих случаях кислород оказывается непригодным, так как пламя получается слишком горячим, отчего возникает опасность расплавления спаиваемых металлических частей, что при пайке совершенно недопустимо.

Чтобы создать благоприятные условия для сгорания, подачу воздуха или кислорода производят под давлением, благодаря чему оказывается возможным регулировать пламя горелки. Кроме того, при пайке пользуются и такими горелками, в которых засасывание (инжекция) воздуха происходит при помощи газовой струи. Иной раз приходится прибегать к комбинации из указанных двух способов. Дополнительный воздух подводится сквозь отверстия на конце газовой горелки.

ВИДЫ ГОРЮЧЕГО, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПАЙКЕ

В процессе пайки применяются всевозможные виды топлива: твердое, жидкое, газообразное, а также электроэнергия. Рассмотрим их в отдельности.

Древесный уголь

Древесный уголь употребляется для нагревания паяльников и изделий при пайке мягкими и твердыми припоями. При пользовании угольным жаром источником тепла является не пламя, а раскаленные куски угля. Пайка на древесном угле невыгодна в сравнении с таковой на других видах топлива. При такой пайке все время разлетается зола, которая загрязняет шов. Куски угля, применяемые при твердой пайке, должны быть мелкие, не более грецкого ореха.

Бензин и бензол

Наша промышленность вырабатывает различные сорта бензина и бензола, которые являются продуктами переработки нефти.

При употреблении в качестве топлива бензина и бензола необходимо точно знать, каким сортам соответствуют имеющиеся в распоряжении горелки или паяльники. Сорта бензина и бензола определяются по их удельному весу при помощи специальных приборов, называемых ареометрами.

Бензин и бензол весьма быстро испаряются; пары их очень легко воспламеняются и дают при сгорании высокую температуру

пламени. Этими сортами топлива хорошо пользоваться в мастерских, где не имеется газа.

Хранить бензин и бензол необходимо в холодном месте — дальше от огня.

Светильный газ

Светильный газ добывается из каменного угля. Температура горения его равна 1900° . При пайке газ подается под давлением от 40 до 100 мм вод. ст. Рабочее давление светильного газа обычно составляет 60 мм вод. ст. Светильный газ применяется для нагрева паяльников и пайки мягкими и твердыми припоями. Для работы со светильным газом имеются специальные горелки.

Водород

Водород получается при разложении воды электрическим током на составные части (водород и кислород). Водород обладает свойством отнимать кислород от металлических окисей (соединений металла с кислородом), вследствие чего при водородной пайке швы получаются чистыми, прочными и плотными.

Температура горения водорода — около 2000° .

Кислород

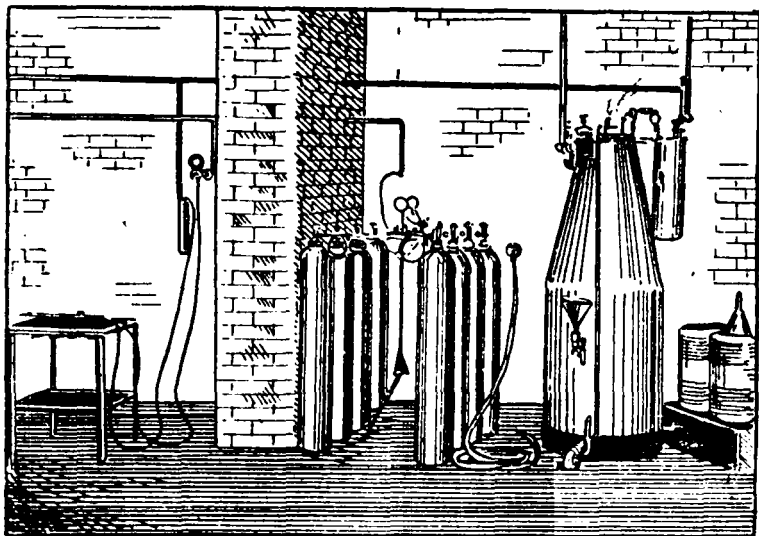
Кислород содержится в воздухе в количестве около $\frac{1}{5}$ части. Сам по себе кислород не горит, но поддерживает горение. Процесс горения состоит в соединении сгорающего вещества с кислородом. Этот процесс происходит быстро, вследствие чего при сгорании развивается высокая температура. Без кислорода не может быть горения. Добывается кислород из воздуха. Хранится он обычно в стальных баллонах под давлением до 150 ат. В последнее время применяется хранение кислорода в жидком виде. Жидкий кислород не содержит воды, поэтому не наблюдается замерзания редукционных вентилях. Эти вентили на кислородных баллонах устроены так, что позволяют понижать давление со 150 ат до любого, требуемого для работы (начиная от 1 ат и выше).

Ацетилен

Ацетилен получается из карбида кальция разложением последнего водой. При действии воды (поливании) образуются газообразный ацетилен и гашеная известь. Ацетилен состоит из 2 частей углерода и 2 частей кислорода. Химическая формула его C_2H_2 . Температура горения ацетилена очень высокая и составляет 3400° .

Продажный карбид кальция дает из 1 кг от 275 до 300 л ацетилена.

Для потребления ацетилена в небольшом количестве достаточно иметь капельный аппарат типа велосипедных фонарей. Для получения же большого количества ацетилена существуют различные специальные аппараты. На фиг. 15 изображен общий вид такой ацетилено-кислородной установки.



Фиг. 15. Ацетилено-кислородная установка

Ацетилен необходимо очищать от вредных примесей: фосфористого водорода, мышьяковистого водорода и сероводорода.

Фосфористый и мышьяковистый водород самовоспламеняются на воздухе и, находясь в ацетилене, делают смесь его с воздухом взрывчатой. Кроме того, фосфор при действии ацетиленового пламени на металл в процессе пайки переходит в металл и делает его хладноломким. Сера же, соединяясь с металлом, делает его красноломким (напомним, что хладноломкостью называется хрупкость металла в холодном состоянии, а красноломкостью — хрупкость при температуре красного каления).

Прежде чем использовать ацетилен для работы, его необходимо очистить от вредных примесей.

Вопросы для повторения

- 1. Какими способами можно получить тепло?**
 - 2. Что такое теплотворная способность топлива?**
 - 3. В каких единицах измеряется теплота?**
 - 4. Какие виды горючего применяются при пайке?**
 - 5. Как нужно хранить бензин и бензол?**
 - 6. Почему ацетилен нужно очищать от примесей?**
 - 7. Какую роль играет кислород в процессе горения?**
 - 8. Для чего служат редукционные вентили на кислородных баллонах?**
-

ГЛАВА IV

ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИПОВ И ФЛЮСОВ

Тигли для припоев

Для приготовления и расплавления припоев служат графитовые тигли (фиг. 16), применяемые



Фиг. 16. Тигель для расплавления припоя

и как при мягкой, так и при твердой пайке. Железные тигли себя не оправдали, ибо при нагревании припоя в таком тигле часть железа растворяется в припое, отчего последний становится хрупким и не дает прочного шва. Серый чугун почти не растворяется в припое, поэтому иногда применяют чугунные тигли.

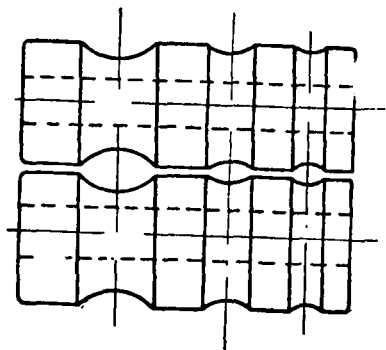
Формы для заливки припоя

Формы для заливки припоя бывают горизонтальные и вертикальные; предпочтительнее и удобнее всего пользоваться первыми.

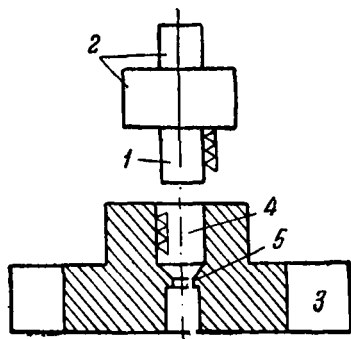
Формы обычно изготавливаются из чугунных плиток, в которых прорезаны овалы желобки, расположенные параллельно друг другу. В желобки заливают расплавленный припой. Палочки припоя получаются от 3 до 12 мм диаметром и от 200 до 300 мм длиной. Такие формы применяются для отливки твердых и мягких припоев.

К недостаткам подобных форм следует отнести также то, что при отливке в них припоя прутки получаются с наплывами и сечение прутка по длине не всегда одинаково. Вследствие этого возрастают потери припоя и шов получается неравномерным.

Для изготовления более правильных прутков пользуются специальными прокатными вальцами с ручьями (фиг. 17) и штампами (фиг. 18), при помощи которых можно получить припой в виде проволоки требуемых диаметра, сечения и длины. Припой, полу-

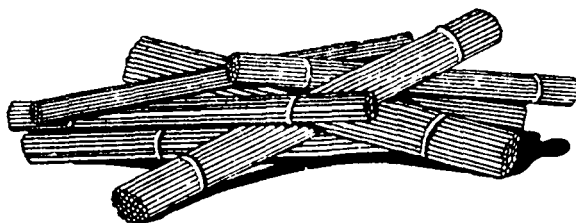


Фиг. 17. Вальцы (ролики) для прокатки припоя



Фиг. 18. Штамп для изготовления припоя

ченные из-под штампа или роликов, практичнее других, ибо такие припои плавятся равномернее, вследствие чего и самый шов получается более равномерным.



Фиг. 19. Прутки припоя, прокатанные на роликах

На фиг. 19 показаны готовые прутки припоя, прокатанные на роликах.

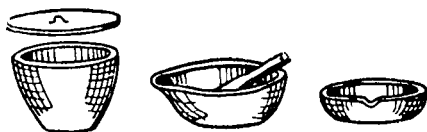
Ролики или вальцы для прокатки припоя (см. фиг. 17) состоят из двух стальных цилиндров с проточенными на них двумя или несколькими ручьями. Такие вальцы можно надевать на шпиндели зигмашины.

Штамп для припоя представляет собой, как видно из фиг. 18, очень простое устройство, состоящее из пуансона и матрицы.

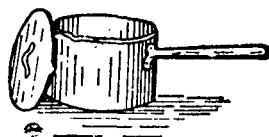
Пуансон 1 можно изготовить отдельно от пуансонодержателя и хвостовика 2. Пуансон должен быть отшлифован.

Матрица 3 имеет с одной стороны цилиндрическое отверстие 4 для вкладывания цилиндрика припоя и с другой — отверстие 5, в которое выдавливается изготавливаемый припой.

Прессование припоя происходит очень быстро: прежде всего подбирают нужную заготовку, нарезают или отливают в виде цилиндриков и вкладывают в отверстие 4. Затем включают пресс, и при нажиме пуансоном на цилиндрик припой начинает течь в отверстие 5, так как он не имеет иного выхода из штампа.



Фиг. 20. Ступки для измельчения флюсов



Фиг. 21. Кастрюля для флюсов

Для успешной работы необходимо, чтобы зазоры между матрицей и пуансоном были минимальны.

Длина изготавливаемого прутка зависит от объема взятого для штамповки цилиндрика. Например, пусть требуется получить пруток припоя диаметром $D = 5$ мм и длиной $L = 300$ мм. Подсчитаем необходимый для этого объем прутка V по следующей формуле:

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4}, \quad (5)$$

где $\pi = 3,14$ — отношение длины всякой окружности к ее диаметру.

Подставляя в эту формулу цифровые значения, получаем

$$V = \frac{3,14 \times 5^2 \times 300}{4} = 5887,5 \text{ мм}^3.$$

Если в отверстии штампа 3 (см. фиг. 18) может поместиться цилиндрик диаметром $d = 20$ мм, то длина L заготовки по той же формуле (5) будет

$$L = \frac{4V}{\pi d^2}. \quad (6)$$

Подставляя сюда соответствующие числа, получаем длину заготовки

$$L = \frac{5887,5 \times 4}{3,14 \times 20^2} = 18,8 \text{ мм}.$$

Ступки для измельчения флюсов

Для приготовления флюсов, предназначенных для пайки черных и цветных металлов, пользуются специальными металлическими ступками (фиг. 20), в которых измельчают (толкут) в порошок канифоль, стекло и т. д.

Сосуды для флюсов

Для сохранения при работе паяльной жидкости, равно как и для очистки паяльников, приготовления кашицы из буры и хранения толченой канифоли применяются сосуды в виде кастрюли с ручкой (фиг. 21). Изготавливаются такие сосуды обычно из листового железа.

Посуда для кислоты

Так как в процессе пайки приходится иметь дело с различными кислотами, то в мастерских всегда должен быть запас стеклянной или фарфоровой посуды.

Для хранения кислот пользуются стеклянной посудой. При пользовании кислотами во время пайки их необходимо наливать в стеклянную или фарфоровую посуду.

Чтобы флюсы не испортились от влаги воздуха, их следует сохранять в стеклянных банках с притертыми пробками.

ПАЯЛЬНЫЕ ГОРНЫ И ПЕЧИ

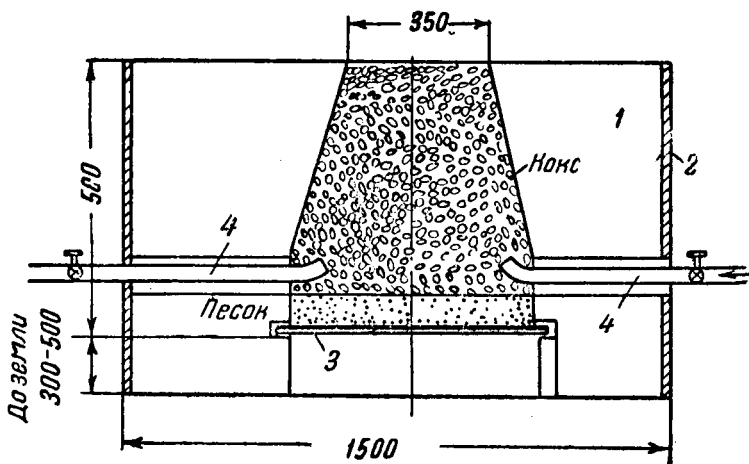
Стационарный горн

Горны для пайки твердыми и мягкими припоями бывают стационарные и переносные. На фиг. 22 изображен стационарный горн, который состоит из кирпичной кладки 1, железного кожуха 2, задвижки 3 и двух железных труб для дутья 4.

Подготовка горна к пайке производится следующим образом: на задвижку 3 насыпают слой песка во избежание сплавления шлака с задвижкой; затем на песок накладывают древесные стружки и щепу, которые зажигают, и одновременно постепенно открывают дутье. После того как стружки и щепа разгорятся, в шахту горна засыпают кокс и усиливают дутье. Вначале горн засыпают коксом примерно на $\frac{1}{2}$ всей высоты шахты. Когда же кокс разгорится, засыпают новую порцию — уже с верхом. В этот момент дутье открывают в полную силу и продолжают его до тех пор, пока кокс не раскалится добела.

Прежде чем приступить к пайке, раскаленный кокс необходимо осадить для того, чтобы избежать попадания холодного воздуха

(от дутья) на паяльный шов изделия, ибо то место шва, куда попадает струя холодного воздуха, остается непропаянным, что совершенно недопустимо.



Фиг. 22. Стационарный коксовый горн

Для дутья в стационарных горнах применяются либо специальная компрессорная установка, либо воздушные насосы.

Переносные горны

Переносные горны для пайки (фиг. 23) устроены аналогично стационарным с той лишь разницей, что вместо кирпичной кладки, идущей от земли, они снабжены металлическим столом, на котором имеется кладка в 1—2 кирпича. Переносные горны иногда оборудованы колесиками, благодаря чему их легко передвигать с места на место. Дутье подается с помощью мехов, воздушного насоса или вентилятора.

Процесс пайки и подготовка к ней производятся на переносном горне так же, как и на стационарном.

Электрический горн

На фиг. 24 изображен эскиз электрического горна для нагрева паяльников. При помощи реостата можно регулировать температуру в горне так, чтобы избежать перегрева паяльников.

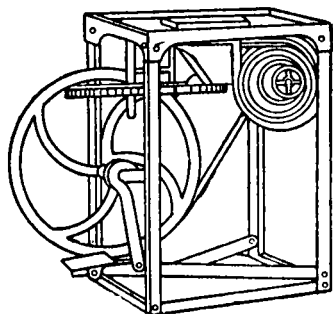
Устройство электрического горна весьма простое: он представляет собой кожух из листового железа, выложенный внутри огне-

упорным кирпичом. Кожух установлен на столе из углового железа. Высота стола делается обычно такой, чтобы удобно было класть и вынимать паяльники, а также следить за их нагревом.

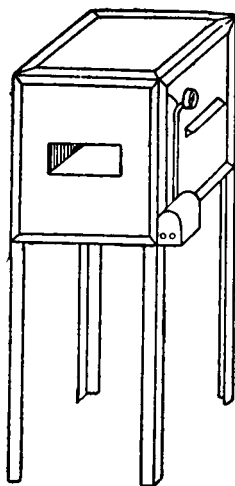
С двух сторон горна имеется по отверстию (окошку), куда закладывают по два паяльника сразу,

Для уменьшения потерь тепла окошки закрываются опускающимися дверцами. Внутри горна, в верхней и нижней его частях, расположены нагревательные элементы — нихромовые спирали, обладающие высоким электрическим сопротивлением. При прохождении тока спирали нагреваются и передают тепло прикрывающим их чугунным плитам.

Тепло, идущее вверх и вниз от спиралей через чугунные плитки, позволяет равномерно прогреть



Фиг. 23. Переносный горн с ножным приводом



Фиг. 24. Эскиз электрического горна

паяльники. Концы спиралей выведены наружу, что облегчает замену перегоревших спиралей новыми.

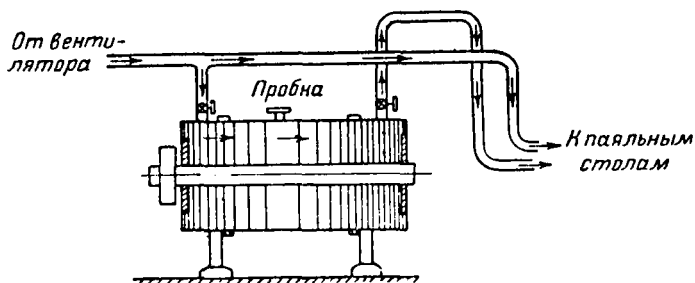
В настоящее время на наших заводах применяются более экономичные электрические горны. В этих горнах под кожухом укреплен трансформатор, к которому подводится ток от осветительной сети. Трансформированный ток большой силы подводится через медные пластины к двум брускам из нержавеющей стали, которые и служат нагревательными элементами.

При организации новых паяльных мастерских следует устанавливать электрические горны с нагревательными элементами из нержавеющей стали, ибо последние более экономичны и долговечны. Расход тока в таких горнах меньше, чем в горнах с нихромом.

выми спиральми. Кроме того, нихромовые проводники являются дефицитным материалом.

Бензиновый карбюратор

Там, где нет газа и электроэнергии, можно применять для нагревания паяльников бензиновый карбюратор. Устройство такого карбюратора несложно. Он представляет собой (фиг. 25) железный цилиндрический сосуд в виде бочки, установленный на железных



Фиг. 25. Бензиновый карбюратор

ножках. В центре сосуда по всей его длине проходит вал, имеющий вид круглой щетки, в который вставлены проволоки. Барабан-щетка медленно вращается при помощи насаженного на валу шкива со скоростью в 15—20 об/мин.

До начала работы карбюратор через пробку заполняют бензином, но не целиком, а лишь до половины, чтобы оставить достаточно места для движения внутри аппарата воздуха и увеличить площадь испарения бензина. Установка должна быть снабжена вентилятором, который гонит воздух через аппарат до рабочих постов.

Проходя через сосуд, воздух быстро испаряет бензин с медленно вращающихся проволочек щетки, образуя горючую смесь. Трубопровод устроен так, что позволяет получать на паяльном посту и горючую смесь, и добавочный воздух. Общий воздушный трубопровод воздуха от вентилятора имеет разветвления, так что одна часть воздуха попадает внутрь аппарата для образования горючей смеси, а другая его часть поступает прямо на рабочие посты для регулирования пламени. Обычно трубопровод проводится под верстаками для пайки. Аппарат, имеющий рабочую емкость в 12—15 кг бензина, может обслужить 20—25 рабочих мест. Расход го-

рючего весьма незначителен. В целях безопасности карбюратор должен находиться в помещении, отделенном от рабочих паяльных постов.

Паяльные печи

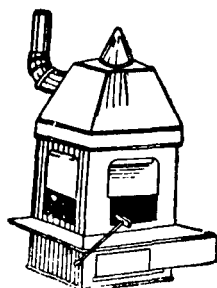
Паяльные печи предназначены для нагревания паяльников и для производства твердой пайки. Твердую пайку можно вести на любом горне. Однако там, где приходится производить ее постоянно, пользуются специальными печами.

Такие печи делаются обычно из листового железа. Для нагревания печи можно применять дрова, уголь, мазут, светильный газ и т. д.

На фиг. 26 изображена печь, отапливаемая твердым топливом — дровами, древесным или каменным углем. Печь состоит из отдельных частей, так что в случае надобности замена прогоревших частей новыми не вызывает затруднений и может быть произведена быстро.

С каждой из четырех сторон печи имеется по отверстию, в которое можно вставлять сразу по два паяльника; таким образом одновременно можно нагревать восемь паяльников. Для уменьшения потерь тепла каждое окошечко снабжено задвижкой. Когда в каком-либо окошечке нет паяльников, его необходимо закрывать, чтобы экономить тепло в печи, а следовательно, и топливо.

Газы из печи необходимо отводить наружу через трубу, чтобы не загрязнять атмосферы рабочего помещения.



Фиг. 26. Паяльная печь для твердого топлива

Паяльные ванны

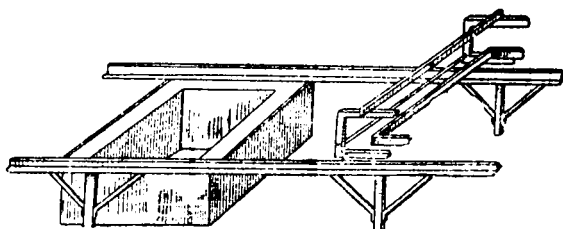
При большом объеме паяльных работ часто производится так называемая пайка погружением, при которой спаиваемые изделия целиком погружают в специальные ванны с расплавленным припоем. Такие ванны (фиг. 27) называются иногда печами для пайки погружением. Они имеют большую производительность и позволяют получить прочный шов высокого качества.

Особенно широко применяют паяльные ванны в производстве радиаторов для пайки сот. Самая ванна для расплавления припоя обычно отливается из серого чугуна. Применение железных ванн нежелательно, так как железо при нагревании соединяется с припоем и делает его хрупким, вследствие чего и спаиваемый шов получается недостаточно качественным.

Ванну устанавливают в кирпичной кладке с топкой. Для нагревания ванны можно употреблять всевозможные виды топлива: дрова, уголь, мазут, газ и т. д. Однако лучше всего применять в качестве источника тепла электроэнергию.

Расстояние от пола до верхнего края ванны должно составлять 600—800 мм, чтобы рабочему не нужно было нагибаться при наблюдении за процессом пайки.

Вдоль ванны установлены рельсы. По ним движется тележка, на которой подвешиваются собранные соты. Подготовленную к пайке и закрепленную на тележке соту рабочий передвигает по рельсам к ванне с флюсами и опускает в нее соту. Выдержав



Фиг. 27. Эскиз электрической паяльной ванны

соту в ванне в течение 3—5 мин., ее поднимают и передвигают дальше — к ванне с припоем. Подобным же образом опускают соту в ванну с припоем, выдерживают ее там от 30 до 60 сек. и, вынув, передвигают тележку к особой плите. Опущенную на плиту соту освобождают от тележки, переворачивают и тем же путем пропаивают другую ее сторону.

Выдержка в ванне с флюсом продолжается значительно дольше, чем в ванне с припоем. В целях повышения производительности, ванны с флюсами устанавливают по обеим сторонам ванны с припоем; таким образом на каждую ванну с припоем приходится две ванны с флюсом и две тележки.

Описанная ванна обогревается электрическим током. Под ванной в кирпичной кладке уложены нихромовые спирали. Электрический ток, проходя по нихромовым спиралям, встречает большое сопротивление, отчего спирали нагреваются и своим теплом нагревают ванну.

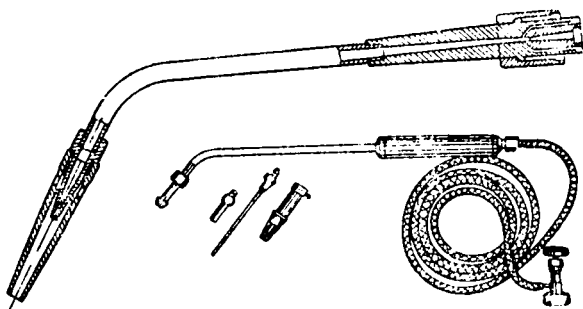
Электрическим током ванна нагревается более равномерно, чем другими видами топлива. Равномерный подогрев ванны с припоем позволяет сохранять постоянную температуру расплавленного припоя, что очень важно.

Припой должен быть нагрет примерно на 100° выше точки его плавления, чтобы во время погружения изделий в припой температура его не слишком падала.

Паяльные горелки и лампы

При пайке твердыми припоями горелка является весьма ответственным аппаратом, от надежной работы которого зависит удачный исход всего процесса пайки.

В паяльных горелках происходит интенсивное смешивание газов, благодаря чему они дают равномерное пламя.



Фиг. 28. Горелка и наконечники для твердой пайки

Скорость газов, выходящих из наконечника горелки, достигает примерно 160 м/сек. Столь высокая скорость истечения газов предохраняет от обратных ударов пламени, ибо скорость эта больше скорости воспламенения. Паяльщику приходится работать с горелкой в течение всего рабочего дня. Для облегчения работы необходимо применять облегченные горелки ВАТ.

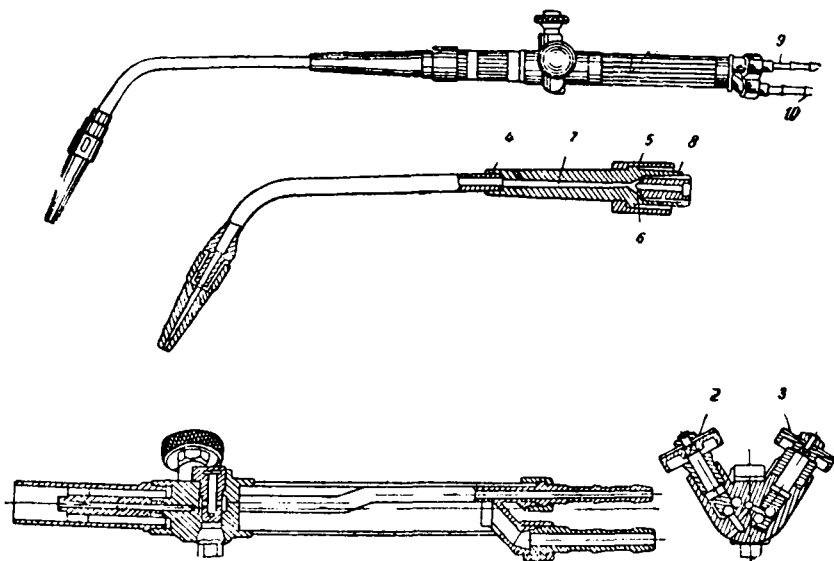
Наконечник горелки должен хорошо отводить тепло, а сама горелка не должна сильно нагреваться. Необходимо следить за тем, чтобы все винтовые соединения и вентили были в исправности и в горячем состоянии плотно примыкали друг к другу, не допуская утечки газов. Горение всегда должно легко поддаваться регулированию и давать возможность работать восстановительным пламенем.

Для твердой пайки пользуются сварочными горелками, у которых сварочные наконечники заменены специальными наконечниками для пайки (фиг. 28).

Мундштук наконечника имеет отверстие, через которое засасывается добавочный воздух для уменьшения интенсивности пламени. Интенсивность последнего приходится уменьшать, ибо для пайки требуется пламя менее горячее, чем для сварки. Если же пользоваться пламенем сварочной горелки, то можно расплавить спаиваемые детали.

Ацетиленовые горелки

На фиг. 29 изображена ацетиленовая горелка низкого давления со сменными наконечниками. Часть рукоятки 1 называется



Фиг. 29. Ацетиленовая горелка

стволом горелки, а иногда — ручкой. Внутри ствола по трубкам проходят газы: ацетилен идет по трубке большего диаметра, а кислород — по трубке меньшего диаметра. Обе трубки имеют нишпели для присоединения к ним шлангов, подводящих ацетилен 9 и кислород 10. Эти трубки снабжены вентилями 2 и 3, которые расположены на стволе симметрично (см. поперечный разрез). При помощи этих вентиляей можно регулировать пламя горелки. Наконечник 4 присоединяется к стволу посредством накидной гайки 5.

В наконечник ввернуто инжекторное сопло 8, называемое жиклером. На поверхности сопла имеются продольные пазы.

Кислород идет через центральное отверстие инжекторного сопла, а ацетилен — по пазам. Кислород и ацетилен поступают в камеру 6, где происходит их смешивание, и горючая смесь по трубке 7 направляется в отверстие мундштука. При этом ацетилен идет по большой трубке и пазам, имеющим большее сечение, чем канал для кислорода.

Кислород проходит под давлением в 2—3 ат и с большой скоростью выходит через малое отверстие сопла инжектора. В окружающем пространстве получается разрежение, вследствие чего происходит всасывание ацетилена.

Если скорость горючей смеси недостаточна, то могут возникать обратные удары. Поэтому чем больше скорость смеси, тем меньше опасность возникновения обратных ударов.

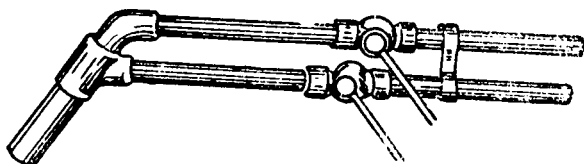
Горелка низкого давления должна иметь отверстия вполне определенных размеров для прохода кислорода и смеси газов. В результате нагревания, а также после прочистки величина отверстий меняется, отчего изменяется первоначальная скорость газов, а следовательно, и состав смеси, что, в свою очередь, вызывает изменение пламени.

При нормальных условиях смесь должна содержать такое количество ацетилена и кислорода, чтобы происходило полное сгорание, однако без избытка кислорода. Избыток кислорода вредно влияет на спаиваемые металлы.

При очень сильном нагревании горелка хлопает и гаснет. Хлопок получается с характерным писком, свидетельствующим о том, что в каналах горелки началось горение частиц накопившейся на стенках сажи.

Горелки для светильного газа

Для твердой пайки на светильном газе, а иногда и для нагрева паяльников применяются специальные горелки. Такая го-



Фиг. 30. Горелка для светильного газа
(февка)

релка изображена на фиг. 30. Она состоит из двух трубок: по одной из них подводится светильный газ, а по другой — воздух

(дутье). На каждой из трубок имеется вентиль для регулирования пламени. Интенсивность последнего регулируется путем изменения подачи воздуха или газа. В мундштуке трубки соединены так, что газовая трубка окружает воздушную. Горелка соединяется с газо- и воздухопроводом при помощи резиновых шлангов.

Для светильного газа имеются и другие конструкции горелок, в которых пламя регулируется посредством крана на газовой трубе и др.

Бунзеновская горелка

В бунзеновской горелке газ, выходящий из узкой трубки, помещенной в нижней части широкой трубки, засасывает воздух через имеющиеся в ней отверстия. Образующаяся смесь сгорает у верхнего конца трубки. Закрывая или открывая отверстие для засоса воздуха, регулируют его поступление в соответствии с количеством идущего газа. При недостатке газа пламя войдет внутрь и будет гореть в смесительной трубке.

Обратное пламя имеет неприятный запах, разогревает горелку и может расплавить конец шланга, подводящего газ, что, в свою очередь, может вызвать пожар. Вследствие перечисленных недостатков бунзеновская горелка не имеет большого применения.

Получаемое от нее тепло значительно ниже тепла, даваемого горелкой со вдуванием воздуха. Бунзеновские горелки имеют различную величину (до 43 мм в диаметре) и форму. Они применяются для пайки твердыми припоями, а также для нагревания плавильных тиглей (с припоем).

При помощи специальных насадок пламени горелки можно придать разнообразную форму (например плоскую, в виде ласточкина хвоста и т. д.).

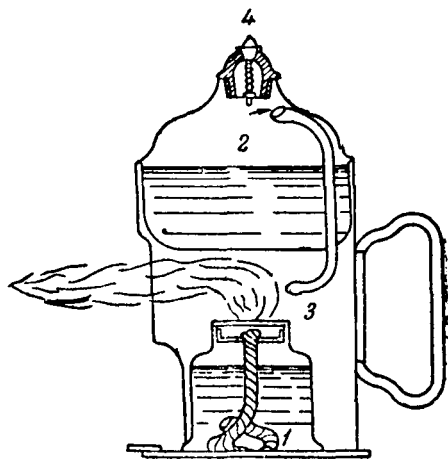
Паяльные лампы

Паяльные лампы широко применяются при работе на открытом воздухе, при кровельных и водопроводных работах, а главным образом при ремонте тракторов и автомашин в полевых условиях. Паяльные лампы служат как для нагревания спаиваемого изделия, так и для расплавления припоя.

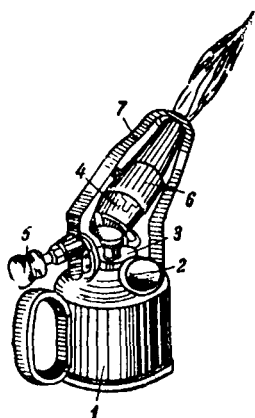
Хорошая паяльная лампа дает настолько сильное пламя, что с нею можно работать на ветру. Ее легко регулировать, и она вполне безопасна и удобна в работе. Кроме того, паяльная лампа проста по конструкции и недорога.

Паяльные лампы бывают разнообразных конструкций и употребляются главным образом при мягкой пайке.

На фиг. 31 изображена простая лампа, пригодная лишь для небольших работ в закрытом помещении. Она состоит из обыкновенной спиртовой лампочки 1 с фитилем, над которой расположен резервуар 2, наполненный спиртом и снабженный предохранительным клапаном 4. Пары спирта выходят по трубке 3 и сгорают, образуя пламя до 16 см длиной. Воздух для сгорания поступает через отверстия в корпусе лампы.



Фиг. 31. Спиртовая паяльная лампа



Фиг. 32. Бензиновая лампа с фитилем

На фиг. 32 изображена бензиновая лампа более сложной конструкции. Резервуар 1 через боковое отверстие 2 наполняется горючим примерно на $\frac{1}{4}$ своего объема и затем плотно закрывается колпачком.

В кольцеобразный желобок 3 наливают спирт и зажигают его, благодаря чему нагревается вся горелка и в особенности расплыватель 4. Когда горелка достаточно нагреется, открывают регулирующий клапан 5, вследствие чего к фитилю горелки из узкого сопла подходит бензин в виде газовой струи. Трубка 6 служит смесительной камерой, в которую через продольную щель засасывается воздух. Поступление воздуха можно регулировать при помощи гильзы. Дуга (бугель) 7 служит для защиты горелки от механических повреждений. Величину пламени регулируют при

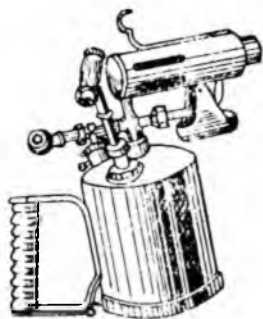
помощи клапана 5 в широких пределах. Температура пламени регулируется путем перемещения гильзы, которая изменяет подачу воздуха.

Специальный стержень (на фиг. 32 не виден), находящийся на левой стороне резервуара, предохраняет лампу от взрыва. Этот стержень проходит сквозь отверстие в крышке, к которой он слабо припаян; если в резервуаре слишком повысится давление, то стержень отпаявается и открывает отверстие.

У более мощных ламп (фиг. 33) горючее поступает в горелку не через фитиль, а под давлением воздуха, подаваемого особым воздушным насосом, который смонтирован на резервуаре лампы.

ПАЯЛЬНИКИ

Паяльник представляет собой цилиндрический или призматический кусок металла, в большинстве случаев из красной меди, укрепленный на железном стержне с деревянной ручкой. По внешнему виду паяльник напоминает молоток.



Фиг. 33. Бензиновая лампа с воздушным насосом

Передней конец (рабочая часть) паяльника обычно срезан или заострен. Иногда паяльник служит как бы продолжением стержня, на который он насажен (торцевые паяльники).

Как правило, молоткообразные паяльники имеют срезанную, а торцевые — острую грань.

Остроконечные паяльники применяются при специальных паяльных работах, например при пайке таких мест, которые невозможно пропаять нормальным паяльником (пайка внутренних стенок баков, испорченных трубок радиаторных сот и т. д.).

Вес обычного рабочего паяльника по данным некоторых иностранных фирм должен быть в пределах от 250 до 500 г. Вес в 1 кг является по этим данным для паяльника предельным. Практика же работы стахановцев на наших заводах показала, что вес паяльника должен составлять 1—2 кг. Работа с такими паяльниками наиболее производительна, ибо их приходится реже менять для подогрева. Большой паяльник равномернее прогревает спаиваемый шов, а следовательно, улучшает качество пайки.

Медь, употребляемая для паяльников, должна быть как можно чище и соответствовать марке М1 (содержание меди 99,9%). Паяль-

ник, изготовленный из меди, содержащей много примесей, служит значительно меньше времени, чем паяльник из чистой меди.

Паяльники изготавливаются из красной меди, которая обладает высокой теплопроводностью. Высокая теплопроводность необходима для того, чтобы тепло от массы паяльника быстрее передавалось его заостренной части и нагреваемому шву.

В качестве материала для паяльников можно было бы применить латунь и бронзу, но так как их теплопроводность гораздо ниже, чем у меди, то они менее пригодны.

При пайке мягкими алюминиевыми припоями паяльник также должен быть алюминиевым, ибо медный паяльник частично растворяется в припое и изменяет его состав.

Высокая теплоотдача паяльника позволяет производить пайку быстро, так что паяемое изделие нагревается весьма слабо.

Паяльники разогреваются либо периодически, т. е. попеременно, либо к ним непрерывно подводится тепло во все время пайки. В первом случае паяльник действует как аккумулятор (собиратель) тепла, т. е. собирает тепло при нагревании и отдает его во время пайки. Температура паяльника должна быть не ниже порядка 200°. В начале пайки она должна быть выше, но не более 600° (начала красного каления). Нагревать паяльник сверх 600° нельзя, так как при этом медь начинает разрушаться не только от окисления, но главным образом от поглощения олова, которое всегда остается на острие паяльника. При поглощении же олова медь становится твердой и хрупкой.

Срок службы паяльника определяется степенью его перегрева. Обычно срок этот тем больше, чем меньше перегревается паяльник.

В процессе пайки паяльник отдает тепло на расплавление припоя и на пайку, на потери излучением, и, наконец, на нагревание металла, окружающего место пайки.

Потери на излучение зависят от отношения поверхности паяльника к его весу. Эти потери тем выше, чем больше упомянутое отношение. Так как поверхность увеличивается не в такой же степени, как вес, а в значительно меньшей, то у тяжелого (большого) паяльника это отношение будет меньше, чем у легкого (малого). Поэтому легкий паяльник требуется нагревать дольше, чем тяжелый.

Для уменьшения тепловых потерь применяются так называемые паяльники непрерывного действия. Температура таких паяльников более равномерна и равна приблизительно 350°. Такой паяльник разрушается значительно меньше, чем периодически нагреваемый. Вследствие низкой температуры нагре-

ва паяльника непрерывного действия (350°) значительно уменьшаются потери на излучение и потери на нагревание паяемого изделия.

Кроме того, вес такого паяльника может быть меньше, так как при непрерывном подогревании ему не нужно аккумулировать тепло, и общие потери тепла уменьшаются.

Преимущество непрерывно действующего паяльника перед периодически нагреваемым заключается еще и в том, что первый позволяет осуществлять пайку непрерывно, а следовательно, более равномерно и более производительно.

Однако, несмотря на достоинство таких паяльников, все же большее распространение имеют паяльники с периодическим подогревом. Это объясняется тем, что паяльники с постоянным подогревом требуют определенных видов топлива (газ, бензин, электроэнергия), в то время как паяльники с периодическим подогревом могут работать на любом топливе и в любых условиях.

Мягкую пайку можно производить при помощи пламени паяльной горелки и паяльной лампы.

Паяльники имеют некоторые преимущества перед непосредственно действующим пламенем.

1. Паяльники удобны в обращении. Их можно применять в любом рабочем положении, тогда как пламя (за исключением сильного) позволяет пользоваться только верхней частью его. Кроме того, пламя плохо проникает в углы.

2. Температура пламени всегда выше температуры паяльника, поэтому при пайке пламенем возникает опасность перегрева места пайки, отчего может понизиться прочность паяемого металла.

При работе паяльником эта опасность отсутствует. Кроме того, при работах открытым пламенем в помещениях, где находятся воспламеняющиеся вещества (гаражи, мастерские МТС и пр.), или при пайке бензиновых баков, в которых может образоваться взрывчатая смесь газов при испарении остатков горючего, возникает опасность пожара.

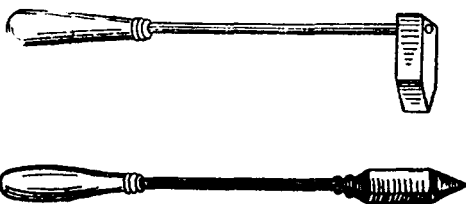
3. Остроконечные паяльники позволяют сосредоточить все тепло на сравнительно небольшом участке, пламя же всегда нагревает большую площадь, так как, соприкасаясь с поверхностью нагреваемых изделий, оно стремится расшириться.

4. Необходимое для пайки тепло быстрее переносится паяльником, чем пламенем. Это объясняется тем, что металлы обладают более высокой теплопроводностью, чем газы. Однако отдача тепла нагреваемому металлу паяльником происходит быстрее лишь в тех случаях, когда между паяльником и местом пайки имеется непосредственный контакт, как бы перемычка, образовав-

ная расплавленным припоем. Если же этой перемычки нет, то тепло больше излучается в окружающую среду (воздух), чем в спаиваемый металл. Поэтому паяльник всегда следует предварительно покрывать припоем, или он должен быть настолько чистым, чтобы припой во время пайки мог легко покрывать его.

Периодически нагреваемые паяльники

Нагревать паяльники этого типа (фиг. 34) можно в электрических горнах, на раскаленных древесных углях или на пламени газообразного и жидкого топлива. Рекомендуется применять для подогревания электричество и газ, ибо пользование древесным углем связано с некоторыми дефектами. Работа получается грязной, и есть опасность перегреть паяльник, так как в этом случае чрезвычайно трудно регулировать температуру горения угля.



Фиг. 34. Ручной паяльник простого типа

Во время нагревания паяльник всегда ставят на подставку так, чтобы медная часть его находилась в пламени, а железный стержень был в горизонтальном положении.

Для подогревания паяльников требуется яркое некоптящее пламя. Такое пламя дают паяльные лампы и другие подобные им нагревательные устройства.

Маленькие паяльники можно нагревать на пламени бунзеновской горелки.

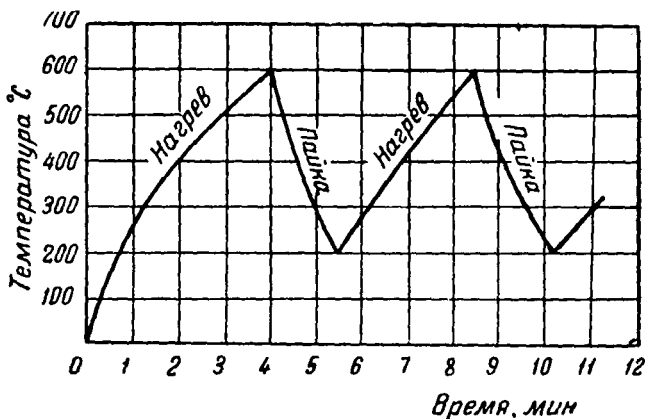
Паяльщик должен пользоваться не одним паяльником, а несколькими, чтобы во время работы одним другой мог нагреваться, так как тепло паяльника используется на полезную работу (на пайку) в очень незначительной степени.

Исследования показали, что если на нагревание паяльника уходит в среднем 4 мин., то самая пайка отнимает 1,5 мин., что составляет почти $\frac{1}{3}$ продолжительности нагревания. Процесс нагревания и охлаждения паяльника отчетливо характеризует кривая, приведенная на фиг. 35.

Непрерывно подогреваемые паяльники

Паяльники, подогреваемые светильным газом. Для непрерывного нагревания паяльника могут служить все виды горелок. Газ и воздух в большинстве случаев подводятся к полый ручке паяльника. Для этого применяются специальные шланги с толстыми стенками, устроенными так, чтобы во время работы шланг не перегибался и тем самым не препятствовал подаче газа или воздуха.

Применение бунзеновских горелок возможно только для маленьких паяльников. Для паяльников же, подобных показанному



Фиг. 35. Кривая нагревания и охлаждения простого паяльника

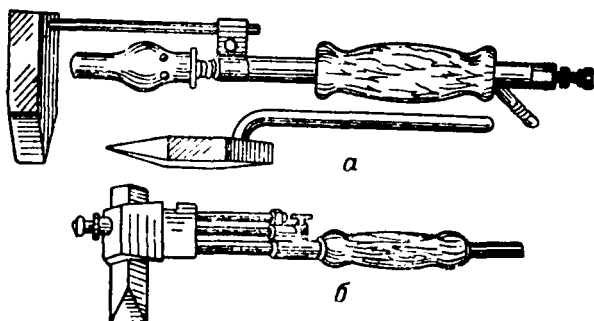
на фиг. 36, а, бунзеновская горелка не рекомендуется, так как в ней легко возникает обратное движение газа, особенно в тех случаях, когда горелка горяча или когда она движется вниз, а также при передвижении шлангов.

Для защиты пламени от окружающей среды изготавлиются особые защитные муфты из листового железа.

Устройство газового паяльника видно из фиг. 36. В пустотелую ручку вводится газ, а по тонкой трубочке подается воздух.

Для облегчения регулировки подачи воздуха горелки изготавливают так, чтобы воздух сам засасывался струей газа. В этих случаях горелка снабжается наконечниками с отверстиями. В горелках такого типа расход газа примерно в два раза больше, чем в горелках с дутьем.

Паяльники, работающие на ацетилене и водороде. Эти паяльники снабжены горелками, устройство которых аналогично описанным выше.

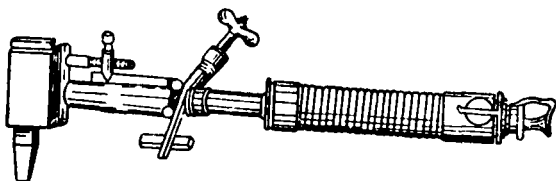


Фиг. 36. Непрерывно подогреваемые паяльники:

а — для светильного газа; б — для ацетилена

Самые паяльники одинаковы как для жидкого, так и для газообразного горючего и их можно при надобности заменять один другим.

Ацетиленовые и водородные паяльники (фиг. 36,б) рекомендуются лишь в тех случаях, когда нет светильного газа.



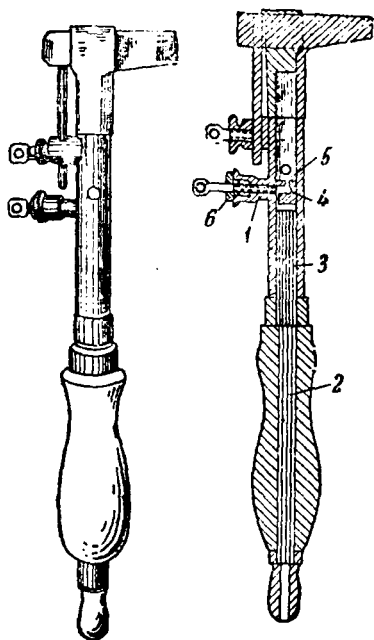
Фиг. 37. Бензиновый паяльник

Паяльники для жидкого горючего. Конструкция таких паяльников почти одинакова с конструкцией паяльных ламп для жидкого топлива. Если удалить паяльник (медную часть), то горелкой можно пользоваться, как паяльной лампой.

Паяльники на жидком горючем имеют преимущества перед газовыми и электрическими, так как для большинства из них не требуется ни шлангов, ни проводов, благодаря чему они удобны в работе. Для непрерывной работы паяльники без шлангов мало пригодны вследствие незначительной продолжительности горения

(от ½ до 1 часа). Для периодической же работы в ремонтных мастерских они очень удобны и практичны.

Бензиновые паяльники. Бензиновый паяльник (фиг. 37) приводится в рабочее состояние очень быстро, примерно в 3—4 мин. Пламя развивается настолько сильно, что паяльником можно работать даже при сильном ветре. Расход бензина составляет 500 г/час. При работе ручка паяльника почти не нагревается, поэтому можно работать голыми руками. Резервуар наполняется бензином так, чтобы оставалось свободное пространство.



Фиг. 38. Спиртовой паяльник

Спиртовые паяльники. Спиртовой паяльник (фиг. 38) состоит из толстостенной трубки, которая разделена поперечной перегородкой на две части. Верхняя часть служит для образования пламени. Спирт поступает к паяльнику по шлангу — самоотем из резервуара, расположенного выше паяльника.

Нагретые пары спирта вырываются сквозь узкое отверстие в перегородке и засасывают воздух через боковые отверстия в стенках трубки. Пары спирта, смешанные с воздухом, сгорают, образуя острое пламя, которое бьет в призмочку паяльника.

Категорически воспрещается наполнение резервуара бензином вблизи от огня.

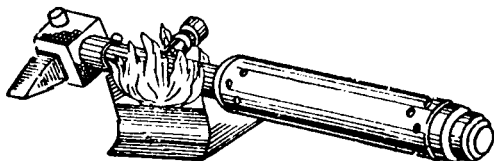
По наполнении резервуара крепко завинчивают пробку на конце рукоятки. В резервуар паяльника вложен фитиль, который туго входит в тонкую шейку. Поэтому давление паров бензина не передается резервуару с бензином.

При помощи особого клапана можно регулировать проход паров бензина в трубку, в которой имеется плотно скатанная проволочная сетка. Через эту сетку проходят и подогреваются пары бензина, прежде чем попасть в сопло. Сетка вместе с трубкой обуславливает хорошее подогревание бензина и полное превращение его в пар.

При помощи особого клапана можно регулировать проход паров бензина в трубку, в которой имеется плотно скатанная проволочная сетка. Через эту сетку проходят и подогреваются пары бензина, прежде чем попасть в сопло. Сетка вместе с трубкой обуславливает хорошее подогревание бензина и полное превращение его в пар.

Выпускание паров спирта регулируется игольчатым клапаном 1 (см. фиг. 38). Призмочка устанавливается на различной высоте в зависимости от длины пламени. Прежде чем пустить горелку в ход, ее необходимо подогреть, чтобы спирт быстрее испарялся. Для этого наливают немного спирта в специальное корытце (фиг. 39). Игольчатый клапан закрывают, а кран бака, где хранится спирт, открывают; затем зажигают спирт в ванночке, кладут паяльник на корытце — металлической частью вниз и нагревают.

Раньше чем сгорит весь спирт в корытце, паяльник снимают, открывают клапан и поджигают пары спирта над пламенем. Пока паяльник не нагреется, клапан открывают полностью, для того чтобы прогреть паяльник. На это требуется обычно около 3 мин. Ве-



Фиг. 39. Разогревание спиртового паяльника

личина пламени зависит от выполняемых работ. При легких работах достаточно половинного пламени; при более тяжелых — трех четвертей, и только при самых тяжелых работах приходится поддерживать полное пламя (при пайке меди и цинка).

По окончании работы следует сначала закрыть клапан на паяльнике, а через некоторое время — кран на спиртовом баке.

Денатурированный спирт непригоден для горения, ибо он содержит смолистые вещества, которые отлагаются внутри паяльника и загрязняют его. Особенно загрязняются пучок проволоки 2 (см. фиг. 38), сетчатый сверток 3, канал 4 и сопло 5. Канал и сопло нужно прочищать латунной проволокой; железная проволока может расширить сопло, отчего паяльник перестанет правильно работать.

Пучок проволоки 2 служит для задерживания грязи и смолистых веществ в спирте.

После 1000 час. работы проволоку необходимо прочищать. Для этого рукоятку отвинчивают и вынимают вначале центральную, более толстую проволоку, а затем и все остальные.

После промывки в спирте пучок проволоки вставляют обратно в том же порядке, т. е. прежде всего тонкую, а затем уже толстую проволоку, которую вставляют в центр. Одновременно промывают

и прочищают остальные части паяльника и заменяют набивку в сальнике 6 (см. фиг. 38).

Электрические паяльники. В настоящее время в нашей промышленности широко распространены электрические паяльники (фиг. 40), которые очень просты по конструкции и удобны в обращении. Нагревательное устройство такого паяльника рассчитано таким образом, что он не может перегреться (нагревание не свыше 400° на холостом ходу). При работе с электрическим паяльником отсутствуют вредные газы, разъедающие полуду наконечника, а самый паяльник дает равномерное нагревание при постоянной температуре, отчего пайка получается чистой и высококачественной.

Однако существующие типы электропаяльников нуждаются в усовершенствовании, так как срок службы их невелик и выделяемого тепла хватает лишь для пайки деталей с небольшой массой металла.



Фиг. 40. Электрический паяльник

В качестве нагревательных элементов в электрических паяльниках применяется спираль из хромоникелевой стали или нихрома. Нагревательные элементы обладают следующими недостатками в эксплуатации: электрическая изоляция между обмоткой и медью служит одновременно и тепловой изоляцией, вследствие этого нагревательный элемент должен нагреваться до более высокой температуры, чем призма паяльника; перегрев же часто вызывает порчу спиралой. Особенно часто спирали перегорают в маленьких паяльниках, которые включаются в сеть напряжением в 110 или 220 в. Толщина проволоки обмотки равна нескольким сотым долям миллиметра.

Указанные недостатки можно частично устранить при помощи трансформаторов, которые понижают напряжение до нескольких вольт, поэтому оказывается возможным применять более толстую проволоку.

Конструкция электрического паяльника несложна. Смена испорченных частей осуществляется легко и быстро. Спирали рассчитаны так, что паяльник не может перегреться даже на холостом ходу. Для контроля тока в паяльнике необходимо всегда включать в электросеть лампочку накаливания.

В табл. 20 приведены некоторые характерные данные об электропаяльниках, работающих при напряжении в 220 в.

Таблица 20
Характеристика электропаяльников для напряжения в 220 в

Вес паяльника без проводов г	Диаметр медной части мм	Расход тока вт	Время для разогрева мин.
110	6	55	2,5
220	6×15	110	2,75
500	22	125	2,25
850	26	265	5,0
1000	20×40	355	12,0

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПАЙКИ

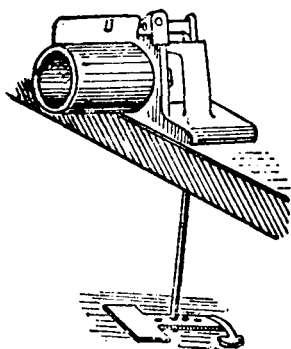
Для удобства и сокращения производственного цикла в процессе пайки применяют различные вспомогательные приспособления. Особенно выгодно использовать такие приспособления в тех случаях, когда производится пайка однообразных деталей и к тому же в большом количестве. Пайка в приспособлениях получается чище и гарантирует плотность шва и точность спаянного изделия.

При пайке в приспособлениях производительность труда паяльщика значительно возрастает, так как во время работы ему не приходится поддерживать изделия и обе его руки участвуют в производственном процессе. В одной руке рабочий держит паяльник или горелку, а другой подносит к паяльнику припой и наносит слой флюса, не приостанавливая пайки.

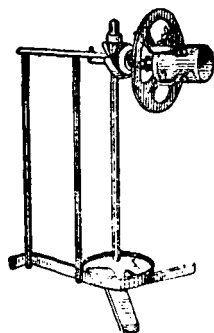
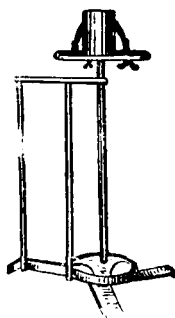
Приспособления, применяемые при пайке, обычно несложны по конструкции и удобны в эксплуатации. При конструировании и изготовлении приспособлений для пайки необходимо учитывать одну особенность, которая состоит в том, что нужно избегать пружинных прижимов при твердой пайке, при необходимости припаять тройниковое соединение и вообще при припайивании какой-либо детали к полым изделиям. Это требование вызвано тем обстоятельством, что при закреплении детали к полым изделиям посредством пружинных прижимов могут образоваться провалы. Металл, нагретый до температуры пайки (600° и выше), теряет свою упругость, пружина же продолжает давить с прежней силой, вследствие чего и происходит вдавливание изделия внутрь. Если же применять слабые пружины, то они не обеспечат надежного прижимания изделия, отчего всегда возможны смещения спаиваемых частей, что

также недопустимо. Как правило, в приспособлениях для пайки применяются винтовые и эксцентриковые прижимы, которые обеспечивают надежность закрепления деталей и исключают возможность вдавливания.

Для пайки внахлестку применяется приспособление, показанное на фиг. 41. Оно состоит из алюминиевого цилиндра (по размеру изделия) и качающегося вверх и вниз алюминиевого прижима. Цилиндр и прижим соединены с кронштейном, который укрепляется на специальном столике или на верстаке. Смена изделий произ-



Фиг. 41. Приспособление для пайки внахлестку цилиндрических изделий

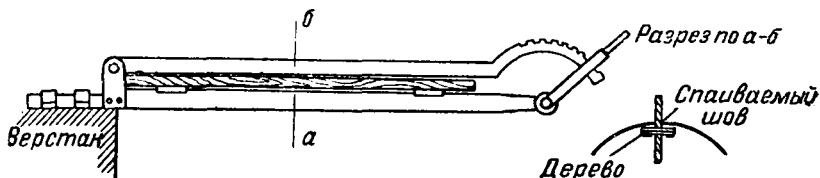


Фиг. 42. Приспособления для пайки доньшек в цилиндрических изделиях

водится очень быстро; паяльник нажимом ноги поднимает прижим, снимает спаянное изделие и вставляет новое. Цилиндр и прижим делаются из алюминия во избежание спайвания их с изготавливаемым изделием, ибо, как известно, алюминий нельзя паять обычным методом, как например медь и железо.

Приспособления, изображенные на фиг. 42, по конструкции очень просты и удобны в работе. В таких приспособлениях производится запайка доньшек или щек и пробок, преимущественно в круглых изделиях. Вращение изделия во время работы осуществляется ногой, так что обе руки паяльщика остаются свободными. В приспособлении, показанном на фиг. 42, можно производить пайку изделия в горизонтальном положении, а также по окружности. Таким образом, не снимая изделия с приспособления, можно спаять боковой шов и доньшко.

На фиг. 43 приведено другое приспособление — зажим для пайки изделий из листового материала. Хорошо пригнанные и зачищенные изделия флюсуются и закладываются в приспособление, где они плотно прижимаются друг к другу, после чего изделие подогревают и приступают к пайке. Размеры и форма приспособлений зависят от величины и формы спаиваемых деталей. Во многих случаях в качестве прижимов применяются струбцины.



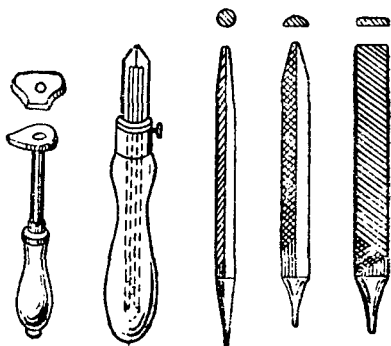
Фиг. 43. Зажим для пайки изделий из листового материала

Перед работой на приспособлении необходимо проверить, хорошо ли действуют прижимы, не сбились ли они, нет ли забоин на рабочей части и если таковые имеются, то необходимо их зачистить. Приступить к работе можно лишь после тщательного осмотра приспособления.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Шабер. Шаберы (фиг. 44) изготавливаются из закаленной стали и служат для удаления с поверхности металла окислов, припой и т. п. Шаберы бывают различной формы: трехгранные, плоские, сердцевидные и другие, в зависимости от формы обрабатываемого предмета. Например, для очистки свинцовых листов и труб применяются плоские шаберы и т. д.

Напильники (фиг. 45). При паяльных работах применяются напильники с крупным зубом (драчевые). Насечка зубьев делается одинарная, чтобы мягкий металл меньше ее забивал, а забитые зубья, наоборот, хорошо очищались при помощи щетки. Напильники служат для обработки спаянных мест до и после пайки.

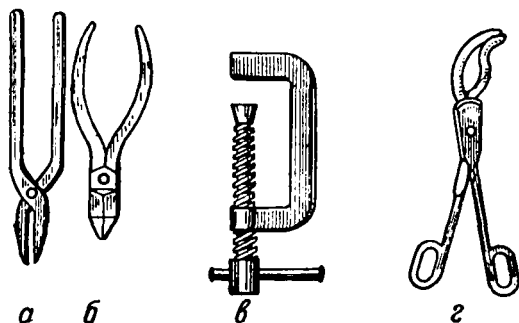


Фиг. 44. Шаберы Фиг. 45. Напильники

Щетки. Металлические щетки изготавливаются круглыми и монтируются на гибких валах. Они служат для удаления лака, ржавчины и т. п. перед пайкой и остатков припоя после пайки.

Щетки из щетины применяются для удаления жидкого припоя с мест пайки, что облегчает зачистку после затвердения припоя.

Паяльные щипцы. Щипцы (фиг. 46, а и б) употребляются для поддержки подлежащих пайке изделий или для прижимания друг к другу двух спаиваемых деталей.



Фиг. 46. Щипцы (а, б, г) и струбчинка (в)

Щипцы с длинными щеками и с верхней щекой дугообразной формы (фиг. 46, г) очень удобны в работе. Дугообразная щека делает возможным всесторонний доступ пламени к месту пайки.

Для более надежного соединения спаиваемых изделий применяется струбчинка (фиг. 46, в).

При мелких паяльных работах очень часто пользуются паяльными пинцетами.

Вопросы для повторения

1. В каких случаях применяются паяльные ванны для пайки погружением?
2. Как устроена паяльная ванна?
3. Какие преимущества имеет электрический горн перед нагревательными печами, работающими на твердом топливе?
4. Как устроен электрический горн?
5. Почему паяльники изготавливаются из чистой красной меди?
6. Как устроены паяльники с непрерывным нагревом, работающие на светильном газе, ацетилене и водороде?
7. Как устроены паяльники для жидкого топлива, бензиновые и спиртовые?
8. Опишите устройство электрических паяльников.

9. Каковы преимущества паяльников с периодическим нагревом перед паяльниками с непрерывным нагревом?
 10. Почему паяльники покрывают перед пайкой припоем?
 11. Почему для пайки твердыми припоями применяются газовые горелки, а не паяльники?
 12. Как устроены горелки для ацетилена и водорода?
 13. Как устроены бунзеновские горелки?
 14. Какая разница между горелками для сварки и пайки?
 15. Каковы преимущества и недостатки газовых горелок в сравнении с паяльниками?
 16. В каких случаях применяются паяльные лампы?
 17. Как устроены паяльные лампы, работающие на спирте и бензине?
 18. Какие инструменты применяются при пайке?
 19. Какие вы знаете вспомогательные паяльные приспособления и каково их назначение?
-

ГЛАВА V

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ПАЙКИ

КРАТКОЕ ОБОБЩЕНИЕ

Прежде чем перейти к описанию методов и приемов пайки в самих паяльных работ, мы считаем необходимым вкратце повторить основные сведения из предыдущих разделов.

Пайка и предъявляемые к ней требования

Пайкой называется соединение нескольких разрозненных или механически соединенных частей какого-либо металлического изделия посредством расплавленного припоя, т. е. другого металла, более легкоплавкого, чем спаиваемые металлы. Цель пайки заключается в прочном соединении отдельных частей металлического изделия и в придании этому изделию водо- и воздухо непроницаемости.

По производственной терминологии спаиваемые швы разделяются на три категории: прочные, плотные и плотно-прочные. Прочный шов должен обладать необходимой механической прочностью, но может быть в то же время водо- и воздухопроницаемым. Плотный шов, наоборот, должен обеспечить полную герметичность изделия, но может и не гарантировать высокой прочности.

Плотно-прочный шов должен обладать высокой прочностью и герметичностью. Такие швы получаются в двух случаях: при пайке твердыми припоями и при пайке мягкими припоями изделий, соединенных посредством заклепок или фальцев. Заклепки или фальцы обеспечивают прочность, а припой усиливает механические качества клепаного шва и обеспечивает его полную водо- и воздухо непроницаемость.

Пайка широко распространена во всех отраслях машиностроения, в особенности там, где приходится иметь дело с тонкостенными сосудами и точной аппаратурой (миниатюрные механизмы).

Пайка разделяется на мягкую и твердую. Мягкой называют такую пайку, где применяется оловянносвинцовый припой (с температурой плавления до 300°). К мягкой пайке относится также пайка посредством легкоплавких сплавов, в которых к олову и свинцу добавлены висмут и некоторое количество кадмия или ртути. Твердая же пайка производится при помощи тугоплавких припоев, в состав которых входит медь или серебро и цинк.

Основные условия пайки мягкими и твердыми припоями таковы.

1. Места пайки должны быть чисты, а спаиваемые металлы — хорошо пригнаны друг к другу.

2. Припой и флюс должны быть подобраны в зависимости от спаиваемых металлов, размеров шва и требований, предъявляемых к изделию.

3. Температура нагрева припоя должна быть ниже температуры плавления спаиваемых металлов.

4. Температура пайки должна быть такой, при которой достигается самое прочное соединение припоя с металлом.

5. Припой, будучи введен в спаиваемый шов, должен придавать последнему прочность, близкую или равную прочности соединяемых металлов.

Пайка мягкими припоями

При пайке мягкими припоями необходимо соблюдать следующие правила.

1. Спаиваемые места должны быть тщательно очищены от грязи и хорошо подогнаны друг к другу.

2. Места непосредственной пайки деталей должны быть предварительно облужены путем погружения или с помощью паяльника.

3. Места пайки должны быть тщательно покрыты флюсом посредством кисточки или погружением.

4. Температура нагрева паяльника не должна превышать 600°, в зависимости от рода припоя, но и не должна быть ниже 200°. Перегрев паяльника не допускается.

5. Перед началом работы рабочая часть паяльника должна быть опилена, очищена от грязи, окалины и залужена.

6. Припой должен быть нанесен на шов непосредственно паяльником. Там, где это невозможно, допускается наносить припой на соединяемые места кусочками в виде тонких пластин и прутков.

7. Подогревать шов нужно до тех пор, пока весь он не покроется полностью припоем, так как от надежности пропайки шва зависят качество и чистота всей пайки.

8. Если припой не расходится по шву спаиваемых изделий, то необходимо вторично покрыть шов флюсом.

9. После пайки шов должен быть тщательно зачищен шабером или щеткой, затем промыт и высушен в сушилке или при помощи сжатого воздуха.

10. После просушки изделие испытывают на непроницаемость, если это необходимо, после чего предъявляют его отделу технического контроля.

Оловянносвинцовые припои, применяемые при мягкой пайке, обычно содержат от 18 до 40% олова, от 0,1 до 2% сурьмы и остальное составляет свинец. В припое для пайки цинка или оцинкованного железа не должно быть сурьмы во избежание образования тугоплавкого соединения цинк-сурьма, которое сильно понижает текучесть припоя.

Пайка твердыми припоями

Почти все металлы, имеющие высокую точку плавления, поддаются пайке твердыми припоями. Твердая пайка занимает как бы промежуточное место между пайкой мягкими припоями и сваркой металлов. Температура твердой пайки выше температуры мягкой и ниже температуры плавления свариваемых изделий. Пайка твердыми припоями происходит в пределах от 700 до 1100°. При этой температуре припой сплавляется с металлом спаиваемых частей в месте соприкосновения последних. Благодаря этому, шов приобретает не только значительную крепость, но и способность сопротивляться действию высокой температуры (ниже температуры плавления припоя).

Температура плавления припоя должна быть немного ниже температуры плавления спаиваемого металла. При пайке твердыми припоями следует остерегаться перегрева металла, ибо при этом ухудшаются его механические свойства. Для твердой пайки существует большое количество припоев. Как правило, твердые припои представляют собой сплавы меди, цинка и серебра. Часто для понижения температуры плавления припоя к этим сплавам присаживают другие металлы (например олово и пр.). В качестве припоя для железа и стали применяется красная медь, ибо она весьма тугоплавкая (1083°) и требует для нагревания места спая высокой температуры. Шов, спаянный красной медью, обладает большой упругостью. Сплав, содержащий 80% красной меди, 15% олова и 5% свинца, является менее тугоплавким, имеет светлую окраску и обладает еще более высокой упругостью. Для пайки красной меди, латуни, томпака и бронзы в большинстве случаев применяются

сплавы цинка с медью. По мере увеличения содержания цинка в таком сплаве, точка плавления припоя понижается и окраска его становится светлее (от желтой до желтовато-светлой), но вместе с тем уменьшается и крепость припоя, и он становится хрупким. В практике часто встречается припой, содержащий 60% красной меди и 40% цинка; точка плавления его 900°. Этот припой — тугоплавкий, но куется хорошо. Припой из 40% меди и 60% цинка плавится при 830°, но он хрупкий. Если к такому припою добавить 6—10% серебра или 10—15% олова и взять соответственно меньше цинка, то он получится более легкоплавким с достаточной степенью упругости. Другие припои для твердой пайки приведены выше в табл. 13 и 14.

При пайке твердыми припоями всегда необходимо руководствоваться следующими правилами.

1. Первое и основное правило состоит в том, что рабочее место следует всегда содержать в чистоте; деталь должна быть очищена от грязи, жировых веществ и окисей.

2. Собранная деталь тщательно флюсуется в местах пайки флюсом, предназначенным для данного металла и припоя.

3. После покрытия флюсом на шов наносят порошкообразный припой, смешанный с бурой и смоченный водой. Покрыв шов припоем, изделие нагревают до температуры плавления припоя (рабочая температура). При пайке посредством припоев в виде латунной или серебряной проволоки либо пластинки припоя можно вводить в шов путем наложения такой проволоки или пластинки на разогретое место шва, либо вводить его в шов, как присадочный материал при сварке, поднося палочку припоя в пламя горелки и расплавляя его на разогретые детали в местах спая.

4. Если шов разогрет до температуры плавления припоя, а последний не расходится по шву, то это означает, что флюса недостаточно, и окалина (пленка окисла) препятствует растеканию припоя. В этом случае необходимо вновь посыпать шов флюсом.

5. По окончании пайки необходимо сразу же удалить оставшиеся флюсы путем кипячения изделия в растворе из 10% каустической соды, 5% машинного масла и 85% воды в течение 10—15 мин. После такого кипячения все детали должны быть тщательно промыты в воде и затем высушены.

При пайке латуни описанный метод протравы не применяется.

При пайке твердыми припоями для подогревания деталей лучше всего пользоваться ацетилено-кислородным и воздушно-ацетиленовым пламенем. Хотя ацетиленовое пламя дает высокую

температуру, но этого не следует бояться, так как степень нагрева изделия можно регулировать, приближая или удаляя его от пламени.

Природа шва при пайке припоями

В процессе пайки чаще всего происходит сплавление припоя со спаиваемыми металлами. Процесс сплавления весьма желателен, но не везде осуществим, поэтому в иных случаях бывает необходимо хорошее прилипание припоя к спаиваемым изделиям. Отсюда следует, что при пайке необходимо тщательно очищать спаиваемые поверхности от грязи и окислов и оставлять между спаиваемыми металлами наименьший зазор.

Очистку шва можно производить механическим путем — напильником или наждачной бумагой. Как правило, предварительная очистка производится химическим способом при помощи кислот или щелочных травильных растворов. Если требуется получить особенно хорошую пайку, то необходимо перед сборкой облуживать места спаивания.

Как было уже указано, для очистки и защиты спая в процессе пайки применяются флюсы, основное назначение которых состоит в том, чтобы растворять окислы и предупреждать окисление подлежащих соединению поверхностей. Флюсы должны быть жидкими при температуре плавления припоя, чтобы способствовать растеканию последнего. Некоторые флюсы, например воск, стеарин и канифоль, предупреждают окисление, тогда как хлористый цинк (с добавлением хлористого аммония или без него) действует одновременно и как очиститель от имеющихся уже окислов, и, кроме того, предупреждает появление последних. Хлористый цинк начинает плавиться при 263° . Смесь же его (эвтектика) с хлористым аммонием в составе (по весу) 75% $ZnCl_2$ и 25% NH_4Cl имеет точку плавления 175° . Следовательно, в тех случаях, когда требуется низкая температура, необходимо пользоваться флюсом из хлористого цинка с хлористым аммонием.

Иногда флюсы применяются в виде пасты. Один из распространенных флюсов такого типа содержит: 75% нефтяных остатков, 20% хлористого цинка и 5% хлористого аммония. В процессе пайки к этому флюсу необходимо добавлять воду для разжижения, чтобы его можно было наносить на шов с помощью кисти.

Методы подбора припоя и нагревания спаиваемых швов

Большинство металлов хорошо соединяется припоем; таковы: олово, свинец, цинк, медь, медные сплавы, никель, сталь, нержа-

веющая сталь и др. Выбор того или иного припоя для подлежащих пайке металлов зависит от характера этих металлов, их размеров, положения, быстроты, с которой должна производиться пайка, а также от величины, прочности и внешнего вида изготавливаемого изделия.

Какой бы припой мы ни применяли, всегда необходимо нагревать спаиваемые поверхности до температуры плавления припоя. Потребное для этого тепло можно получить различными способами:

- 1) посредством паяльника;
- 2) при помощи паяльной горелки, лампы и вольтовой дуги;
- 3) погружая изготавливаемое изделие в ванну с расплавленным припоем;

4) предварительно нагревая спаиваемое изделие в печах или электрических плитах и затем вводя припой в соединение металлических поверхностей в строго определенном количестве;

5) путем так называемого обтирания, которое состоит в том, что тепло подводится посредством повторного наливания или наплавления припоев на соединяемые поверхности.

Практическое применение мягких припоев

Не следует думать, что если в припое много олова, то он обязательно имеет низкую точку плавления. Точно так же, если палочка припоя издает при изгибании треск, то это еще не означает, что в припое много олова, или если палочка припоя легко сгибается, то это не доказывает, что припой содержит слишком много свинца. Все эти предположения правильны лишь отчасти, ибо температура плавления припоя при увеличении содержания в припое олова сверх 64% начинает повышаться, треск при изгибании будет издавать и припой с большим содержанием сурьмы, а упругость прутка при изгибании припоя больше зависит от толщины прутка, чем от содержания в припое свинца.

В большинстве случаев при пайке чугуна и литой стали шов получается непрочным, хотя бы мы применяли сильно действующий кислотный флюс. Это объясняется тем, что при сравнительно небольших напряжениях швы склонны к образованию трещин, отчего припой отстает. Железо и мягкую сталь лучше всего паять припоем, в который входит 40% олова, 1,5% сурьмы и остальное — свинец (ГОСТ — 1499-42); для нержавеющей стали применяется этот же припой.

Во всех случаях рекомендуется перед пайкой предварительно облуживать спаиваемые поверхности, ибо в этом случае припой держится гораздо лучше.

Таблица 21

Результаты механического испытания мягких припоев

Химический состав припоя, %			Разрывное усилие кг/см ²
свинец	олово	сурьма	
48,5	50	1,5	70
47	50	3,0	76
60	40	—	63
57,6	40	2,4	74

Расход припоя при правильной подгонке деталей перед пайкой весьма незначителен. Толщина нормального слоя припоя для меди и ее сплавов составляет 0,008 мм, а для железа — 0,013 мм.

Механическое испытание ряда изделий, спаянных при указанной выше толщине слоя припоя, дало весьма хорошие результаты (табл. 21).

Травление металлов

Перед пайкой и лужением меди, латуни и железа поверхность металла для очищения подвергают травлению путем погружения на 20—30 мин. в ванну с раствором 20—30% серной кислоты в воде. При травлении железа этот состав предварительно подогревают, что ускоряет процесс травления.

Травление поверхностей, покрытых налетом накипи (например при ремонте радиаторов и радиаторных сот), производят при помощи соляной кислоты, которая хорошо растворяет накипь и делает поверхность чистой и пригодной для лужения и паяния.

Поверхность латуни и меди протравливается в течение 1—2 мин. раствором следующего состава

серная кислота	10%
калиевый хромпик	5%
вода	остальное

По окончании травления поверхность металла подвергают вторичному травлению. Хороший результат получается после вторичного травления меди и латуни в растворе 20—30 г цианистого калия или натрия в 1 л воды. Закончив процесс травления, необходимо тщательно промыть протравленные детали в холодной воде, затем очистить их поверхность влажным песком или опилками, после чего промыть в горячей (70—80°) воде.

Благодаря быстрому действию раствора травильные ванны обладают высокой производительностью. Такой ванной служит фарфоровый сосуд или деревянный ящик, выложенный внутри диабазовой плиткой. Для подогревания раствора к ванне подводится пар. Ванну наполняют травильным раствором на $\frac{2}{3}$ ее глубины. Наполнение до краев не разрешается во избежание ожога

обслуживающих ванну рабочих. Помещение, в котором производится травление, должно быть изолировано и оборудовано сильной вытяжной и приточной вентиляцией.

ПАЙКА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАГРЕВАНИЕМ И С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПОЛНОЙ ЗАЛИВКОЙ ШВА ПРИПОЕМ

Метод полной заливки шва припоем применяется при массовом производстве однородных изделий (т. е. одинаковых по виду, форме и размерам). Такую работу можно производить автоматически. Автоматическая пайка применяется, например, при изготовлении круглых жестяных банок. Механизация при пайке позволяет запаивать до 150 банок в минуту. Жестяные банки паяют также и методом погружения в ванну.

Механическая пайка происходит следующим образом: собранные банки устанавливают на вращающемся конвейере, на котором они проходят мимо газовых горелок и таким образом подогреваются. Далее банки проходят под трубочками, через которые подается припой (в виде проволоки) — в строго определенном количестве для каждого изделия. Припой, приходя в соприкосновение с нагретой жестью, немедленно расплавляется и заполняет углубления швов, образуя прочно запаянные и воздухонепроницаемые соединения. В качестве припоя в этом случае применяется сплав из 40% олова и 60% свинца. Флюсом служит хлористый цинк.

После пайки консервные банки попадают в горячую воду, где они промываются и оттуда поступают в сушильные камеры.

ПАЙКА МЕТОДОМ ОБТИРАНИЯ

Пайка методом обтирания часто производится при пайке свинцовых труб с латунью и бронзой, свинцовых и медных фиттингов (мелкие принадлежности и соединительные части труб или трубопроводов, как-то: краны, вентили, угольники и пр.), при покрытии швов электрических освинцованных кабелей, а также при соединении кабелей со свинцовыми муфтами.

Этот метод пайки состоит в следующем: расплавленный припой медленно выливают на шов и около шва и аккуратно разравнивают его по всему спаиваемому участку. Жидкий припой частично стекает со шва в виде капель на заранее подготовленную внизу ленту. Лента с припоем прижимается к нижней части шва. Припой непрерывно подливают и тщательно разравнивают вручную всю массу последнего до тех пор, пока температура

шва не окажется достаточной для образования тонкого ровного слоя припоя и для обеспечения надежного контакта между ним и спаиваемым металлом. Когда требуемая температура будет достигнута, припой окончательно разравнивают вдоль шва скребком и избыток припоя обтирают до затвердения припоя в шве.

В швы, полученные таким образом, необходимо добавлять флюсы (воск и др.) при помощи обтирочного материала. При пайке кабелей в качестве флюса употребляется стеарин. При пайке путем обтирания обычно припоем служит сплав олова и свинца в составе: от 60 до 70% свинца и остальное олово. Иногда добавляют еще 2% сурьмы (припой марок ПОС-30 и ПОС-40).

Пайка методом обтирания применяется в тех случаях, когда требуется пропаять внутреннюю сторону трубы, либо рабочее пространство так мало, что подобраться к месту пайки с инструментом не представляется возможным.

ПАЙКА ПОГРУЖЕНИЕМ

В крупносерийном производстве, где бывает много однородных паяльных работ, в большинстве случаев применяют ванны с расплавленным припоем.

Например, при лужении латунной ленты, служащей для изготовления радиаторных трубок, применяются специальные ванны с оловянным припоем. Вначале лента попадает на особые ролики, которые сгибают ее в трубку. Далее лента поступает в ванну с припоем, после чего автоматически разрезается на части необходимой длины.

Радиаторные соты, изготавливаемые из профилированных трубок, набирают в деревянные или алюминиевые рамы, затем подвешивают на специальную тележку и при помощи подъемного механизма (вначале одним, а затем другим концом) погружают в расплавленный припой (третник). Изделие выдерживают в припое несколько секунд — до тех пор, пока оно не нагреется до температуры припоя.

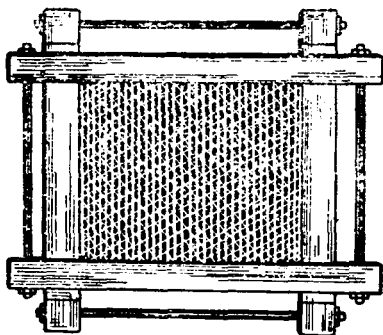
Температура ванны с оловянносвинцовым припоем не должна превышать температуры плавления припоя более чем на 100—110°. Если припой перегреть выше этой температуры, то на поверхности его образуется толстый слой окислов свинца.

Следует избегать длительного пребывания изделий в расплавленном припое, так как из-за этого припой заметно обогащается медью, переходящей в него из изделия вследствие растворения. Медь, попадая в оловянный припой, делает его хрупким, отчего места пайки будут непрочными. При пайке погружением необхо-

димо, чтобы температура была одинаковой в продолжение всего процесса пайки.

В качестве флюса при пайке погружением в большинстве случаев употребляется хлористый цинк. Для более надежного флюсования спаиваемых швов иногда в хлористый цинк добавляют 0,5—0,8% свободной соляной кислоты.

Для примера рассмотрим, как производится пайка погружением автомобильных радиаторных сот. Трубочки набирают в специальную раму (фиг. 47). Раму привертывают болтами и устанавливают на плите, на которой трубочки выравнивают по высоте гладилкой и расправляют концы помятых трубочек посредством пуансона. Затем, сжимая раму, подгоняют размеры соты, закрепляют болты, подвешивают соту вместе с рамой к подъемному механизму тележки и подвозят ее к ванне с хлористым цинком. Концы соты погружают в хлористый цинк примерно на 10 мм и выдерживают в нем около 2,5 мин., чтобы все спаиваемые места были смочены флюсом. После этого раму с сотой поднимают и передвигают дальше к ванне с расплавленным третником. Концы соты погружают в припой не более чем на 14 мм; через 30—50 сек. соту вынимают и снова возвращают на плиту, после чего припою дают застыть. Затем соту переворачивают и повторяют те же самые операции, но уже с другой стороны соты. После того как сота спаяна с обоих концов, ей дают остыть, чтобы припой прочно соединил трубочки. Затем вынимают ее из рамы, тщательно промывают горячей водой и продувают паром. Благодаря промывке удаляется содержащий кислоту хлористый цинк, остатки которого могли бы вызвать коррозию и преждевременное разрушение соты.



Фиг. 47. Соты автомобильного радиатора в раме для пайки

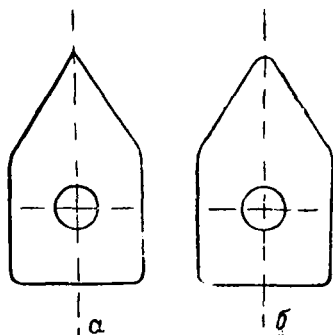
ПАЙКА ПАЯЛЬНИКОМ

Паяльник, служащий основным инструментом при пайке, необходимо подбирать, исходя из толщины спаиваемого металла; паяльник надо тщательно заправить и облудить его рабочую часть.

Если паяльник долго находился в работе, то его необходимо зачистить напильником. При этом необходимо, чтобы рабочая часть паяльника была закруглена. Ни в коем случае не допускается запрова паяльника на острый конус (фиг. 48).

При всяком нагревании паяльник не должен накаляться до темнокрасного каления, ибо это сокращает срок его службы. После нагревания острие паяльника необходимо очистить с обеих сторон нашатырным камнем. Последний должен иметь углубление, куда спускают с паяльного прутка несколько капель припоя. Этим припоем паяльник в случае необходимости смачивают несколько раз. Иногда рабочую часть паяльника протирают тряпкой, смоченной в растворе нашатыря.

Спаиваемое место тщательно зачищают наждачной бумагой, шабером или другими инструментами и покрывают флюсом. Затем нагретым паяльником забирают каплю припоя и равномерно проводят им по всему шву. Это надо делать не слишком быстро, чтобы шов успел хорошо прогреться. Для того чтобы пропаять глубокий шов, необходимо водить по шву одновременно и паяльником и палочкой припоя, касаясь и тем и другим одной и той же точки шва (фиг. 49).



Фиг. 48. Заправка паяльника:

а — неправильная; б — правильная

Припой должен ложиться тонким слоем, ибо чем тоньше слой припоя, тем прочнее и аккуратнее шов. При пайке мелких изделий часто бывает достаточно припоя, приставшего к паяльнику.

При пайке крупных изделий поступают следующим образом. В одной руке держат паяльник, в другой — палочку припоя и накладывают последний в течение продолжительного времени. Иногда тонкие пластинки припоя накладывают вдоль паяльного шва и водят по ним паяльником до тех пор, пока припой не расплавится и не смочит всего шва.

Если припой не смачивает какого-либо места, то туда необходимо ввести каплю паяльного флюса. Во время пайки надо следить за тем, чтобы припой полностью проник внутрь спаиваемого места. Припой должен заполнить все щели, чтобы не оставалось следов паяльного раствора и непропаянных мест.

При пайке надо стремиться запаивать швы в горизонтальном направлении или сверху вниз.

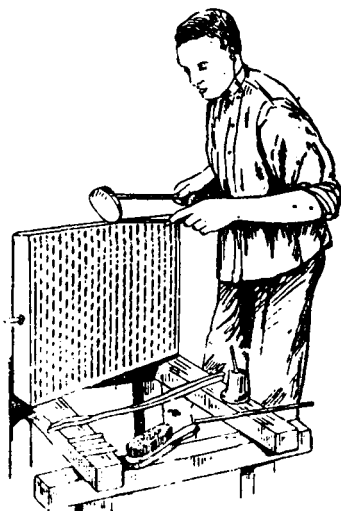
Более крупные толстостенные детали, в особенности медные, необходимо перед пайкой подогреть до 150° , иначе они слишком быстро поглощают теплоту паяльника. Если же требуется спаять изделия без нагревания, то их или частично погружают в воду, или заворачивают в сырую тряпку.

Спаянному шву надо дать спокойно остыть; нельзя передвигать спаянные изделия до охлаждения шва.

При несоблюдении этих правил припой превратится в порошкообразную массу и потеряет всякую прочность.

Пайка мягкими припоями производится обычно внахлестку и в тех случаях, когда шов не подвергается большим растяжениям. Мягкая пайка широко применяется при ремонтных работах.

В большинстве случаев усилие при растяжении принимают на себя заклепки, винты или фальцы, а припой увеличивает прочность соединений и обеспечивает герметичность швов.



Фиг. 49. Припайка пластин для испытания соты

ПАЙКА ПЛАМЕНЕМ

Напомним, что пайка пламенем применяется в ряде случаев.

1. Когда нельзя подобраться к месту пайки (спаяваемому шву). В этом случае нагревают все изделие. Нагревание производится следующим образом: не слишком тонкую металлическую плиту кладут на подставку, снизу ставят горелку, направив пламя на плиту, а поверх плиты кладут спаяваемое изделие. Когда изделие достаточно нагрето, его смачивают флюсом и проводят сверху прутком припоя.

2. Когда требуется особо чистая поверхность. Например, при пайке тонких контактных пластин из серебра или платины их берут пинцетом, протирают тряпкой, смоченной паяльным раствором, затем прижимают к опилкам припоя и после этого кладут на нагретую плиту, отчего прилипшие опилки припоя мгновенно расплавляются.

Таким путем достигается чистая спайка и устраняется возможность попадания припоя на контактную поверхность.

При искусной работе можно удачно спаять швы листового металла без паяльника — маленьким раздуваемым пламенем или пламенем плоской горелки.

3. При пайке отрезков медной проволоки. В этом случае необходимо нагревать не спаиваемый шов, а самую проволоку, немного удаляясь от шва. Этим самым мы подводим тепло к месту пайки изнутри проволоки, благодаря чему жар лучше и равномернее проникает в припой, и шов делается прочнее и чище, чем если бы мы непосредственно его нагревали пламенем.

Иногда пайку листового материала производят при помощи нагретой плиты. Для этого берут два листа, тщательно очищают и флюсуют места пайки, затем отрезают тонкий раскатанный листочек припоя, кладут его между листами, прижимают и укладывают на нагретую плиту. Припой быстро плавится, и детали спаиваются.

Наплыв припоя в виде капель удаляют при помощи тряпки или пакли, пока он еще не застыл. Если шов должен иметь гладкую поверхность, то для зачистки применяются щетки.

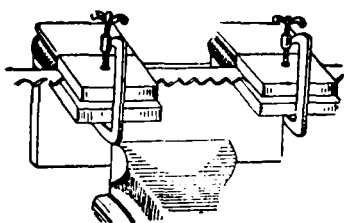
Напльвы припоя, не удаленные в горячем виде, удаляют затем при помощи напильника или шабера.

Когда деталь остыла, необходимо сразу же удалить остатки паяльного раствора, что достигается тщательной промывкой изделия в горячей воде; после этого деталь протирают сырой тряпкой.

ПАЙКА АЦЕТИЛЕНО-КИСЛОРОДНЫМ ПЛАМЕНЕМ

В качестве примера ацетилено-кислородной пайки рассмотрим весьма распространенную на заводах пайку ленточных пил.

Перед пайкой отжигают концы пилы, затем напильником зачищают их на конус. Запилив таким образом концы пилы, вставляют ее в специальное приспособление (фиг. 50). Края пилы должны быть запилены так, чтобы при накладывании их один на другой перекрывалось расстояние на три зубца. Зубцы должны совпадать друг с другом.

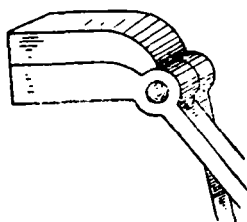


Фиг. 50. Приспособление для ацетилено-кислородной пайки ленточных пил

Спаиваемые поверхности покрывают бурой и между ними вкладыв-

вают пластинку серебряного припоя или пластинку из мягкой латуни, также покрытую бурой. После этого на пилу накладывают плиты, плотно закрепляют ее в приспособлении и приступают к пайке. Спаиваемое место нагревают пламенем ацетилено-кислородной горелки до полного расплавления припоя. Затем полотна пил крепко сжимают холодными клещами и держат в таком положении до тех пор, пока они не остынут. При нагревании пламенем необходимо, чтобы ядро пламени находилось по возможности дальше от металла, во избежание отжига пилы.

Пайку лучше всего производить при помощи двух пар клещей. Клещи, применяемые для нагревания пил, состоят из двух массивных стальных полос, приваренных к ручкам (фиг. 51).



Фиг. 51. Клещи для нагревания места спая



Фиг. 52. Клещи для охлаждения места спая

Другие клещи — более тонкие (фиг. 52) — служат для зажима полотен пилы во время ее остывания.

АВТОГЕННАЯ ПАЙКА

Автогенная пайка широко распространена в промышленности и представляет собой нечто среднее между пайкой и сваркой. Автогенная пайка имеет свои особенности и требует от паяльщика большого опыта. Малейшая неосторожность при такой пайке влечет за собой перегрев спаиваемого изделия, а иногда и порчу его.

В качестве примера автогенной пайки рассмотрим пайку свинца.

Свинец можно спаивать оловянным припоем, как и всякий другой металл. Для пайки применяют оловянный припой с 50% свинца и более, который вследствие перехода в жидкое состояние можно намазывать как пасту.

Однако пайка свинца оловом ненадежна, в особенности в тех случаях, когда спаиваемый шов подвергается загибам. Свинец

очень мягок (пластичен), олово же менее пластично. Поэтому при загибах в местах пайки часто образуются трещины.

При облицовке свинцовыми листами травильных ванн и чанов для химической промышленности лучше всего пользоваться в качестве припоя свинцом и производить пайку швов автогенным способом.

Автогенная пайка большей частью производится острым пламенем паяльной горелки, которая удобна тем, что быстро прогревает и плавит шов. Так как свинец обладает небольшой теплопроводностью, то окружающий шов металл нагревается незначительно, что при пайке очень важно.

При пайке свинца можно обойтись без флюсов, если предварительно тщательно зачистить шабером места спайки и паяльные прутки (обычно проволока толщиной в 3—6 мм). Для успешной пайки надо нагреть шов и раздвинуть окись на расплавленном металле паяльным прутом, равномерно прогревая шов и одновременно плавя паяльный пруток. Шов должен быть расплавлен во всю длину и ширину вместе с паяльным прутом и должен иметь V-образную форму, куда мог бы стекать расплавленный металл с паяльного прутка.

При пайке свинца для охлаждения изделия пользуются железными подставками.

Чем тоньше листы, тем слабее должно быть пламя и тем быстрее должна производиться работа.

МЕТОДЫ ПАЙКИ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Пайка нержавеющей стали

При пайке нержавеющей стали необходимо нагреть спаиваемый шов до светлокрасного каления (около 850°). Для пайки нержавеющей стали применяется твердый серебряный припой с температурой плавления около 780°, флюсом же служит бура, температура плавления которой равна 741°. По характеру расплавления буры судят о степени нагрева основного металла.

Во время работы мастерская должна быть равномерно освещена. Неравномерное освещение затрудняет определение цвета накаливаемого металла. Во время пайки ни в коем случае не допускается попадание холодных потоков воздуха на нагретый металл. Если температура шва основного металла низка, то припой не будет расплываться, а ляжет на металл в виде комков. Такое же явление наблюдается, если шов не подготовлен флюсом.

Пайка нихрома и фехрала

Нихром и фехраль широко распространены в электропромышленности и применяются для устройства нагревательных электрических приборов. В состав нихрома входят никель, хром, железо и небольшое количество марганца.

Существует ряд припоев и методов для пайки нихромовой проволоки. Для примера опишем соединение нихромовой проволоки с медным проводом при помощи серебряного припоя.

В этом случае флюсами служат хлористый цинк, бура в порошке и борная кислота в порошке. Флюс готовится следующим образом: вначале смешивают 1 часть буры с 1 частью кислоты и, непрерывно размешивая эту смесь, приливают к ней насыщенный водный раствор хлористого цинка до тех пор, пока смесь не превратится в мягкую пасту. Затем конец проволоки покрывают этим флюсом и сушат на воздухе.

В графитовом тигельке расплавляют такое количество серебряного припоя, чтобы можно было погрузить в него концы проволоки на достаточную глубину.

Расплавление припоя ведут под слоем буры для защиты припоя от окисления, для чего в тигель загружают буру еще до расплавления припоя.

Когда припой расплавится, в тигель добавляют еще буры, чтобы поверхность припоя была покрыта слоем расплавленной буры. Температура расплавленного припоя должна быть немного выше его точки плавления.

Концы проволок, покрытые флюсом, погружают на несколько секунд в тигель с припоем, пока они не нагреются до температуры припоя. Затем спаянные проволоки вынимают из припоя и очищают приставший к ним флюс.

Пайка чугуна

Пайка отливок из чугуна твердыми припоями хорошо известна и является старым и испытанным методом, дающим прочное соединение.

Большие и сложные детали перед пайкой подогревают кислородно-ацетиленовым пламенем. Для самого процесса пайки применяют также газовое пламя. Пайка твердыми припоями имеет большое преимущество в сравнении со сваркой плавлением, так как она осуществляется при более низкой температуре. Поэтому исключается возможность возникновения внутренних напряжений в шве, и спаяваемые места хорошо поддаются любому виду механи-

ческой обработки. При пайке жидкий припой течет по паяльному стыку и глубоко заходит в основной металл, образуя с ним прочное соединение. Как правило, при пайке различных металлов необходимо применять в каждом отдельном случае специальные флюсы и припой.

Для того чтобы припой лучше проникал в основной металл, нужен непродолжительный отжиг деталей после пайки. Такой отжиг повышает прочность шва, так как способствует диффузии припоя.

В качестве припоя для пайки чугунных отливок в большинстве случаев применяется сплав, содержащий 60% меди и 40% цинка (латунь). При уменьшении содержания цинка твердость припоя понижается, а при увеличении припой делается хрупким. Чтобы улучшить свойства припоя, к нему добавляют кремний, олово, марганец и железо. Добавки свинца не применяются, так как последний делает паяльный шов пористым и хрупким. Присадка олова (около 1%) повышает прочность припоя, но вместе с тем увеличивает выгорание цинка. Прочность шва еще более возрастает от присадки кремния. Присадки от 1 до 1,5% железа и около 1% марганца увеличивают сопротивление паяльного шва истиранию, причем железо повышает твердость, а марганец — вязкость. Для данного типа чугуна подбирают свой определенный припой и в дальнейшем строго выдерживают его состав, так как с изменением последнего меняется и качество шва или запаянного изъяна на отливке. Кроме латунного припоя, для пайки чугунных отливок применяют еще ряд других, например медноникелевые сплавы и нейзильбер.

При пайке перечисленными припоями швы отличаются от основного металла по цвету и более прочны, чем основной металл спаиваемого изделия.

Для получения хорошего спая необходимо удалить со спаиваемой поверхности графит. Это достигается путем предварительного нагревания поверхности пламенем с большим избытком кислорода (окислительное пламя) или применением флюсов, выделяющих при нагревании кислород.

Вследствие пористости чугуна припой легко проникает в основной металл и укрепляет припаянное место. Но этого одного еще недостаточно для придания шву необходимой прочности. Чтобы шов получился достаточно прочным по всему своему сечению, отливка должна быть подвергнута продолжительному отжигу при 700—750° в течение примерно 15—20 мин.

При отжиге происходит дальнейшее проникновение припоя в железо, так что по всей поверхности образуется достаточно боль-

шая зона, прочность которой превышает прочность чугуна. При испытании спаянных образцов на разрыв оказывается, что прочность шва выше прочности основного металла.

Для получения прочного шва необходимо строго соблюдать все изложенные выше правила. Спаиваемые поверхности должны быть зачищены металлической щеткой. Жир, масло, краска, ржавчина, шлаки и тому подобные загрязнения должны быть тщательно удалены со спаиваемых поверхностей и примыкающих к ним частей изделия. После нагревания поверхностей окислительным пламенем, их необходимо зачищать металлической щеткой, так как при таком нагревании чугун сильно окисляется.

Пайка чугунных отливок твердыми припоями производится обычно при 900°. Пламя при пайке должно быть совершенно нейтральным, хотя небольшой избыток кислорода не вредит, а, наоборот, делает прочным соединение основного металла с припоем. При слишком большом количестве кислорода образуются пористые соединения, что уменьшает прочность шва.

После заполнения стыка припой в течение некоторого времени остается жидким, благодаря чему газы, находящиеся в расплавленном припое, могут удаляться. Отжиг, которому подвергают изделие вслед за пайкой, можно производить, помещая изделие прямо на раскаленные древесные угли, а лучше — в калильных печах.

При умелой пайке чугунных отливок твердым припоем можно получить чистое и вполне надежное соединение, однако надо помнить, что прочность шва в значительной степени зависит от состава и свойств припоя. Так, сопротивление разрыву шва, полученного при пайке латунным припоем, составляет 29 кг/мм²; шва, спаянного припоем, содержащим марганец и железо, — 33 кг/мм² и, наконец, шва на кремневом припое — 38 кг/мм². Прочность самих чугунных отливок после пайки твердыми припоями не понижается, так же как и устойчивость против коррозии, и пропаянные места (как и самый шов) легко поддаются обработке. Поэтому можно считать, что пайка твердыми припоями является наилучшим методом соединения для тех чугунных отливок, которые должны подвергаться обработке.

Отливки, спаянные твердым припоем, сохраняют свою прочность примерно до 250°; выше этой температуры прочность латунных припоев сильно уменьшается. Если деталь должна работать при более высокой температуре, то в качестве припоя необходимо применять медноникелевые сплавы (монель-металл), как более устойчивые.

Пайка ковкого чугуна. Пайка ковкого чугуна твердыми припоями производится так же, как и пайка обыкновенного серого чугуна, но температура плавления припоя в этом случае должна быть ниже температуры, при которой начинается выделение углерода в виде графита. Такое выделение происходит у ковкого чугуна при 1000, а у серого — при 950°, поэтому точка плавления припоя не должна быть выше 900°.

При пайке необходимо следить за тем, чтобы не перегреть отливку слишком сильно. В качестве флюса здесь, так же как и при пайке отливок серого чугуна, применяется бура. В остальном пайка твердым припоем является единственным применяемым на практике методом, позволяющим получить прочное и хорошо поддающееся обработке соединение ковкого чугуна. Сварка ковкого чугуна не применяется, так как основной металл при этом плавится и утрачивает свои специфические свойства, превращаясь в обычный серый чугун. Иногда удается восстановить свойства ковкого чугуна после сварки посредством отжига сварного шва, но такая обработка трудна, сложна и не экономична.

Пайка стальных отливок

Соединение стальных отливок и исправление дефектов в них можно производить при помощи пайки твердыми припоями. Однако пайка стальных отливок применяется сравнительно редко, и в большинстве случаев ей предпочитают сварку. Из литературы известно, что в США при ремонте стальных паровозных рам, подвергающихся большим напряжениям, применяется исключительно пайка. Установлено, что при хорошо выполненной пайке сопротивление разрыву в месте соединения достигает 35 кг/мм², тогда как при сварке оно составляет лишь 31,5 кг/мм².

Напряжения, возникающие в местах пайки вследствие сильного сжатия стальных отливок, можно частично уничтожить при помощи распорки или клина, которые после пайки удаляют.

Отливки, спаянные твердым припоем и нуждающиеся в ремонте, никогда не следует паять по ранее спаянному месту, потому что старый припой расплавляется на стали, вследствие чего образуются трещины. У серого чугуна при повторной пайке твердыми припоями растрескивания не происходит.

Пайка стальных оцинкованных труб

Оцинкованные стальные трубы можно спаять при помощи латуни или же сварить обыкновенным способом, т. е. сплавить концы труб с присадкой стального стержня. Но в процессе сварки цинко-

вый покров вблизи шва сгорает, и оголенный, неоцинкованный шов легко поддается коррозии, отчего срок службы труб сокращается.

При пайке латунью трубы нагревают только до вишневокрасного каления, и наплавленная латунь соединяется со сталью и с цинковым припоем. При нагревании до вишневокрасного каления прилегающий к спаю слой покрова расплавляется и образует окись, которая плотно пристает к поверхности трубы и защищает ее от коррозии.

При пайке латунью в зоне шва цинковый слой на внутренней поверхности не повреждается. Температура нагрева трубы при пайке латунью не настолько высока, чтобы расплавить цинковый покров на внутренней поверхности; цинк лишь окисляется, а слой окиси цинка, как и металлический цинковый покров, предохраняет металл от коррозии.

Пайка сверхтвердых сплавов

Мы уже говорили, что для удлинения срока службы токарных и строгальных резцов на режущую часть их напаяют пластинки из сверхтвердых сплавов: стеллита, победита и т. д. Такие пластинки можно напаять при помощи ацетиленового пламени. Температура пайки должна равняться 1100—1200°. Припоем служит красная медь или латунь. Для очистки поверхности от окислов применяется бура в порошке.

Пайку производят следующим образом: на защищенную поверхность, покрытую флюсом, кладут пластинку меди, также покрытую флюсом (бурой), на нее кладут другую пластинку, связывают их проволокой и нагревают при помощи ацетиленового пламени.

Пайка медных сплавов

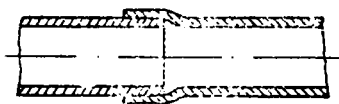
Все металлы на медной основе хорошо поддаются пайке. Медно-оловянистый шов в основном получается за счет взаимного проникновения двух металлов и образования на пограничной линии ряда меднооловянных сплавов. Эти сплавы образуются вследствие высокой скорости взаимного растворения и диффузии меди и олова. От качества указанных сплавов зависят прочность и общие физические свойства швов.

Во избежание появления трещин необходимо избегать перегрева шва как во время, так и после пайки. Кроме того, при употреблении сурьянного припоя надо следить за тем, чтобы нагреваемое пространство не было слишком велико. Наиболее удачным припоем является сплав состава: 38% олова, 2,5% сурьмы и

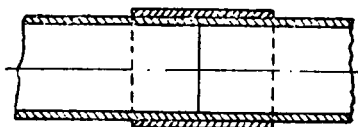
остальное свинец. Правильная температура пайки зависит от массивности паяемого металла, но вообще она не должна превышать 400° при пайке крупных деталей и 300° при пайке мелких.

Во многих случаях пайка меди и ее сплавов производится посредством погружения паяемого изделия в расплавленный припой; в частности, этот метод применяется при пайке автомобильных радиаторов. В этих случаях можно пользоваться припоем со сравнительно небольшим содержанием олова, так как растекаемость припоя здесь не играет большой роли. Обычным припоем в таких случаях является сплав из 40% олова и 60% свинца. Содержание сурьмы не превышает 1,5–2%.

При работе с припойными ваннами надо следить за температурным режимом ванны, который зависит от количества погружаемого в ванну металла. Температура расплавленного припоя не должна превышать 350° .



Фиг. 53. Соединение двух труб внахлестку



Фиг. 54. Соединение труб встык с внешней муфтой

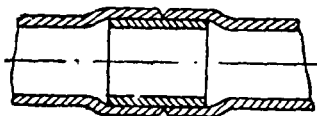
В электропромышленности при соединении концов проводов производится пайка не цельных швов, а лишь отдельных точек. При пайке проводов температура должна быть низкой, чтобы не повредить изоляции. Основное требование, предъявляемое к припою для пайки электрических проводников, это — высокая электропроводность. Припоем, удовлетворяющим этому требованию, является эвтектический сплав с самой низкой точкой плавления (182°), содержащий 64% олова и 36% свинца. При пайке арматуры в тех случаях, когда требуются хорошая растекаемость и электропроводность, но есть опасность перегрева материала во время работы аппарата, припой с низкой точкой плавления может оказаться непригодным. В этих случаях рекомендуется пользоваться припоем, содержащим от 75 до 85% олова (с предельным содержанием сурьмы до 0,5%) и остальное свинец.

Недостатком припоев с большим содержанием олова при различных электромонтажных работах является их высокая стоимость. Однако, несмотря на это, при пайке электроарматуры не рекомендуется применять припой, содержащий менее 50% олова. Количество сурьмы должно быть во всех случаях минимальным,

так как присутствие сурьмы понижает электропроводность. При пайке оцинкованных кабелей следует применять припой, содержащий 29—30% олова и остальное — свинец.

Пайка медных, латунных, стальных и железных труб

Спаивание труб производится различными способами. На фиг. 53—56 изображены различные виды швов, применяемых в



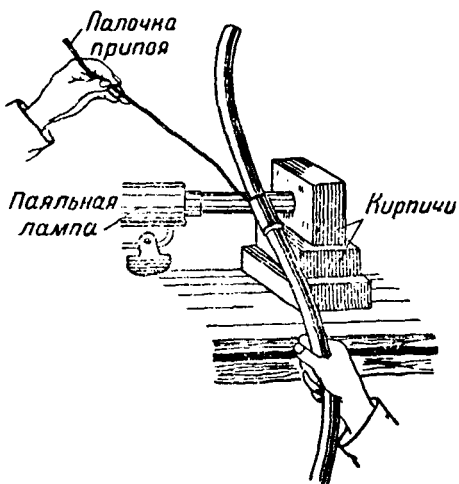
Фиг. 55. Соединение труб встык с внутренней муфтой и отбортовкой концов



Фиг. 56. Соединение труб встык с внутренней муфтой

зависимости от условий работы, наличия и характера тех или иных труб и т. д.

Пайка труб внахлестку (см. фиг. 53) и встык (см. фиг. 54—56) производится следующим образом: зажженную паяльную лампу или газовую горелку устанавливают против кирпичей (фиг. 57), чтобы создать в этом месте высокую температуру; приготовив флюс в виде кашицы из воды и буры, кладут припой на паяльный стол с таким расчетом, чтобы его можно было достать в любой момент, не прекращая пайки. Затем правой рукой берут соединенные трубки, плотно сдвигая одна в другую (соединение внахлестку) или в соединительной муфте (соединение встык). Держать нужно за нижнюю трубку, чтобы место пайки было выше руки. Далее, место спая смачивают флюсом и вводят его в пламя между кирпичом



Фиг. 57. Пайка труб встык

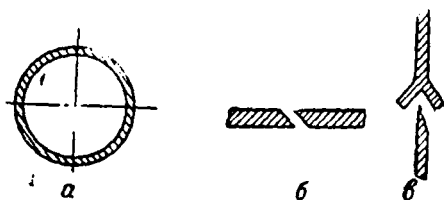
соединительной муфте (соединение встык). Держать нужно за нижнюю трубку, чтобы место пайки было выше руки. Далее, место спая смачивают флюсом и вводят его в пламя между кирпичом

и лампой. Чтобы получить хорошую пайку, надо сначала довести место спая до температуры, при которой поднесенный припой (в виде прутка или пластинки) сразу же расплавится и залетит простенки между спаиваемыми трубками.

Когда трубки достаточно нагреются и флюс расплавится, берут левой рукой прутки припоя и вводят его в пламя, касаясь припоем места пайки и одновременно поворачивая вокруг оси спаиваемые трубки. Припой проходит в пространство между соединенными концами трубок и целиком заполняет его. Как только припой заполнит это пространство, необходимо немедленно вынуть трубки из пламени.

Пайка встык производится точно таким же способом с той лишь разницей, что трубки не должны вращаться в муфте.

Описанным выше способом спаивают сначала один конец трубки, затем ее переворачивают и приступают к пайке второго конца; при этом спаянный конец надо держать вне пламени (снизу пламени), во избежание расплавления. Оба конца



Фиг. 58. Подготовка концов спаиваемых изделий

нельзя спаивать сразу потому, что припой пройдет через всю муфту и вытечет обратно с другого конца.

При пайке трубку необходимо держать наклонно, ибо при таком положении шов получается чище. Не рекомендуется до пайки наматывать колечко из припоя на спаиваемое место или вставлять обрезки припоя в виде фольги в простенки между соединенными концами трубок. В этом случае припой может сгореть раньше, чем трубка нагреется до температуры, которая необходима для того, чтобы припой образовал сплав со спаиваемым металлом. Кроме того, пайка с заранее наложенным припоем получается грязной.

Пайка медных листов и изделий на горне

Прежде всего изделие или листы готовят к пайке. Для этого концы спаиваемых изделий заправляют, как показано на фиг. 58, т. е. скашивают оба конца (фиг. 58, б), и накладывают их один на другой или заправляют один конец на конус, а второй разрезают для образования зубцов (фиг. 58, в). Подогнанные концы плотно прижимают друг к другу (фиг. 58, г) и закрепляют

на них по одной заклепке для того, чтобы во время пайки шов не мог разойтись. После того как шов хорошо подогнан, его промывают водой в ваннах. Чтобы вода лучше проникала во все поры между зубцами шва, изделие необходимо переворачивать в ванне.

После промывки шов смазывают бурой (снизу), во избежание окисления при пайке на горне и для обеспечения растекания припоя. Затем на шов наносят ровным тонким слоем припоя при помощи особого желобка.

Количество припоя, необходимое для пайки, зависит от толщины спаиваемых изделий (табл. 22) и в большинстве случаев подбирается опытным путем.

Таблица 22

Примерный расход припоя и флюса при пайке меди

Толщина медных листов мм	Количество припоя в кг на 1 пог. м пайки	Количество флюса в кг на 1 кг припоя	Толщина медных листов мм	Количество припоя в кг на 1 пог. м пайки	Количество флюса в кг на 1 кг припоя
0,8—1,0	0,10	0,20—0,25	4—5	0,75	0,30—0,35
1,0—1,5	0,15	0,20—0,2	5—6	0,80	0,31—0,36
1,5—2,5	0,25	0,20—0,25	6—7	0,80	0,315—0,370
2,5—3,5	0,35	0,20—0,25	7—8	0,90	0,320—0,375
3,5—4,0	0,50	0,30—0,35	9—10	0,95	0,325—0,380

Если припоя нанесено больше, чем требуется, то во время пайки он будет стекать в горн, образуя при этом соски, которые делают пайку грязной и требуют значительного времени на их обработку. Наоборот, при слишком малом количестве припоя шов не пропаявается, и такие места приходится снова зачищать и пропаявать вторично.

Когда припоя нанесен и шов готов к пайке, необходимо как можно плотнее осадить в горне разгоревшийся кокс, во избежание попадания на запаиваемый шов холодного воздуха через отверстия, подводящие дутье. При местном охлаждении могут остаться непропаянные места.

Изделие, предназначенное для пайки, укладывается не непосредственно на раскаленный уголь, а на специальные приспособления, рельсы, тележку и пр. Приспособления устроены так, что при пайке шов получает уклон в сторону не паянного, т. е. еще не нагретого участка шва.

Место спая нагревают до тех пор, пока припой не начнет плавиться; после этого добавляют еще немного флюса, во избежание окисления, и наблюдают за тем, чтобы припой прошел через весь шов насквозь. Уловив этот момент, паяльщик передвигает изделие настолько, чтобы под огонь горна попало соседнее место, а запаиванный шов начал остывать. Подвигая таким образом изделие, постепенно пропаявают весь шов, все время следя за тем, чтобы не уменьшилось пламя в горне. Во время пайки паяльщик должен иметь под руками флюс (буру), клещи и кочергу с загнутым концом (для поправки и выравнивания припоя), сделанную из железного прутка диаметром в 12—16 мм. Прежде чем начинать пайку, промытый шов необходимо высушить на пламени горна.

На горнах можно производить также и пайку мягкими припоями. При этом необходимо, чтобы спаиваемый шов был заранее облужен и соединен лужеными заклепками. Затем изделие нагревают, наносят слой флюса (хлористый цинк), расплавляют припой и производят пайку.

Таблица 23

Рекомендуемые размеры паяного шва зубца

Толщина листа меди <i>мм</i>	Глубина зуба до оттяжки <i>мм</i>	Перекрытие после оттяжки <i>мм</i>	Шаг зуба <i>мм</i>
0,5—0,8	3—4	6	20
0,8—1,0	8	11	30
1,0—2,0	10	15	40—45
2,0—3,0	12	18	50

При пайке мягкими припоями на горне всегда можно опасаться перегрева или просто сгорания припоя, поэтому пайка легкоплавкими припоями на горне не рекомендуется. Пайку такими припоями лучше производить при помощи паяльников и газовых горелок.

При пайке изделий из медных листов толщиной до 3 мм иногда применяется так называемый шов зубец (см. фиг. 58, в). Глубина зуба до оттяжки, перекрытие после оттяжки и шаг зуба различны и зависят от толщины спаиваемого изделия (табл. 23).

Зубцы нарезают медницкими ножницами, разводят в разные стороны и вставляют между ними второй заостренный конец;

затем зубцы прижимают с обеих сторон и закрепляют шов струбцинами, после чего приступают к выравниванию шва при помощи деревянного молотка.

Пайка никеля и его сплавов

При пайке никеля и его сплавов в качестве припоя применяются специальные латуни, медноникелевые сплавы, нейзильбер и серебрянные припой.

Содержание никеля в нейзильбере должно быть таково, чтобы нейзильбер имел белый цвет, содержание же цинка должно быть минимальным. Точка плавления припоя должна лежать в пределах от 700 до 800°. Флюсом служит смесь борной кислоты с бурой.

При пайке никеля и его сплавов твердым припоем металл подогревают сравнительно коротким пламенем для того, чтобы спаиваемое изделие не нагревалось дальше места пайки.

Часто при сборке некоторых изделий, от которых требуются высокая прочность и полная герметичность, твердая пайка применяется вместе со сваркой. В этом случае наружные поверхности изделия сваривают ацетилено-кислородным пламенем, а внутренние паяют серебряным припоем или нейзильбером. Таким образом сварка обеспечивает достаточную прочность, а пайка дает плотное и устойчивое против коррозии соединение.

Пайка алюминия и его сплавов

Пайка алюминия и его сплавов обычными методами невозможна, так как алюминий, соприкасаясь с кислородом воздуха, очень быстро покрывается тонкой пленкой окиси, которая препятствует пайке. Однако в настоящее время найдены способы, позволяющие производить пайку алюминия как мягкими, так и твердыми припоями.

Пайка алюминия и его сплавов мягким припоем. Мягкую пайку можно производить любым из мягких припоев, содержащих олово, свинец и цинк. Но при пайке этими припоями алюминия и его сплавов требуется более высокая температура, чем при пайке ими латуни, железа и т. п.

При пайке алюминиевых листов нагревают место спая их и тщательно натирают его припоем. После этого листы накладывают один на другой и подогревают пламенем паяльной горелки, причем припой, расплавляясь, соединяет их. Этот метод пайки не обеспечивает прочности шва, поэтому он и не имеет широкого распространения. Он применяется лишь в исключитель-

ных случаях. Одно время этот метод пайки использовался при ремонте алюминиевых отливок, но и здесь он себя не оправдал, ибо спаянные места оказывались весьма неустойчивыми против коррозии. Кроме того, прочность их вообще получалась пониженная. При работе по указанному методу прочность пайки всецело зависит от правильного режима нагрева и тщательности натирания мест пайки припоем.

В настоящее время имеются алюминиевые припой, которые хорошо пристают к чистому (отшаброванному) алюминию без всяких флюсов. Такие припои содержат главным образом олово и цинк, затем алюминий, кадмий и 2—4% меди. Присутствия свинца следует избегать. Эти припои применяются для запайки дефектных мест в алюминиевом литье, хотя прочность получаемого спая невысока. Алюминиевые детали, спаянные оловянистым припоем, сильно подвержены коррозии, и места пайки со временем разрушаются.

Для исправления дефектов на литых деталях применяют такой способ: место, подлежащее пайке, зачищают напильником, а для обеспечения более прочного соединения детали с припоем делают в ней, если возможно, углубление в виде ласточкина хвоста и зачищают его проволочной щеткой. Затем запаиваемую поверхность натирают нагретым легкоплавким (температура плавления около 400°) припоем (предварительным) до тех пор, пока он хорошо не пристанет к поверхности. Далее на спаиваемое место ставят форму из листового железа или асбестового картона и заливают в нее расплавленный припой.

Наконец, запаиваемое место покрывают более легким припоем, имеющим цвет алюминия и почти не поддающимся коррозии.

Состав алюминиевых припоев приведен выше, в табл. 18 и 19.

Пайка алюминия и его сплавов твердым припоем. Твердые припои, применяемые для пайки алюминия, содержат от 70 до 95% алюминия и различное количество меди, цинка, олова, кремния, марганца, кадмия, серебра и других металлов. Рабочая температура при твердой пайке алюминия колеблется в пределах от 550 до 630°.

Кроме механической очистки спаиваемых поверхностей при помощи щетки, шабера или напильника, их необходимо подвергать травлению 10%-ным раствором едкого натра. После протравки едким натром отливку надо тщательно промыть проточной водой. Очищенные места обычно тотчас же покрываются трудно разрушаемой пленкой окиси алюминия, которая затрудняет и усложняет пайку. При пайке твердым припоем пленку окиси необходимо удалять при помощи подходящего флюса. В боль-

большинстве случаев флюсы для пайки алюминия состоят из хлористых солей. Они сильно поглощают влагу. Поэтому после пайки твердым припоем необходимо тщательно промывать швы проточной водой, чтобы полностью удалить флюс с места пайки. Неудаленные остатки флюса способствуют разрушению шва или запаянного места вследствие коррозии.

При пайке алюминия твердыми припоями перегрев припоя и места пайки особенно вреден, так как вследствие перегрева припой становится густым, и в нем запутываются окислы. Скопление окислов в припое очень сильно понижает прочность пайки.

Правильная и умелая пайка алюминия позволяет получать шов с хорошими механическими свойствами, устойчивый против коррозии. Особенно хорошие показатели в отношении механических и химических свойств при пайке твердым припоем дают некоторые патентованные припои, образующие прочные сплавы с основным металлом.

Пайка изъянов алюминиевых листов и труб мягкими припоями

При пайке алюминия мягкими припоями в большинстве случаев пленка окиси разрушается механическим путем.

Температура плавления алюминиевых припоев колеблется в пределах от 170 до 450°. Паяльник, изготовленный из алюминия, не всегда может обеспечить полное прогревание шва, поэтому паяльником пользуются лишь в исключительных случаях. При пайке паяльником припой должен быть в виде тонких проволок или тонких листочков (фольги), пользование же припоем такого вида не всегда бывает возможно.

В большинстве случаев пайку алюминия производят при помощи паяльной лампы и февки. Пайка осуществляется следующим образом: вначале очищают механическим способом (напильником, шабером, наждачной бумагой) место спая, затем начинают нагревать шов; нагревание продолжают до тех пор, пока наложенный припой полностью не расплавится; тогда его растирают по шву при помощи стальной проволочной щетки, пока на запаиваемом шве или изъяне не получится хорошего смачивания и прилипания припоя к металлу и не образуется ровная металлическая зеркальная поверхность.

Когда припой полностью покрое место спая, окончательно заливают изъян припоем, иными словами, производят пайку. Одним из припоев для пайки алюминия является сплав, состоящий из двух весовых частей олова и одной части цинка. Температура плавления этого припоя составляет 300°. Другой припой с тем-

температурой плавления в 200° содержит 60,6% олова, 24,3% цинка и 15,1% кадмия (в весовом отношении).

Описанный выше способ несколько затруднителен в сравнении с твердой пайкой, но зато он не требует специальных навыков. Такую спайку может произвести каждый, кто умеет пользоваться паяльной лампой и февкой. Основным требованием при пайке по этому способу является тщательное растирание расплавленного припоя.

Место спая алюминиевых изделий подвергается коррозии, поэтому спаянные детали рекомендуется покрывать густым слоем лака или наплавлять поверх припоя слой легкоплавкого металла, не поддающегося действию окисления.

Пайка благородных металлов

В тех отраслях промышленности, где приходится иметь дело с изделиями из благородных металлов, твердое паяние играет существенную роль.

При пайке обыкновенных серебряных сплавов применяют припой с более высоким содержанием серебра (60% и больше). Для понижения точки плавления в припой, кроме цинка и меди, вводят кадмий. При составлении подобных припоев необходимо обращать внимание на то, чтобы металлы, входящие в припой, хорошо соединялись с серебром. При таких условиях шов будет устойчивым в отношении коррозии и не будет отличаться по цвету от спаиваемого изделия.

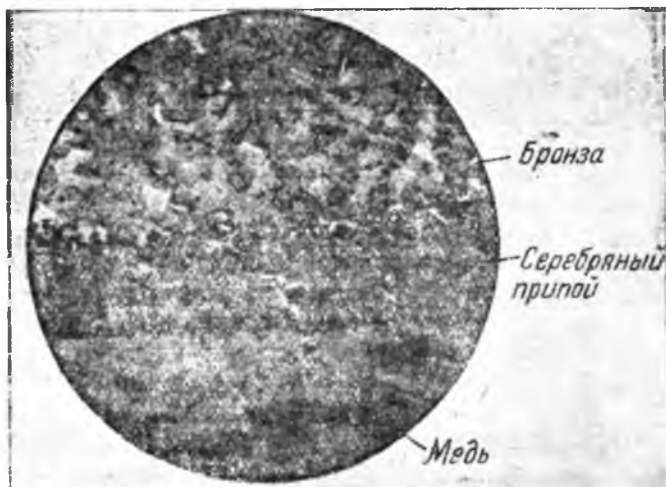
Для паяния золота необходимо применять сплавы, богатые золотом и содержащие серебро, медь, цинк и кадмий. При составлении припоя необходимо учитывать, что спаиваемый шов должен иметь одинаковый цвет с основным металлом. При паянии серебра и золота надо применять такие припои, которые сохраняют ценность спаиваемых изделий.

Пайка серебряными припоями

При пайке серебряными припоями можно пользоваться обыкновенной горелкой, работающей на смеси газа и воздуха, хотя такие горелки менее совершенны, чем горелки, работающие на смеси газа и кислорода или кислорода и ацетилена. Ценность ацетилено-кислородной горелки заключается в том, что во время работы можно изменять температуру пламени и всегда можно получить восстановительное пламя высокой температуры.

Основными флюсами при пайке серебряными припоями являются бура и борная кислота или их смесь. Все участки паяного шва должны быть покрыты флюсом, ибо незащищенные места при нагревании покрываются окисной пленкой, которую впоследствии трудно удалить даже при помощи флюсов.

Прежде чем наложить флюсы, необходимо проверить чистоту спаиваемых поверхностей. Плотно подогнанные края спаиваемых деталей позволяют получить прочный шов и уменьшают расход припоя. Чтобы получить шов лучшего качества, необходимо пользоваться приспособлениями. При пайке в приспособлениях рабо-



Фиг. 59. Микроструктура шва бронзы с медью, спаянных серебряным припоем. Видно, как припой проник в спаиваемые металлы (ув. 100)

чий может свободно нагревать детали, своевременно поднося припой, и таким образом сосредоточить все свое внимание на качестве пайки. При пайке без приспособлений приходится уделять много внимания поддержанию детали, а другой рукой в это время действовать горелкой, вследствие чего трудно своевременно поднести припой к пламени.

При пайке серебряными припоями последние в большинстве случаев образуют сплавы со спаиваемыми металлами, отчего про-

исходит диффузия припоя и спаиваемого металла. Этот процесс хорошо виден на фиг. 59, на которой изображен микрошлиф места спая меди и бронзы.

Практика пайки серебряными припоями. Пайка серебряными припоями широко распространена в нашей промышленности. Но в большинстве случаев этот дорогостоящий припой расходуется нерационально и применяется в тех случаях, где он с успехом может быть заменен латунными припоями.

Производственники и конструкторы очень часто встречаются затруднение при соединении патрубков и фланцев в кубах, баках и радиаторах. В таких случаях пайка мягкими припоями не обеспечивает надлежащей прочности, применение клепки невозможно, сварка же не позволяет заменять отдельные детали, так как при вторичной сварке швов изделий вполне возможны пережоги металла и образование трещин. В перечисленных случаях лучше всего применять пайку латунными или серебряными припоями. Шов, спаянный серебряным припоем, дает вполне надежное соединение, обеспечивающее герметичность изделий.

Серебряные припои обладают хорошими свойствами (значительное сопротивление изгибу, вибрации, толчкам, устойчивость при температурных изменениях). Высокие механические качества изделий, спаиваемых серебряным припоем, обеспечиваются тем, что припой свободно затекает в шов и поры металла и сплавляется с ним, образуя прочное, стойкое соединение. Серебряные припои весьма экономичны, несмотря на то, что основная составная часть их (серебро) дорога, если их применить умело.

Прокладка из серебряного припоя, помещенная под фланцем штуцера, применяется обычно не толще 0,1—0,2 мм, и площадь ее должна быть равна площади припаиваемого фланца. Отсюда видно, что затрата серебряного припоя ничтожна в сравнении с мягкими припоями, так как на данную пайку требуется от 0,1 до 0,2 кг половинника. К тому же шов, спаянный серебряным припоем, почти незаметен. Вокруг такого шва не имеется выступающей лишней массы припоя, поэтому серебряный припой желательно применять при пайке фланцев и кранов на изделиях, имеющих красивый внешний вид, и если прочность пайки не обеспечивается латунными припоями.

Основными флюсами для пайки серебряным припоем являются бура или смесь буры с борной кислотой. Они довольно хорошо взаимно дополняют друг друга, и такая смесь обеспечивает хорошую растекаемость припоя в пределах 760—870°. Данный флюс применяется при пайке с высокой температурой; для пайки же

при более низкой температуре употребляется фтористоводородный натрий. Этот флюс начинает плавиться при 480° и становится совершенно жидким и активным при 650° , оставаясь устойчивым при 870° .

Фтористоводородный натрий легко смешивается с водой до необходимой концентрации и затем наносится на паяльную поверхность при помощи щетки. Он не образует пузырей, не дает подтеков под действием паяльной горелки и легко удаляется с поверхности после промывки в горячей воде.

Практическое применение флюсов при пайке серебряными припоями. Правильное флюсование требует, чтобы все части шва и припой были покрыты флюсом. Флюс в виде пасты лучше всего наносить на спаиваемую поверхность при помощи щеток. Слой флюса будет защищать эту поверхность от дальнейшего окисления, поглощать образующиеся во время нагревания окислы и способствовать свободному растеканию припоя и хорошей смачиваемости паяемых поверхностей.

Для получения прочных швов припой должен быть полностью расплавлен. Желательно применять кислородно-ацетиленовые горелки, которые обеспечивают быстроту нагревания на небольших участках. Нагревание надо вести восстановительным пламенем.

Предварительное подогревание. При предварительном подогревании необходимо соблюдать осторожность во избежание перегрева и недогрева металла.

Паяльник должен точно знать требуемую температуру нагрева. Начало пайки лучше всего наблюдать по флюсу, так как он должен плавиться раньше припоя (ибо точка плавления флюса всегда ниже точки плавления припоя). Например, один из упомянутых выше флюсов — фтористоводородный натрий — полностью расплавляется при температуре в 650° , что свободно видно невооруженным глазом.

Паяемое изделие должно быть защищено от воздушной тяги, которая вызывает неравномерное охлаждение. При предварительном подогревании пламя должно подаваться круговым движением и возможно ближе к шву, чтобы быстро расплавлять находящийся на нем серебряный сплав. Таким образом можно избежать сильного нагревания основного металла.

Для примера рассмотрим технологию пайки штуцеров серебряным припоем. Возьмем три разновидности *a*, *b*, *c* соединений штуцеров (фиг. 60).

Пайка серебряными припоями является сравнительно легким

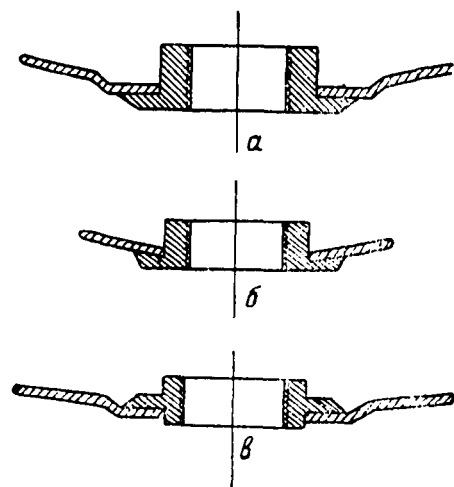
делом. Если строго соблюдать ряд приведенных ниже правил, то хорошее качество спаиваемых изделий будет обеспечено.

1. Все детали, подлежащие пайке, должны быть тщательно очищены. Грязь, масло и жиры удаляют со спаиваемых поверхностей либо посредством щеток, либо химическим путем. Тщательная предварительная очистка обеспечивает в дальнейшем полное удаление (при помощи флюсов) окислов, образующихся на поверхности металла.

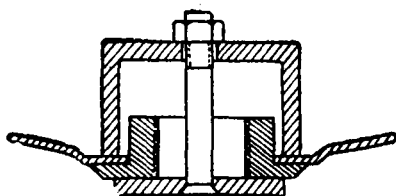
2. Спаиваемые детали смазывают или посыпают в местах пайки тонким слоем флюса. Напомним, что флюс обеспечивает припой свободное растекание по поверхности спаиваемых металлов и одновременно защищает эти поверхности от окисления и растворения окислов, образующихся при нагревании.

3. Смазывают флюсом заранее приготовленные кружочки припоя.

4. На выдавку корпуса изделия, покрытую флюсом, накладывают кольцо припоя, затем ставят штуцер и закрепляют его в приспособлении (фиг. 61). Состав припоев приведен в табл. 14 и 24.



Фиг. 60. Различные типы соединений штуцеров при пайке



Фиг. 61. Приспособление для пайки фланцев

5. После зажатия спаиваемых деталей в приспособлении производят пайку, нагревая место спайки ацетилено-кислородным пламенем до тех пор, пока припой полностью не расплавится. Нагревание должно быть все время равномерным, во избежание перегрева отдельных точек детали и излишнего окисления. Пайка показана на фиг. 62.

Передвигать пламя следует равномерно, постепенно поворачи-

Серебряные припой

Состав		Содержание %	Температура плавления °C	
			начало	конец
Припой № 1	Медь	80	} 655	705
	Серебро	15		
	Фосфор	5		
Припой № 2	Серебро	50	} 625	645
	Медь	15,5		
	Цинк	16,5		
	Кадмий	18		

температуру нагрева до температуры плавления припоя и нагревая при этом достаточно широкую площадь. Надо сильнее нагревать те детали, у которых масса больше. Если же спаиваемые детали равны по объему и площади, но различны по теплопроводности, то необходимо сильнее нагревать ту деталь, которая обладает лучшей теплопроводностью.

6. По окончании пайки деталям дают охладиться и только после этого снимают приспособление.

Затем удаляют наплывы припоя и флюса и зачищают готовые изделия.

При зажатии деталей в приспособлениях следует соблюдать осторожность. Зажимы приспособления должны быть расположены на наиболее прочных частях сечения зажимать изделие так, чтобы детали во время пайки.



Фиг. 62. Пайка серебряным припоем при помощи газовой горелки

детали. Приспособление должно избежать прогибов или порчи

Не надо забывать, что при повышенной температуре прочность материала (металла) быстро падает. Поэтому большинство зажимных приспособлений для пайки снабжены винтами или специальными винтовыми прорезями, так как во время нагрева деталей последние расширяются, зажатие же винта остается постоянным. Сила нажима частично увеличивается за счет расширения спаиваемых изделий.

Были попытки применить пружинные зажимы при пайке тонкостенных изделий, но они себя не оправдали, ибо при нагревании до 600—700° изделие теряло свою первоначальную прочность, а пружина продолжала давить с прежней силой, отчего детали прогибались и даже совершенно сплющивались. Из сказанного ясно, что применение приспособлений с пружинными зажимами недопустимо при пайке тонкостенных изделий. Пружинные прижимы с успехом можно использовать при пайке плоских изделий и листов металла, ибо в этих случаях нет опасности продавить изделие.

ОТДЕЛЬНЫЕ ВИДЫ ПАЙКИ, ЧАСТО ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В ПРАКТИКЕ

Припаивание патрубков к резервуарам и бакам

Если требуется припаять к резервуару или баку патрубок, то поступают следующим образом: прежде всего очищают место вокруг отверстия в баке; очистку производят вначале механическими средствами, а затем смазывают данное место флюсом из хлористого цинка (травленной кислотой); края вокруг отверстия облуживают; точно так же необходимо облудить и отбортованный конец патрубка. После этого прижимают отбортованный конец патрубка к отверстию бака, высверливают отверстия, вставляют заклепки (4—6 шт.), расклепывают их и производят пайку при помощи хорошо нагретого паяльника (от 400 до 600°).

Паяльником необходимо водить не по краю отбортованного конца патрубка, а по всей площади отбортовки, все время прижимая патрубок к бортам. Для описываемой работы обычно применяется оловянносвинцовый припой.

Если бак изготовлен из оцинкованного железа, то флюсом может служить вместо хлористого цинка соляная кислота.

Пайку бензиновых баков, бывших в употреблении, нельзя производить при помощи горелки или паяльной лампы, ибо такой бак всегда содержит незначительные остатки жидкого бензина или его паров. При поднесении открытого пламени к баку легко

может произойти взрыв, поэтому пайку бензиновых баков рекомендуется производить исключительно паяльниками.

Пайка радиаторных секций при помощи газовых горелок

Пайка мягкими припоями при помощи газовых горелок широко развита в автотракторной промышленности. При такой пайке (особенно при пайке радиаторных сот) необходимы большой опыт и навык, так как здесь приходится припаивать тонкостенные латунные или медные трубочки к массивной (сравнительно с трубочками) обечайке. Трубочка быстро нагревается и при невнимательном отношении ее легко пережечь. При тщательной же пайке горелкой можно получить чистый, ровный и хорошо пропаянный шов. Топливом для описываемой пайки служит светильный газ.

На фиг. 63 показана пайка радиаторной секции мягкими припоями при помощи газовой горелки (февки). Процесс пайки происходит в той же последовательности, как и при пайке паяльником. В облуженные пластинки радиатора вставляют трубки, которые с концов развальцовывают; концы трубок предварительно должны быть облужены.

Места пайки флюсуют хлористым цинком, подогревают их пламенем газовой горелки и одновременно расплавляют припой, выравнивая его при помощи пламени по всему шву. В этом случае пайка напоминает сварку, так как припой плавится аналогично присадочному материалу при сварке.

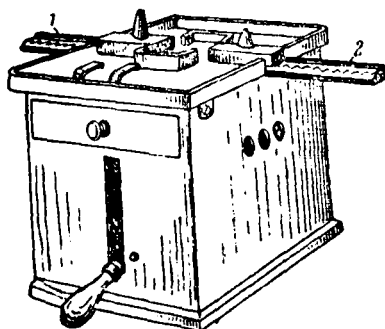
Запаянную радиаторную секцию зачищают шабером и проволочной щеткой, затем промывают, испытывают на герметичность и, наконец, сушат, после чего готовая секция поступает на сборку. Те места, где припой не смачивает спаиваемых поверхностей, необходимо еще раз смазать флюсом.



Фиг. 63. Пайка радиаторной секции при помощи газовой горелки (февки)

Электрическая пайка ленточных пил

В некоторых случаях при пайке твердыми припоями применяется тепло электрического тока (пайка ленточных пил, напайка пластин из быстрорежущих сталей и сверхтвердых сплавов к токарным и строгальным резцам и т. д.).



Фиг. 64. Приспособление для электрической пайки ленточных пил

Перед пайкой концы пилы зачищают на конус, покрывают их флюсом и кладут между ними пластинку припоя. Затем пилу укладывают на специальное приспособление (фиг. 64) и зажимают между клеммами, оставляя свободным участок, подлежащий пайке. Далее включают рубильник, и через клеммы начинает проходить электрический ток низкого напряжения. Проходя между клеммами, ток попадает на спаиваемые концы пилы и расплавляет припой, отчего происходит спайка шва.

Ток должен подводиться через трансформатор, который можно включать в осветительную сеть. Посредством такого трансформатора можно регулировать степень нагрева спаиваемого шва.

Для того чтобы пайка шла быстро и шов был чистым, необходимо на описанном приспособлении иметь рычажные металлические щипцы. Как только припой расплавится, необходимо немедленно зажать щипцами место спайки для того, чтобы быстрее охладить пилу. Тогда она снова станет твердой, и шов получится чистым и прочным.

По описанному выше принципу устроены электрические машины для сварки встык режущего инструмента.

Вопросы для повторения

1. Как происходит мягкая пайка паяльником и погружением?
2. Как очищаются места спая и для чего?
3. При какой температуре происходит пайка мягкими припоями?
4. Опишите процесс пайки твердыми припоями.
5. При какой температуре происходит пайка твердыми припоями?

6. Какие источники тепла применяются при пайке твердыми припоями?
7. Как подготовить шов перед пайкой мягкими и твердыми припоями?
8. Как производится пайка труб медных, стальных и т. д.?
9. В каких случаях производится пайка пламенем?
10. Что достигается при пайке пламенем?
11. Для каких работ применяется электрическая пайка?
12. Где применяется автогенная пайка?
13. При какой температуре происходит пайка свинца?
14. Какие припои применяются для пайки нержавеющей стали?
15. При какой температуре происходит пайка нержавеющей стали?
16. Почему необходимо нагревать спаяваемый шов выше точки плавления припоя?
17. Как происходит пайка никрома?
18. Какае припои и флюсы применяются для пайки никрома?
19. Опишите процесс подготовки и пайки отливок чугуна, стали и цветных металлов.
20. Каковы особенности пайки алюминия и его сплавов?
21. Почему необходимо удалять флюсы после пайки?
22. Почему нельзя паять пламенем бензиновые баки?

ВОЗМОЖНЫЕ НЕСЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ПРИ ПАЙКЕ И МЕРЫ ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Пайка. Паяльщик может пострадать от соприкосновения с острыми кромками листового металла, от огня, кислот, а также при вдыхании выделяющихся в процессе работы вредных газов и паров. Кроме того, неосторожное обращение с огнем может легко вызвать пожар. При разогревании паяльной лампы следует во избежание угара применять спирт. По этой же причине не надо допускать применения для нагревания паяльников и горнов сильно сернистого угля. Следует избегать чрезмерного накачивания воздуха в паяльную лампу, что может повлечь за собой взрыв и пожар.

Бензиновые паяльники, имеющие запас бензина в ручке, надо наполнять горючим в безопасном в пожарном отношении месте. Во избежание попадания огня внутрь паяльника необходимо следить за тем, чтобы предохранительная сетка находилась всегда на месте и была в полной исправности. С паяльником надо обращаться осторожно. Не следует прикасаться им к одежде, которая может от этого загореться. Во время коротких перерывов в работе, когда прерывать нагревание паяльника нецелесообразно, последний следует класть на подставку. При работе с электрическим паяльником необходимо следить за токопроводящими частями во избежание удара током.

Травление. Работа травильщика протекает во влажном помещении, насыщенном вредными газами. Спецодежда травильщика должна быть из сукна и сшита шерстяными нитками, иначе она будет быстро разрушена кислотой. Одежда эта состоит из куртки, брюк, фартука, рукавиц и войлочной шляпы. На ногах должны быть надеты резиновые сапоги.

Бутылы с кислотой надо перевозить на специальных тележках, снабженных устройством для опрокидывания бутылей, чтобы не приходилось удерживать последние на весу руками. При разбавлении серной кислоты необходимо осторожно вливать ее в воду, а не наоборот, в противном случае, вследствие мгновенного выделения большого количества тепла, начнется интенсивное выделение паров, кислота будет разбрызгиваться, и это может вызвать тяжелые ожоги. Пары серной кислоты тяжелее воздуха, поэтому при использовании последней в качестве травителя вытяжную вентиляцию надо располагать внизу с таким расчетом, чтобы газы сразу попадали в вытяжку и немедленно удалялись из помещения.

Из всего сказанного выше видно, что рабочее место паяльщика должно быть правильно и удобно расположено и рационально организовано. Нагревательные устройства, верстаки и рабочие столы должны быть устойчивыми. Опасные места необходимо ограждать специальными устройствами, которые должны удовлетворять следующим требованиям: 1) предупреждать несчастные случаи; 2) не препятствовать успешной работе.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПАЯЛЬНЫХ РАБОТАХ

1. Помещение под паяльные мастерские отводится с таким расчетом, чтобы на каждого паяльщика в среднем приходилось не менее 4 м² на пост, кроме проходов, которые должны иметь не менее 1 м от одного поста к другому. Помещение мастерских должно быть выстроено из огнестойкого материала. При деревянной же постройке помещение должно быть защищено от возгорания штукатуркой или огнеупорной краской.

2. Искусственное освещение должно быть достаточно и равномерно.

3. Окна в паяльных мастерских и стекла в них должны содержаться в чистоте.

4. В местах производства паяльных работ должна быть установлена вентиляция, гарантирующая отвод образующихся в процессе пайки вредных газов. Повышение температуры помещения выше нормальной (12°) не допускается.

5. Крупные детали не разрешается нагревать перед пайкой непосредственно в паяльной мастерской, если над горнами для подогревания не установлены вытяжные приспособления, обеспечивающие отвод отходящих газов.

6. Воспрещаются паяльные работы с изделиями, находящимися под давлением.

7. Не допускается пайка вблизи легко воспламеняющихся или огнеопасных материалов. Расстояние от места нахождения таких материалов до рабочего места паяльщика должно быть не менее 5 м.

8. Воспрещается хранить в паяльных мастерских легко воспламеняющиеся материалы, как то: керосин, бензин, спирт, паялю и т. д.

9. При ремонте тары из-под различных легко воспламеняющихся материалов необходимо принимать меры предосторожности (предварительная промывка горячей водой, паром, нашатырным спиртом, каустической содой и т. п.). Подпайку бензиновых баков можно производить только при открытых пробках.

10. При твердой пайке надо проверять исправность баллонов с кислородом.

11. В рабочих помещениях не допускается установка газогенераторов.

12. Во время работы генератора в цехе воспрещается подходить к нему с палирсой, работающей горелкой, паяльной лампой или вообще с огнем. Во избежание всяких случайностей необходимо во время работы ставить у генератора наблюдателя.

13. Воспрещается чистить, разбирать и собирать переносный генератор непосредственно в паяльных мастерских.

14. При утечке газа из газогенератора разрешается искать место утечки только при помощи мыльной воды и ни в коем случае не посредством огня. Генератор и кислородные баллоны рекомендуется устанавливать в отдельном помещении.

15. После зарядки аппарата карбидом весь воздух из газгольдера должен быть удален в атмосферу, чтобы таким образом получить для пайки газ без примеси воздуха.

16. Не допускается проталкивание карбида в воронку железными прутками, так как это может вызвать искру и взрыв. Карбид должен быть раздроблен заранее.

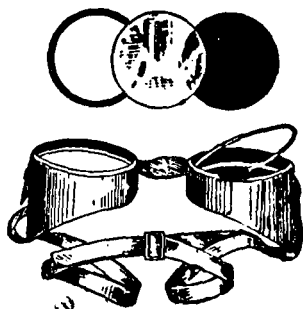
17. Воспрещается увеличивать давление в газогенераторе путем наложения тяжестей на колокол, во избежание взрыва газа при повышенном давлении.

18. Если в газогенераторе или трубопроводе будет обнаружена

утечка газа, то работа должна быть приостановлена. Газ нужно спустить, помещение тщательно проветрить, после чего начать ремонт.

19. Иловые остатки от карбида, выгруженные из генератора, должны быть тщательно убраны без проливания их на пол и в железных ящиках отвезены на специальные иловые свалки.

20. Шланги к газогенератору должны быть защищены от всевозможных механических повреждений, от огня и т. п. Необходимо следить за правильным и плотным присоединением шлангов к аппарату, редуктору и горелке. Все эти места надо тщательно проверить перед началом работы. Применение недоброкачественных или поврежденных шлангов, подмотанных изолировочной лентой или каким-либо другим материалом, не допускается.



Фиг. 65. Защитные очки, применяемые при пайке и сварке горелками

очков со специальными стеклами (фиг. 65).

При необходимости ремонта шланга нужно вырезать испорченное место и вставить ниппель.

21. При зажигании горелки нужно прежде всего открыть кислородный кран (первым), ватем пустить ацетилен и тотчас же зажечь; при тушении, наоборот, — первым перекрыть ацетилен, а вторым — кислород.

22. При твердой пайке паяльщику не разрешается работать без темных

23. Растительные, животные и минеральные жиры не должны допускаться в тех частях оборудования, где они могут соприкаться с кислородом.

24. Если паяльщик обнаружит перегрев горелки, то он обязан приостановить работу, закрыть краны горелки и погрузить ее в ведро с водой, пока она не остынет.

25. Воспрещается транспортировать баллон без предохранительных заглушек на штуцерах вентилях и без общих колпаков на баллонах, предохраняющих весь вентиль. Баллоны, наполненные кислородом, нельзя бросать или подвергать ударам. Переноска баллонов на плечах воспрещается. Воспрещается помещать кислородные баллоны под источниками тепла.

26. Перед присоединением к баллону редуктора необходимо произвести предохранительную продувку штуцера — путем кратковременного открывания вентиля — для удаления посторонних частиц

После установки редуктора на баллон надо открывать кислородный вентиль медленнее, причем открывающему воспрещается находиться против редуктора. В случае замерзания вентиля кислородного баллона разрешается отогреть его только чистой водой без следов масла.

27. В тех случаях, когда из-за неисправности вентиля баллона кислород не был использован, при отправке баллона на завод необходимо сделать на нем надпись: «осторожно», «полный» и т. д. Ремонтировать вентили баллонов своими средствами, а также разбирать их, когда они наполнены кислородом, воспрещается: ремонт производит завод, наполняющий баллон газом.

28. Пропускающие газ шланги, редукторы, вентили, водяные затворы и прочие детали оборудования должны быть немедленно заменены новыми, предварительно испытанными.

29. При пайке мягкими припоями газы от нагревания паяльников должны быть удалены из мастерской.

30. Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке.

ГЛАВА VI

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

До последних лет организации паяльных работ уделялось мало внимания. Только за последнее время эти вопросы стали привлекать внимание специалистов.

Известно, что раньше паяльные мастерские и цехи представляли собой грязные помещения, заваленные различным хламом. Работа в таких условиях являлась изнуряющей и вызывала частые заболевания рабочих. Естественно, что в силу этого производительность труда была весьма низкой.

В увеличении производительности, которой добились стахановцы, большую роль играет четкая организация рабочего места, создание правильной поточности и технологического процесса, освобождение паяльщика от подсобных работ и повышение его технического и культурного уровня.

Для повышения производительности труда паяльщика и обеспечения развития стахановских методов работы необходимо выполнение ряда условий.

1. Паяльщик должен быть освобожден от подсобных подготовительных и заключительных работ. Для этого паяльные приспособления, инструмент, флюсы и припой должны в достаточном количестве находиться у рабочего места до начала пайки.

В мастерских, где производятся паяльные работы, необходимо иметь подсобных рабочих, которые должны до начала работ разогревать нагревательные устройства (печи, горны, жаровни и т. д.), отковывать и заправлять паяльники и пр. По указанию мастера подсобные рабочие должны разносить по рабочим местам предназначенные для пайки приспособления и детали, предварительно подготовить спаиваемые поверхности и т. д. Наличие подсобных рабочих повышает производительность труда и облегчает труд па-

яльщика. В то же время из подсобных рабочих следует готовить квалифицированных паяльщиков. Для выполнения паяльных работ не требуется особой физической силы.

2. Припой и флюсы должны быть правильно приготовлены. В мастерских, где работает более 10 паяльщиков, необходим специальный человек для наблюдения за приготовлением флюсов. Там же, где паяльщиков меньше десяти, подготовку флюса и припоя можно возложить на мастера.

3. Лишние движения во время работы должны быть устранены, для чего весь инструмент следует располагать на специальном паяльном столике под рукой у рабочего, чтобы он, не сходя с места, мог взять нужный ему инструмент.

4. При пайке следует пользоваться несколькими паяльниками, ибо в то время как одним производится пайка, второй подогревается; таким образом обеспечивается непрерывный процесс пайки.

5. Работу необходимо производить строго по технологическому процессу, соблюдая все правила по нагреванию паяльников, правильному флюсованию и очистке спаиваемых поверхностей. Паяльник должен знать, какой флюс и припой лучше применить для пайки данного металла. В процессе пайки большое значение имеет температура плавления припоя. Поэтому необходимо точно знать эту температуру для каждого данного припоя. Паяльник должен точно уяснить себе, что толстый слой припоя между спаиваемыми изделиями не повышает прочности, а, наоборот, понижает ее и увеличивает расход припоя. Поэтому, если невозможно плотно прижать друг к другу спаиваемые детали, то лучше в зазор между ними вставить пластинку металла и только затем производить пайку (часто при пайке радиаторных сот применяют пыжи). При заливке зазоров спаиваемого шва припоем расход припоя увеличивается и шов ослабляется.

Рабочий, работающий в грязном помещении, невольно и сам становится неряшливым в работе. Инструмент загрязняется, флюсы засоряются, спаиваемый шов получается грязным и недоброкачественным, и процент брака повышается. Грязь угнетающе действует на рабочего: он быстро утомляется, отчего его производительность очень сильно понижается.

Сырость, грязь, вредные газы, выделяемые некоторыми флюсами, разрушают здоровье рабочего. Все это понижает производительность труда и вызывает заболевание рабочих.

Для достижения высокой производительности труда в паяльном деле необходимо решительно бороться с грязью, повести борьбу за культуру рабочего места. Помещения паяльных мастерских долж-

ны быть чистые, полы необходимо ежедневно мыть, в крайнем случае протирать мокрой тряпкой. Паяльные помещения должны иметь хорошее, равномерное освещение, которое играет большую роль в процессе твердой пайки (при определении цвета побежалости нагретого шва для пайки). Однако чистота и свет — это еще не все. В мастерских должна быть мощная вентиляция, которая очищала бы воздух.

ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

В целях содержания в полном порядке нагревательных устройств, вентиляционных установок и паяльных приспособлений следует производить периодический осмотр их для своевременного ремонта. При этом должны быть установлены порядок и сроки осмотров с закреплением известных лиц за определенными агрегатами и рабочими участками.

Работа паяльщиков должна производиться в строго определенном порядке, т. е. по плану, поэтому необходимо своевременно (планово) подавать к рабочему месту материалы и полуфабрикаты с накоплением минимального запаса, гарантирующего бесперебойность работы. Паяльник должен заниматься только одной пайкой, все же остальные работы, например снабжение рабочих мест материалами, сборка сметок, уборка изделий и другие, должны производиться подсобными рабочими. Паяльник должен быть заблаговременно поставлен в известность о характере предстоящей работы, а рабочее место его должно быть также заблаговременно снабжено приспособлениями, рабочими чертежами, инструкционными картами, таблицами и справочными материалами.

Готовые изделия необходимо сразу же передавать на промывку, чтобы освободить площадь и предохранить изделие от коррозии (ржавления), своевременно удаляя остатки флюса путем промывки.

Не следует забывать, что при всех технических мероприятиях нужно учитывать существующее оборудование, имеющиеся приспособления и квалификацию рабочих. Стахановские методы организации труда, соединенные с техническими усовершенствованиями агрегатов, дают огромный производственный эффект.

ИНСТРУКТАЖ И КОНТРОЛЬ

Инструктаж паяльщиков производится устно или в письменной форме — в виде специальных инструкций с наглядными пособиями. Мастер должен инструктировать паяльщиков (в особен-

ности малоквалифицированных) в процессе самой работы, а не по ее выполнении, так как пайка является ответственной операцией, проверить качество которой после ее окончания иногда бывает затруднительно, ибо паяльник может не спаять, а слепить изделие, т. е. не пропаять, а замазать непрогретый шов припоем или сделать неполную пропайку. На обязанности мастера лежит организовать и передавать лучшие стахановские методы работы всем рабочим его участка.

Технический контроль базируется на технических условиях, а следовательно, и на правильном технологическом процессе пайки детали. Полуфабрикаты, припой, флюс и готовые изделия должны соответствовать техническим условиям. Контролеры должны наблюдать за всем процессом работы, и там, где есть опасность получить брак, принимать меры по его предупреждению и ликвидации. Технические условия на выпускаемое изделие должны знать все рабочие. При таких условиях работа, выполняемая паяльщиками, будет полностью соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к изделию.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАДИАТОРОВ

Для того чтобы лучше представить организацию паяльного производства, мы кратко описали законченный цикл производства радиаторов, где преобладающее количество операций принадлежит пайке, как процессу обеспечивающему в радиаторном производстве прочность, а также герметичность.

Современная техника моторостроения в области автомобилестроения, и в особенности в авиационном, требует от радиаторов безупречной работы. Радиаторы являются неотъемлемой частью мотора внутреннего сгорания и делятся на два вида. Одни из них называются водяными радиаторами и предназначены для охлаждения жидкости, которая омывает цилиндры моторов и в свою очередь отнимает тепло у блока мотора. Радиатор же полученное тепло через жидкость от мотора рассеивает в окружающий воздух. Второй вид радиаторов предназначен для охлаждения смазки мотора; такие радиаторы называются масляными радиаторами. Масляный радиатор работает так же, как и водяной; он получает тепло от горячего масла, поступающего из мотора, и в свою очередь рассеивает полученное тепло в окружающий воздух.

По конструкции радиаторы бывают сотовые, пластинчатые и др.

Сотовыми радиаторами называются такие радиаторы, у которых элемент, рассеивающий тепло, представляет собой сот, набранный из отдельных трубок, спаянных вместе (фиг. 66).

Пластинчатыми радиаторами называются такие радиаторы, у которых элемент, рассеивающий тепло, состоит из отдельных трубок, на которые надето большое количество пластинок и спаянных вместе пластинок и трубок.

Радиаторы обычно изготавливаются из меди, латуни и стали. Медь идет в виде тонкостенной трубки с сечением $8 \times 7,7$ мм

и меньше для сот и в виде фольги с толщиной 0,1 — 0,15 мм — для пластин.

Латунь употребляется в виде листов на корпус радиатора и в виде прутков — для арматуры.

Железо применяется в виде листов, идущих на силовые профили, придающие прочность корпусу радиатора, и на элементы крепления радиатора к самолету или автомобилю.

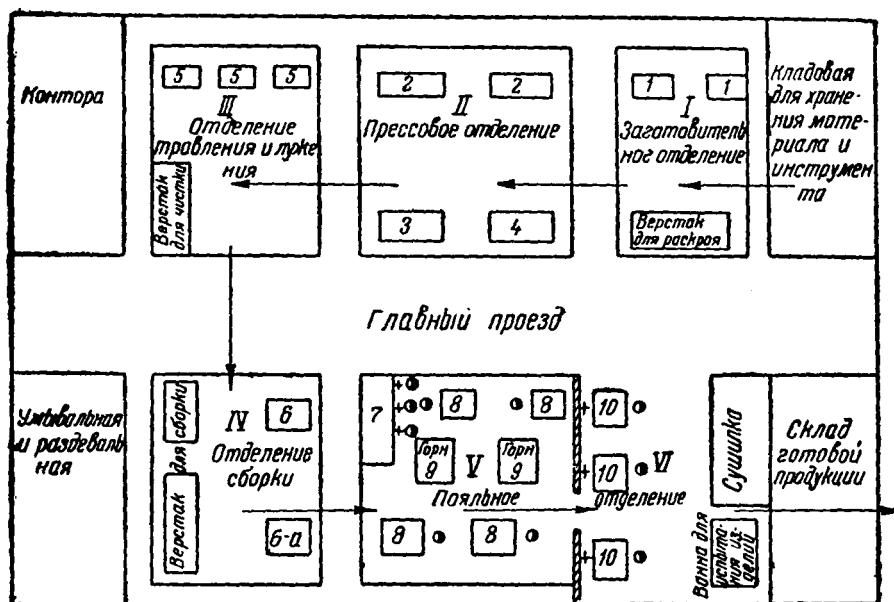
Все детали радиатора соединяются между собой посредством заклепок, пайки и в отдельных частях сваркой. Учитывая большое количество паяльных работ, мы решили описать последовательность операций сборки радиаторов и роль и место пайки в радиаторном производстве, где к пайке предъявляются особые высокие требования.

Краткое описание производства радиаторов позволит паяльщику понять необходимый комплекс вопросов, связанных с производством пайки, и усвоить необходимые требования, предъявляемые к пайке.

ПЛАНИРОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА МЕДНИКА И ПАЯЛЬЩИКА В РАДИАТОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

На фиг. 67 показана схема организации радиаторного цеха, который состоит из заготовительного отделения I, прессового отделения II, отделения травления и лужения III, отделения сборки IV, паяльного отделения V, и отделения испытания радиаторов VI.

Для массового или крупносерийного производства организуются радиаторные заводы или цехи, кооперированные с другими видами производства. Мы не показали на схеме отделения обработки красномедной трубки, наборку ее в сот и их спайку потому, что данное производство принадлежит к специальному виду



Фиг. 67. План радиаторного цеха с отделением для пайки:

1 — ножницы; 2 — пресса; 3 — зиг-машина; 4 — загибочная машина; 5 — ванны; 6 — сверлильные станки; 6а — клепальный станок; 7 — верстак для пайки; 8 — рабочие места паяльщиков; 9 — нагревательное устройство; 10 — посты для твердой пайки

производств, где пайка производится методом погружения и где применяется труд низкоквалифицированных паяльщиков, так как процесс пайки механизирован.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТОК ПРОИЗВОДСТВА РАДИАТОРОВ

Листовая латунь и листовое железо поступают со склада в заготовительное отделение 1, где производится раскрой листа на

требуемые заготовки в количестве обусловленной программой и гриффиком поставки заготовки. При раскрое листа необходимо пользоваться раскройными картами. Раскройные карты должны быть составлены с таким расчетом, чтобы отходов от раскроя листа не было совершенно; там, где невозможно это сделать, отходы должны быть сведены к минимуму. Материал заготовительной мастерской должен выдаваться по весу в строгом соответствии с программным заданием. На рабочие места материал подается по весу и по счету листов с указанием, на какое количество и каких деталей выдан данный металл.

Из заготовительного отделения заготовки передаются в прессовое отделение по счету с соответствующим оформлением документов. В прессовом отделении производится штамповка деталей из заготовки. Как правило, прессовое отделение должно иметь, кроме прессов, отжигательную печь, так как при штамповке деталей зачастую требуется промежуточный отжиг деталей. Штамповка производится на кривошипных и фрикционных прессах. Фрикционные прессы применяются для штамповки гофрированных пластин потому, что при штамповке гофра требуется глухой удар, фрикционный же пресс глухих ударов не боится. Штамповка остальных деталей производится на кривошипных прессах. Штампованные детали из заготовительного отделения поступают по накладным в отделение травления и лужения деталей. Травление и лужение деталей производится согласно инструкции на травку и лужение. Радиаторные детали в большинстве своем подвергаются травлению и лужению. Стальные детали, как правило, лудятся полностью для того, чтобы защитить их от коррозии. Латунные детали подвергаются лужению лишь в тех местах, где производится пайка при последующем сочленении деталей в узлы или изделие. Все детали, подвергающиеся пайке, в обязательном порядке должны быть чистыми, с облуженными местами соприкосновения одной детали к другой. Известно, что прочность и герметичность при пайке можно получить лишь у чистых деталей без наличия коррозии. Требуемую чистоту спаиваемых деталей получаем только при тщательном травлении, лужении и последующей промывкой.

Протравленные, облуженные и просушенные детали по инструкции сдаются в промежуточный склад и лишь в крайнем случае идут прямо в сборочное отделение.

В сборочном отделении производится сборка деталей в узлы и целые изделия на приспособлениях. Приспособления должны быть точными, для того чтобы избежать ручных доводок узлов и изделий после сборки. Как правило, детали, собранные на при-

способления в узлы или изделия, прихватываются припоем, т. е. производится пайка местами (точками). После прихватки узел с приспособления снимается и подвергается сверлению и клепке. Прихваченные и склепанные узлы и изделия поступают на пайку.

При сборке деталей в узлы и изделия в обязательном порядке должно соблюдаться сохранение оптимальных зазоров между спаиваемыми деталями. Оптимальный зазор при пайке колеблется в пределах от 0,02 до 0,2 мм.

Прихваченные и склепанные корпуса поступают в паяльное отделение, где производится пайка.

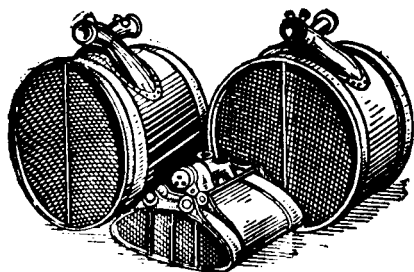
Пайка корпусов радиаторов производится газовыми февками или паяльником. Пайка должна быть тщательной, обеспечивающей пропайку шва на всю глубину соприкасающихся деталей. При хорошем навыке паяльщика пайка газовой февкой лучше обеспечивает прочность и герметичность шва. Перед пайкой и в процессе пайки паяемые места изделия должны хорошо флюсоваться, для того чтобы обеспечить проникновение припоя между спаиваемыми деталями и растворить образовавшиеся окислы и тем самым обеспечить надежность пайки. Спаенные корпуса тщательно промываются в проточной воде с протиркой волосяными или мочальными щетками, после чего просушиваются горячим воздухом или в сушилках и поступают на вставку и пайку сот в корпус.

Перед вставкой сот в корпус необходимо хорошо осмотреть места припайки сот и корпуса; если обнаружится загрязненное место, то последнее необходимо очистить и профлюсовать, там, где ободрана полуда, необходимо облудить при помощи паяльника или февки. Впайка сот в габарит должна производиться высококвалифицированными паяльщиками, потому что производится спаивание тонкостенных трубок 0,15 мм с корпусом толщиной от 1 до 2 мм. Неквалифицированный паяльщик может при пайке распаять близлежащие ряды трубок, которые при испытании дадут течь, или же упустит большое количество припоя во внутреннюю полость радиатора. Частицы припоя, попавшие во внутреннюю полость радиатора, увеличивают расход его и в процессе эксплуатации радиаторов могут засорять фильтры трубопроводов системы охлаждения.

Для обеспечения качественной пайки необходима чистота в помещении спаиваемых изделий, культурность и высокая квалификация паяльщиков.

Готовые радиаторы (фиг. 68) поступают в испытательное отделение, где производится испытание радиаторов на герметичность, промывка с целью удаления остатков флюса и замер пропускной способности.

Испытание на герметичность производится следующим образом: отверстия сливных, входных и выходных штуцеров закрываются специальными гайками с резиновой прокладкой. К одной из гаек приварена трубка с диаметром 10—12 мм и длиной 100 мм, на которую надевается резиновый шланг, а второй конец резинового шланга соединен с воздушным трубопроводом. После того как шланг будет надет на трубку штуцера, радиатор погружается в воду, после чего постепенно открывается воздушный кран и радиатор наполняется воздухом. Допустимое давление в радиаторе обуславливается техническими условиями или чертежом.



Фиг. 68. Сотовый радиатор для охлаждения воды

В тех случаях, когда радиатор не герметичен, негерметичные места легко обнаруживаются в ванне с водой. В этих местах воздух будет выходить из радиатора и будет стремиться на поверхность воды в виде фонтана или отдельных пузырьков. В случае появления течи места течи подплавляются, и радиатор снова подвергается испытанию на герметичность. Время выдержки радиатора в воде под определенным давлением обуславливается технологией или специальными инструкциями.

Герметичный радиатор ставится на установку для замера пропускной способности радиатора, где производится прокачка воды через радиатор под определенным давлением (допустимым для данного радиатора). Во время пропускания воды через радиатор производится замер пропускной способности радиатора и дополнительная промывка радиаторов. После замера пропускной способности радиатор просушивается по специальной инструкции, испытывается на герметичность, обдувается воздухом и отправляется в малярное отделение для покраски.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Себестоимость изделия складывается из нескольких элементов. В нее входят: стоимость материалов, заработная плата, стоимость инструмента, цеховые накладные расходы и накладные расходы по заводу. Для подсчета себестоимости изделия обычно пользуются следующей формулой:

$$E = M + Z + И + H_4 + H_3,$$

где E — заводская себестоимость,
 M — стоимость материала,
 Z — производственная зарплата,
 $И$ — стоимость инструмента,
 H_4 — цеховые накладные расходы,
 H_3 — заводские накладные расходы.

В стоимость материалов в паяльном деле входят: затраты на материал изделия и припой, остальные же материалы относятся к вспомогательным и входят в накладные расходы цеха. К цеховым накладным расходам относятся следующие элементы затрат:

- 1) электроэнергия,
- 2) пар,
- 3) сжатый воздух,
- 4) содержание оборудования (ремни, смазка оборудования, нагревательные и травильные устройства и т. д.),
- 5) вспомогательные материалы,
- 6) содержание цеховой администрации, подсобных рабочих и всего обслуживающего персонала цеха,
- 7) охрана труда,
- 8) производственная вода,
- 9) отопление, освещение и прочие амортизационные расходы по содержанию цеха, станков, машин и оборудования.

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Перед рабочим-паяльщиком стоят следующие задачи по снижению себестоимости продукции:

- 1) хорошо изучить процесс пайки; для этого следует постоянно повышать свой технический уровень и повседневно изучать работу передовых стахановцев своего предприятия, а где можно, и работу стахановцев смежных производств;
- 2) соблюдать трудовую дисциплину, уплотнить рабочий день, не допуская прогулов, ненужного хождения и т. д.;
- 3) хорошо изучить свое рабочее место и технологический процесс; не допускать ненужных движений; вносить рационализаторские предложения для улучшения и ускорения производственного цикла;
- 4) не допускать перегрева паяльников, от которого они быстро сгорают и выходят из строя; не бросать кусочков припоя и стремиться к полному использованию последнего, напавшая остаток на новый прутки или применяя специальное приспособление;

5) правильно и рационально использовать оборудование, бережно относясь к материалу, инструменту и изготавливаемым изделиям;

6) не допускать образования больших зазоров между спаиваемыми изделиями, ибо в эти зазоры идет много лишнего припоя, и качество пайки понижается;

7) выпускать комплектную продукцию высокого качества, не допуская брака изделий;

8) содержать рабочее место в чистоте.

При соблюдении всех указанных факторов можно добиться рентабельности производства и обеспечить дальнейший рост предприятия, снижение себестоимости и улучшение качества выпускаемой продукции.

ЭКОНОМИЯ МАТЕРИАЛОВ

Экономия материалов в паяльном деле имеет огромное значение вследствие дефицитности и высокой стоимости цветных металлов. Большую роль играет и замена дорогостоящих припоев более дешевыми. Так, на некоторых зарубежных предприятиях в связи с борьбой за экономию металлов запрещено применение мягких припоев, содержащих свыше 40% олова. Путем добавки сурьмы удалось получить припой, который не уступает припою с высоким содержанием олова. Точно так же и в СССР применение латунных и фосфористомедных припоев вместо серебряных и малооловянистых и замена высокооловянистых припоев безоловянистыми дали хорошие результаты.

Малооловянистые припои (6% сурьмы, 4% олова, остальное — свинец) применяются у нас на ряде заводов.

Во время пайки нельзя допускать вытекания припоя на пол. Чтобы избежать излишних потерь припоя, необходимо подгонять (сжимать) плотные спаиваемые изделия и не перегревать спаиваемых мест. В процессе пайки радиаторов, радиаторных сот и других изделий образуется много так называемых сметок припоя, которые необходимо собирать, не допуская загрязнения и потерь припоя.

При лужении надо вести борьбу с окислением расплавленного металла. На окисление (так называемую изгарину) при лужении уходит до 5% олова. Чтобы уменьшить окисление, необходимо избегать излишнего перегрева расплавленного припоя. Необходимо также покрывать поверхность расплавленного припоя слоем флюсов для предохранения его от окисления.

При освинцовывании отходы свинца достигают 10%. Для уменьшения этих потерь надо, чтобы температура оловянно-свинцового

сплава не превышала 380°. Поверхность расплавленного сплава следует предохранять от окисления слоем хлористого цинка. При нанесении слоя олова и свинца на железные изделия надо стремиться к тому, чтобы слой сплава был тоньше. Для этой цели не следует охлаждать олово ниже 250° и оловянно-свинцовый сплав — ниже 300°.

При извлечении изделия из сплава надо хорошо стряхнуть его для удаления излишка полуды (сплава). Стряхивать излишек сплава нужно на чистый пол, обитый железом (вокруг ванны). Металл необходимо собирать с полу несколько раз в течение смены в специальный сосуд, во избежание загрязнения и потерь.

При лужении в растирку излишек «распущенного» на изделие металла нужно сметать в сосуд, предназначенный для сметок.

В дни отечественной войны вопросу экономии материалов необходимо уделять больше внимания. Каждый килограмм сэкономленного металла усиливает мощь нашей Красной Армии.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТРАВЛЕНИЮ И ОБЕЗЖИРИВАНИЮ ЛАТУННЫХ ИЗДЕЛИЙ

1. По данной инструкции можно производить операции обезжиривания и травки любых латунных деталей и изделий в целом.

2. Обезжиривание деталей производится в ванне, наполненной 10%-ным раствором каустической соды при температуре 80°. Концентрация каустической соды (щелочи) в ванне допускается в пределах от 10 до 15% или в ванне с 5% каустической соды, 5% кальцинированной соды и 5% контакта Петрова.

3. Время выдержки деталей в первом растворе определяется в зависимости от степени загрязненности деталей и находится в пределах от 10 до 20 мин. и во втором растворе от 3 до 5 мин.

4. Признаком окончательного обезжиривания служит полное смачивание поверхности изделий и отсутствие обтекаемых несмооченных участков после промывки водой.

5. После обезжиривания детали немедленно подвергаются промывке в ванне с проточной водой и переносятся в ванну для травки.

6. Травление производится в ванне, содержащей 10% серной кислоты и 5% хромпика (проценты исчисляются от веса) или 9% хромового ангидрида и 3% серной кислоты.

Лужение железных деталей горячим способом

Лужение железных деталей производится с целью предохранения металла от коррозии и лучшего спайвания; защита от коррозии обеспечивается путем нанесения на совершенно чистую поверхность металла равномерного, беспористого, гладкого прочного слоя полуды. До облуживания поверхность металла должна быть подготовлена. Подготовка поверхности деталей производится до получения металлически чистой поверхности (блестящей или матовой). Загрязнения, наличие окислов, следы коррозии, окалина, темный налет, масло и т. д. на поверхности металла, подлежащего лужению, — не допускаются.

Детали, имеющие большую окалину, должны подвергаться перед травкой обдувке песком на пескоструйном аппарате.

1. Ванна для обезжиривания должна быть наполнена раствором 10%-ной каустической соды (технического едкого натрия). При расчете принимается на 1 л воды 100 г каустической соды или

раствора, содержащего 5% каустической соды, 5% кальцинированной соды и 5% контакта Петрова.

2. Во время работы ванны рабочая температура раствора должна быть 80—90°.

3. Выдержка деталей в первом растворе производится от 10 до 30 мин. и во втором растворе — от 3 до 5 мин. в зависимости от степени загрязнения маслом.

4. Проверка качества обезжиривания деталей производится путем внешнего осмотра; деталь считается обезжиренной только в том случае, когда после промывки в воде вся поверхность ее смачивается водой, не оставляя обтекаемых не смоченных водой участков.

5. В случае загрязнения поверхности раствора каустической соды маслом и различной грязью, загрязнения должны немедленно удаляться.

6. Состав раствора контролируется химиком.

Примечание. Вместо каустической соды допускаются для обезжиривания заменители:

1) Технический едкий калий 10%.

2) Трифосфата натрия 5%, жидкого стекла 30% и каустической соды 1%.

7. Обезжиренные детали хорошо промываются в ванне с проточной водой и поступают на травку. В тех случаях, когда детали сразу не идут в травку, то после промывки детали необходимо просушить в сушильных шкафах при температуре 100—120°.

Для травления железных деталей применяется несколько составов раствора:

1. Раствор соляной кислоты с содержанием кислоты от 5 до 7% по весу. Соляная кислота должна удовлетворять ОСТ $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}}$ 6731.

2. Рабочая температура раствора ванны должна быть не более 40°.

3. Время выдержки деталей в растворе соляной кислоты колеблется от 20 до 60 мин. в зависимости от размера поверхности детали и степени ее загрязнения.

4. В растворе соляной кислоты допускается содержание хлористого железа не более 8‰. Добавка кислоты и смена раствора производится химиком. Химический анализ раствора, при непрерывной работе производится не менее двух раз в сутки.

Примечание. Ванны для солянокислого травления должны быть облицованы диабазовыми плитками с силикатной замазкой.

5. После травки детали промываются в проточной воде.

6. После травки и промывки поверхность железа должна быть совершенно чистой, без следов окалина и ржавчины. Темный налет должен быть обязательно удален при помощи щетки или тряпки, после чего поверхность детали должна иметь ровный, светлый цвет металлически чистого железа (блестящий или матовый). После очистки темного налета детали также необходимо промыть в проточной воде (желательно при помощи душа).

7. После промывки деталь немедленно поступает в ванну для флюсования. Для железных деталей лучше всего применять флюс —

25%-ный раствор хлористого цинка. При флюсовании деталь погружается полностью в раствор хлористого цинка. Деталь выдерживается во флюсе в течение 2—3 мин.

8. После флюсования деталь поступает в ванну для лужения. При лужении деталь медленно погружается в расплавленный сплав полностью. Когда деталь по своим габаритным размерам не помещается в ванну с расплавленным сплавом, ее непрерывно поворачивают с расчетом, чтобы каждая часть детали находилась в припое не менее 3—4 мин.

При лужении деталей больших размеров необходимо поверхность расплавленного припоя посыпать порошком нашатыря. Посыпка нашатырем производится для того, чтобы защитить поверхность припоя от окисления и оседания пленки окиси на поверхность детали при поворачивании.

9. Сплав (припой) состоит из 30% олова и 70% свинца. Данный сплав должен соответствовать припою ПОС—30 ГОСТ 1499—42. Рабочая температура припоя во время лужения должна быть 340—360° (желательно 350°). Перед лужением поверхность припоя посыпается порошком нашатыря и очищается от окислов и загрязнений деревянным скребком до получения блестящего зеркала.

10. По истечении 2—3 мин. деталь вынимается из расплавленного припоя, встряхивается и как можно быстрее обтирается паклей с порошком нашатыря. Обтирка детали паклей с нашатырем производится в целях получения ровного слоя припоя и удаления излишнего припоя с поверхности полуды.

11. После обтирки деталь хорошо промывается в проточной воде и высушивается в сушильном шкафу при температуре 105—120°.

12. После просушки детали поступают в ОТК на контроль.

Поверхность деталей проверяется по внешнему виду. На поверхности не должно быть наплывов полуды, трещин, пузырей и плен. На поверхности луженых деталей не допускаются темные и ржавые пятна и точки.

Травление железных деталей также можно производить в следующем растворе.

Раствор серной кислоты 7—10% по весу.

Рабочая температура свежеприготовленного раствора находится в пределах 40—50°. По мере уменьшения содержания серной кислоты в растворе рабочая температура повышается до 70°, но не более.

Содержание сернокислых солей допускается не более 10%. По мере выработки раствора последний корректируется путем добавки кислоты в потребном количестве по расчету. Корректировку ванны производит химик и в крайнем случае мастер травильного отделения.

Анализ раствора производится не менее двух раз в сутки химиком.

Примечание. Ванна для раствора серной кислоты изготавливается из кислотоупорного материала или же облицовывается диабазовыми плитками на силикатной замазке.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ РАСТВОРА ХЛОРИСТОГО ЦИНКА

Раствор хлористого цинка готовится либо из готового твердого хлористого цинка (плавленого), изготовленного на специальных заводах, либо готовится путем растворения металлического цинка в соляной кислоте.

1. Приготовление раствора хлористого цинка из плавленого хлористого цинка

1. Плавленый хлористый цинк должен быть качественным и удовлетворять всем требованиям стандарта №, $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ГХИ}} \frac{15}{1821}$.

2. Перед составлением раствора хлористого цинка необходимо произвести химический анализ в лаборатории и получить положительное заключение, в крайнем случае просмотреть прилагаемые технические документы грузоотправителей. Только при наличии положительных заключений или документальных данных допускается в производство.

3. Для составления раствора хлористого цинка берется сосуд, изготовленный из кислотоупорной керамики, или внутри выложенный свинцом. В сосуд наливается определенное количество воды (согласно расчету), погружается хлористый цинк и размешивается до полного растворения.

4. Для расчета потребного количества воды принимается 1 кг воды на каждые 330—450 г хлористого цинка. При расчете принимать вес 1 л воды = 1 кг.

5. В случае образования осадков на дне сосуда в виде белого осадка в ванну необходимо добавить очень малую порцию крепкой соляной кислоты. При добавлении кислоты необходимо все время тщательно перемешивать раствор. Добавку кислоты производить малыми порциями до тех пор, пока не исчезнет осадок.

6. Изготовленный раствор хлористого цинка должен содержать 25—30% хлористого цинка.

7. После составления раствора производится измерение его крепости при помощи ареометра по удельному весу или в градусах Боме, и в зависимости от полученной крепости раствор исправляется прибавлением воды или хлористого цинка.

8. Готовый раствор проверяется химиком на содержание в нем свободной кислоты и хлористого цинка.

9. В случае превышения норм содержания свободной соляной кислоты (не более 0,8%) раствор исправляют путем растворения в нем металлического цинка.

10. Готовый раствор хлористого цинка поступает в работу или сливается в чистые стеклянные сосуды и закрывается пробками.

11. При обращении с раствором хлористого цинка необходимо соблюдать осторожность вследствие его ядовитости.

II. Приготовление хлористого цинка из металлического цинка и соляной кислоты

Хлористый цинк готовится путем растворения металлического цинка в соляной кислоте.

1. Для приготовления раствора хлористого цинка нужно употребить техническую соляную кислоту, соответствующую ОСТ—6731
ВКС, и металлический цинк.

2. Раствор хлористого цинка готовится в кислотоупорных ваннах или других кислотоупорных сосудах, которые перед употреблением должны быть тщательно очищены и промыты.

3. В кислотоупорный сосуд наливается соляная кислота в требуемом количестве и погружается металлический цинк.

4. Металлический цинк погружается в ванну с кислотой в количестве несколько большем, чем требуется по расчету. По окончании реакции растворения после прекращения выделения пузырьков водорода на дне сосуда должен остаться нерастворенный цинк.

5. Для расчета потребного количества металлического цинка на 1 л соляной кислоты требуется различное количество цинка в зависимости от крепости кислоты. После растворения расчетного

№ п/п	% содержания соляной кислоты	Градусы по ареометру Боме	Удельный вес соляной кислоты при 15°С	Минимальное количество металлического цинка на 1 л соляной кислоты, кг
1	24—29	16—18	1,145—1,145	0,29
2	30—32	18—20	1,145—1,165	0,34
3	32—37	20—23	1,165—1,190	0,45

количества цинка в сосуд добавляется некоторое количество цинка для большей эффективности; желательно добавлять цинк в стружке или размельченном виде.

6. Когда прекратилось выделение пузырьков водорода, необходимо измерить его крепость ареометром по удельному весу или в градусах по Боме.

7. Изготовленный раствор хлористого цинка должен соответствовать ОСТ № 15/1821
ГХП. Раствор хлористого цинка, применяемый для флюсов, должен содержать хлористого цинка в пределах 25—30%, по удельному весу 1,24—1,25.

Примечание. В случае содержания в растворе хлористого цинка больше допустимого, последний разбавляется водой до требуемой концентрации.

8. В растворе хлористого цинка допускается содержание свободной соляной кислоты в пределах 0,6—0,8%.

9. Готовый раствор хлористого цинка хранится в стеклянных бутылках с закрытыми притертыми пробками. Перед заливкой хлористого цинка в бутылки, последние должны быть вымыты. На бутылках с хлористым цинком должны быть этикетки, где указывается крепость и чистота.

10. При обращении с хлористым цинком необходимо соблюдать осторожность, потому что он может вызвать раздражение кожи и заболевания.

11. Помещение для изготовления хлористого цинка должно иметь хорошую вентиляцию.

Приложение 3

ИНСТРУКЦИЯ ПО РАФИНИРОВКЕ ОЛОВЯННОСВИНЦОВЫХ ПРИПОЕВ, БОГАЩЕННЫХ МЕДЬЮ, ЖЕЛЕЗОМ, ЦИНКОМ

Рафинировка припоя производится с целью удаления меди, цинка и железа, накопившихся в припое путем растворения в процессе пайки.

I. Удаление цинка

1. Удаление цинка производится из расплавленного припоя путем обработки его хлористым аммонием.

2. Содержание цинка в припое определяется путем химического или спектрального анализа.

3. Цинк из припоя удаляется в виде хлористого цинка после обработки припоя хлористым аммонием.

4. Хлористый аммоний вводится в припой из расчета 200% от веса цинка в припое.

5. Хлористый аммоний добавляется в ванну с припоем в смеси с мелким древесным углем в соотношении 4:1.

6. Для лучшего удаления цинка из ванны с припоем следует до ввода хлористого аммония ванну с припоем нагреть до температуры 420—450°, после чего включить мешалку. Мешалка приводится в движение механическим путем со скоростью 250—300 оборотов в минуту. Мешалка должна обеспечить образование глубокой воронки в течение всей работы.

7. В образовавшуюся в припое воронку необходимо засыпать смесь хлористого аммония и угля мелкими порциями.

Рафинировка производится до исчезновения признаков присутствия цинка в припое.

8. Присутствие цинка в расплавленном припое можно определить «на-глаз», по цвету побежалости. Проверка наличия цинка в припое производится следующим образом: из обрабатываемой ванны набирается припой и охлаждается до температуры 310—345°. Поверхность припоя очищается от окисной пленки и производится наблюдение за цветом побежалости на поверхности. Наличие цинка обнаруживается по серебристому цвету побежалости на поверхности припоя. Рафинировка продолжается до полного исчезновения серебристого цвета побежалости и образования на поверхности припоя (взятых проб) золотистого или сине-зеленого цвета побежалости, что означает полное удаление цинка.

9. По окончании удаления цинка мешалка выключается и образовавшийся на поверхности припоя «съем» снимается металлической ложкой с отверстиями.

10. Если после удаления цинка требуется удалить из припоя медь, то после удаления «съема» ванна с припоем охлаждается до температуры 230—270°, после чего приступают к удалению меди.

11. Операция удаления цинка из припоя продолжается от 1,5 до 2 час.

II. Удаление из оловянносвинцовых припоев меди и железа

В процессе пайки медных и железных изделий в ванне погружением медь растворяется в припое, и от избыточного содержания меди и железа в нем, припой становится хрупким и на поверхности спаиваемых изделий появляются мелкие крупинки.

Удаление меди из оловянносвинцовых припоев или рафинировка меди производится следующим образом:

1. Метод удаления меди и железа основан на сродстве меди и железа к сере. В результате рафинировки припоя медь удаляется из припоя в виде сульфида за счет обработки припоя элементарной серой. После обработки припоя серой медь выделяется в виде Cu_2S и железо в виде FeS .

2. Перед началом рафинировки необходимо иметь химический анализ припоя на содержание меди и железа для того, чтобы определить потребное количество серы для полного удаления меди и железа.

3. Потребное количество серы для удаления меди определяется от 30 до 50% от веса меди в припое и для удаления из припоя железа 50—60% от веса железа в припое.

4. Обычно процесс удаления из припоя меди и железа протекает одновременно. Количество потребной серы определяется 50% от веса меди и железа взятых вместе.

5. Удаление меди и железа из припоя ведется при температуре 230—270°. При данной температуре включается механическая мешалка и в образовавшуюся воронку вводится сера небольшими порциями в мелком виде. При отсутствии механической мешалки допускается интенсивное перемешивание припоя вручную.

6. Мешалка при вращении должна обеспечивать глубокую воронку и быстрое засасывание подаваемой серы и хорошее перемешивание припоя во всей ванне. Данные условия необходимы для того, чтобы прогнать серу через весь слой припоя, тем самым обеспечить нормальное протекание реакции между серой и медью (железом).

7. Весь процесс перемешивания припоя и ввод серы должен протекать в течение 10—15 мин.

8. Образовавшиеся сульфиды меди и железа (соединения Cu_2S и FeS) всплывают на поверхность припоя в виде металлической пены.

9. По всплытию на поверхность припоя сульфидов меди, по истечении 10 мин. в воронку сплава под мешалку вводится канифоль в смеси с древесным углем. Канифоль и уголь должны быть размельчены до порошкообразного состояния и иметь соотношение по весу 1:3 в общем количестве 70% к весу серы.

10. После введения в припой канифоли с углем ванна с припоем нагревается до температуры 310—330° и перемешивается до образования сухого, легкого, не смачивающегося припоем сыпучего порошка черного цвета.

11. В дальнейшем порошок извлекается из ванны с припоем.

12. После удаления порошка из ванны на поверхность припоя насыпаются древесные опилки слоем 3—4 мм и поджигаются спичкой, затем включается мешалка и припой перемешивается до полного сгорания всех опилок.

13. После сгорания опилок с поверхности припоя удаляется окисная пленка, и припой готов к употреблению.

14. По окончании рафинировки припоя от него отбирается проба на химический анализ, припой должен удовлетворять требованиям ГОСТ 1499—42.

Примечания. 1. При хорошем размешивании массы припоя ванны, из припоя удаляется полностью медь и железо (до следов).

2. Практически сера задается в припой в то время, когда припой находится в жидком виде и сера перестала воспламеняться на поверхности припоя.

Примерный расчет

потребного количества хлористого аммония для очистки ванны с припоем от цинка весом 100 кг и содержанием 0,4% от веса припоя

1. Какое количество цинка по весу содержится в припое?

$$100 \times 0,004 = 0,4 \text{ кг.}$$

2. Определить, какое количество потребуется хлористого аммония для удаления из припоя 0,4 кг цинка, если для удаления цинка из припоя требуется хлористого аммония 200% от веса цинка.

$$0,4 \times 2 = 0,8 \text{ кг.}$$

Следовательно, для удаления из припоя 0,4 кг цинка потребуется 0,8 кг хлористого аммония.

3. Какое количество потребуется угля для производства рафинировки, если смесь хлористого аммония и угля вводится в припой в соотношении 4:1, т. е. четыре весовые единицы цинка и одна угля.

Для определения угля составляем пропорцию:

$$\frac{4}{1} = \frac{0,8}{x}, \quad \text{отсюда } x = \frac{0,8}{4 \times 1} = 0,2 \text{ кг.}$$

Примерный расчет потребного количества серы, канифоли и угля для удаления меди из ванны с припоем весом в 100 кг и содержанием меди в припое 1,5%.

1. Какое количество меди содержится в припое?

$$100 \times 0,015 = 1,5 \text{ кг.}$$

2. Какое количество потребуется серы для удаления из припоя 1,5 кг меди, если по инструкции серы требуется 50% от веса меди в припое?

$$1,5 \times 0,5 = 0,75 \text{ кг.}$$

Следовательно, серы требуется 0,75 кг для удаления 1,5 кг меди.

3. Сколько требуется ввести канифоли и угля, если общее количество составляет 70% от веса серы?

$$0,75 \times 0,7 = 0,525 \text{ кг.}$$

4. Какое количество канифоли и угля в отдельности, если общее количество канифоли и угля составляет 0,525 кг и находится в соотношении 1 : 3?

Сколько приходится на 1 часть?

$$0,525 : 4 = 0,13125 \text{ кг.}$$

Следовательно, канифоли (1 часть) потребуется 0,13125 кг, а угля (3 части) потребуется:

$$0,13125 \times 3 = 0,39375 \text{ кг.}$$

Получившиеся веса после второго знака от запятой не имеют практического значения, их можно сократить и таким образом примем: канифоли 0,13 кг, угля 0,4 кг.

Приложение 4

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПОРОШКА ТИНОЛЯ ДЛЯ ПАЙКИ

Для производства пайки в некоторых случаях пользуются припоем не в прутках, а в виде порошка тиноля.

1. Для изготовления порошка готовится сплав, содержащий олова 40% и свинца 60%.

2. Как правило, для получения порошка составляют шихту из металлов в вышеуказанном процентном соотношении в общем количестве 3—4 кг.

3. Для расплавления применяется металлический (железный) ковш с плоским дном. Толщина стенки ковша должна быть не менее 2 мм. Ковш может быть или штампованным или сварным из листа железа. Форма ковша должна иметь вид усеченного конуса,

верхний диаметр 120 мм, нижней (дно) 100 мм, высота в пределах 90—110 мм, желательна иметь длину ручки 350—400 мм.

4. Для приготовления тиноля, кроме ковша, требуется: решето с диаметром 200 мм и с 40—50 отверстиями на 1 см², низкий стол, 4 м тика и нагревательное устройство для расплавления припоя. Желательно иметь в качестве нагревательного устройства электрическую плитку размером 200 × 200 мм с температурой нагрева 500—600°.

5. Приготовление порошка производится следующим образом:

а) шихта погружается в ковш, и ковш нагревается до тех пор, пока не произойдет полное расплавление металла; когда металл расплавился, подогрев прекращают и производят перемешивание сплава при помощи деревянной лопатки; охлаждение производится до загустевания — тестообразного состояния;

б) когда сплав пришел в тестообразное состояние, его выливают из ковша на тик, который должен быть сложен в 4 слоя, быстро собирают в руки концы тика и производят растирание металла на столе. Стол покрывается тиком или простой мешковиной. Во время растирания необходимо производить периодические сильные удары о стол с встряхиванием массы сплава, что способствует раздроблению комков металла в порошок. Операцию выливания металла и растирания нужно производить очень быстро, потому что металл быстро охлаждается и тогда его трудно размельчить.

6. Полученный порошок просеивается через решето для того, чтобы отделить крупные частицы от порошка, предназначенного для пайки.

Приложение 5

ПОНЯТИЕ О СВАРКЕ

Процесс пайки весьма сходен со сваркой. Как известно, процесс пайки состоит в том, что кромки соединяемых деталей нагревают докрасна, но не расплавляют. В расплавленное (жидкое) состояние переводится лишь припой, служащий для скрепления друг с другом металлических деталей. Такова операция твердой пайки. Процесс мягкой пайки аналогичен описанному выше: спаиваемые детали нагревают до температуры плавления припоя и только тогда заливают шов припоем.

Прежде чем сравнивать пайку со сваркой, рассмотрим вкратце сущность и основные виды сварки. В настоящее время применяется два основных вида сварки: сварка давлением и сварка плавлением (иначе — автогенная сварка).

Сварка давлением

При такой сварке свариваемые металлы нагревают до так называемого тестообразного состояния, после чего эти металлы посредством «внешнего» механического давления свариваются друг с другом, т. е. частицы одного металла под давлением заполняют промежутки между частицами другого, отчего сваренное место оказывается весьма прочным. Сварка давлением разделяется на кузнечную и электрическую. При кузнечной сварке механическим усилием являются удары молота, а при электрической — давление электродов сварочной машины.

Кузнечная сварка. Этот вид сварки известен с давних пор. Оборудование, применяемое для кузнечной сварки, отличается большой простотой, и самый процесс такой сварки также весьма несложен. Несмотря на значительные достижения в технике кузнечной сварки, последняя в настоящее время применяется все реже и реже и вытесняется другими видами сварки, поэтому мы не станем останавливаться на ней подробно.

Электрическая сварка сопротивлением. Этот вид сварки основан на свойстве металлов нагреваться при прохождении через них электрического тока. Такое нагревание вызывается тем обстоятельством, что ток, проходя по металлу, встречает известное сопротивление, зависящее от характера данного металла. При преодолении такого сопротивления часть электрической энергии переходит в тепловую, отчего и происходит нагревание проводника. При сварке току приходится преодолевать еще добавочное сопротивление в виде воздушного промежутка между свариваемыми деталями, вследствие чего развивается высокая температура, необходимая для сварки.

Существует три вида электрической сварки сопротивлением: 1) точечная сварка, 2) роликовая и 3) сварка встык. Все эти методы основаны на одном общем принципе, по которому происходило развитие перехода электрической энергии в тепловую за счет преодоления током сопротивления свариваемых металлов.

Сварка плавлением

Сваркой плавлением, или автогенной сваркой, называется такая, при которой свариваемые места нагреваются до температуры плавления. Для заполнения шва применяется присадочный материал, также расплавляемый в процессе сварки. При сварке плавлением, так же как и при пайке, применяют специальные флюсы — для очистки и предохранения шва от окисления и обеспечения свободного выхода на поверхность шлаковых включений.

Сварка плавлением имеет три разновидности: 1) термитная сварка, 2) сварка вольтовой дугой и 3) газовая сварка.

Термитная сварка производится при помощи особого химического вещества — термита, представляющего собой смесь измельченных в порошок алюминия и окиси железа (соединение железа с кислородом). Эти элементы обладают свойством вступать друг с другом в химическое соединение с выделением большого количества тепла, которое и используется для целей сварки.

Термитная сварка чаще всего применяется для соединения железнодорожных и трамвайных рельсов и пр.

Сварка вольтовой дугой. Если разомкнуть действующую электрическую цепь, раздвинув проводники на несколько миллиметров друг от друга, то при определенном электрическом напряжении между концами проводников ток не прекратится, а будет продолжать проходить в цепи через образовавшееся между концами проводников воздушное пространство (зазор). При этом образуется ослепительное пламя, носящее название вольтовой дуги. В этом случае току также приходится преодолевать огромное сопротивление слоя воздуха, отчего развивается очень высокая температура порядка 3600—4000°, используемая для расплавления концов свариваемых деталей.

При сварке вольтовой дугой одним из электродов служит свариваемый металл, а другим — угольный или металлический стержень.

Пайку также можно производить пламенем вольтовой дуги, однако в этом случае надо быть осторожным, ибо при высокой температуре дуги легко расплавить самые сплавляемые изделия.

Газовая сварка. При такой сварке нагревание и расплавление концов соединяемых металлов производится при помощи тепла, выделяющегося при сгорании в атмосфере кислорода различных газов. При газовой сварке, как и при пайке, применяются: светильный газ, водород, пары бензина и бензола, ацетилен и другие горючие газы. Разница лишь в том, что при сварке эти газы образуют горючую смесь и сгорают в специальных сварочных горелках.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава 1. Общие сведения	5
Структура металлов	5
Механические свойства металлов	8
Физико-химические свойства металлов	13
Необходимые сведения о металлах и сплавах	14
Черные металлы	14
Цветные металлы	22
Сплавы	35
Образование сплавов	38
Сплавы цветных металлов, применяемые в паяльном деле	44
Твердые сплавы	51
Коррозия металлов	52
Понятие о термообработке	53
Вопросы для повторения	56
Глава II. Основные сведения о пайке	57
Припой и флюсы	60
Твердые припой	61
Латунные припой	61
Нейзильберовые припой	65
Серебряные припой	66
Золотые припой	67
Мягкие (слабые) припой	68
Оловянносвинцовые припой	68
Висмутовые припой	72
Алюминиевые припой	73
Флюсы	75
Соляная кислота	76

Хлористый цинк	77
Хлористый цинк-аммоний	79
Приготовление хлористого цинк-аммония.	80
Паяльная паста	81
Нашатырь	81
Бура	81
Фосфорная кислота	83
Прочие флюсующие вещества	84
Органические флюсы	85
Пастообразные флюсы	86
Лудильные флюсы	87
Примерное применение различных флюсов	88
Вопросы для повторения	89
Глава III. Источники тепла	90
Общие понятия	90
Пламя	91
Виды горючего, применяемого при пайке	92
Древесный уголь	92
Бензин и бензол	92
Светильный газ	93
Водород	93
Кислород	93
Ацетилен	93
Вопросы для повторения	95
Глава IV. Паяльное оборудование и инструмент	96
Оборудование для изготовления припоев и флюсов	96
Тигли для припоев	96
Формы для заливки припоя	96
Ступки для измельчения флюсов	99
Сосуды для флюсов	99
Посуда для кислоты	99
Паяльные горны и печи	99
Стационарный горн	99
Переносные горны	100
Электрический горн	100
Бензиновый карбюратор	102
Паяльные печи	103
Паяльные ванны	103

Паяльные горелки и лампы	105
Ацетиленовые горелки	106
Горелки для светильного газа	107
Бунзеновская горелка	108
Паяльные лампы	108
Паяльники	110
Периодически нагреваемые паяльники.	113
Непрерывно подогреваемые паяльники.	114
Приспособления для пайки	119
Вспомогательные инструменты	121
Вопросы для повторения	122
Глава V. Методы и приемы пайки	124
Краткое обобщение	124
Пайка и предъявляемые к ней требования.	124
Пайка мягкими припоями	125
Пайка твердыми припоями	126
Природа шва при пайке припоями	128
Методы подбора припоя и нагревания спаиваемых швов	128
Практическое применение мягких припоев.	129
Травление металлов	130
Пайка с предварительным нагреванием и с последующей полной заливкой шва припоем	131
Пайка методом обтирания	131
Пайка погружением	132
Пайка паяльником	133
Пайка пламенем	135
Пайка ацетилено-кислородным пламенем	136
Автогенная пайка	137
Методы пайки черных и цветных металлов и сплавов	138
Пайка нержавеющей стали	138
Пайка нихрома и фехрала	139
Пайка чугуна	139
Пайка стальных отливок	142
Пайка стальных оцинкованных труб	142
Пайка сверхтвердых сплавов	143
Пайка медных сплавов	143
Пайка медных, латунных, стальных и железных труб	145
Пайка медных листов и изделий на горне.	146

Пайка никеля и его сплавов	149
Пайка алюминия и его сплавов	149
Пайка изъянов алюминиевых листов и труб мягкими припоями	151
Пайка благородных металлов	152
Пайка серебряными припоями	152
Отдельные виды пайки, часто встречающиеся в практике	158
Припаивание патрубков к резервуарам и бакам	158
Пайка радиаторных секций при помощи газовых горелок	159
Электрическая пайка ленточных паял	160
Вопросы для повторения	160
Возможные несчастные случаи при пайке и меры их предупреждения	161
Правила безопасности при паяльных работах	162
Глава VI. Организация рабочего места	136
Общие требования	166
Обслуживание рабочего места	168
Инструктаж и контроль	168
Организация производства радиаторов	169
Планировка рабочего места медника и паяльщика в радиаторном производстве	170
Технологический поток производства радиаторов	171
Определение себестоимости продукции	174
Снижение себестоимости продукции	175
Экономия материалов	176
Приложение 1. Инструкция по травлению и обезжириванию латунных изделий	178
Приложение 2. Инструкция по изготовлению раствора хлористого цинка	181
Приложение 3. Инструкция по рафинировке оловянно-свинцовых припоев, обогащенных медью, железом, цинком	183
Приложение 4. Инструкция по изготовлению порошка тиноля для пайки	187
Приложение 5. Понятие о сварке	188

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
11	22 св.	$\delta = \frac{185-150}{150} \cdot 100 = 23,3\%$	$\delta = \frac{185-150}{150} \cdot 100 = 23,3\%$
27	Табл. 4 2 графа подза головок	олова менее	олова не менее
27	Табл. 4 2 графа 1 строка св.	99,00	99,90
34	3 св.	и хорошей электричес- кой проводимости	и высокой электросо- противляемости
50	Табл. 10 7 графа 1 строка св.	Ni -10	Ni -1,0

Жетини А. П. и Оляри И. Е. "Пособие по паяльным работам"

Редактор Мальцев М. В.

Л30300.

Подписано в печать 20/IV 1943 г.
Учетно-издат. л. 13,25. Печ. л. 12¼.
Заказ 1313. Тир. 20000. Цена 6 р. 50 к

Типография Metallургиздата,
Москва, Цветной бульвар, 30.

Цена 6 р. 50 к.