

**Учебная практика  
по специальности 15.02.06 Монтаж и эксплуатация холодильно –  
компрессорных машин и установок (по отраслям)**

**Тема практического занятия - инструктажа: Пайка и лужение медных труб. Доводка на компрессоре, конденсаторе и трубопроводе.**

**План**

1. Техника безопасности при пайке и лужении.
2. Пайка и лужение.

**Скан копию или фото дневника прислать преподавателю на электронную почту [shtdonnuet@mail.ru](mailto:shtdonnuet@mail.ru)**

**1. Техника безопасности при пайке и лужении.**

При проведении работ, связанных с проведением пайки и лужения, необходимо четко соблюдать правила техники безопасности. В обратном случае вы можете нанести вред своему здоровью.

В работе важно использовать качественные материалы и инструменты. Так, припой пруток должен отвечать всем стандартам. Припой используют при пайке изделий из латуни, бронзы, меди. Руководители должны провести грамотный инструктаж по работе с этим инструментом.

Работы, связанные с пайкой и лужением, должны проводиться в специально оборудованных и предварительно подготовленных помещениях. Обязательно должна присутствовать система вентиляции. Вентиляционные установки должны быть оснащены звуковой и световой сигнализацией.

В работе важно использовать качественные и исправные инструменты. Согласно правилам технической документации, паяльник должен пройти специальную проверку и испытания. Класс данного оборудования в обязательном порядке должен соответствовать условиям производства и категории помещения. Также нужно позаботиться о защите кабеля паяльника от соприкосновения с горячими предметами и защите от случайного механического повреждения.

Не меньшее значение имеет подготовка рабочего места. Они должны быть оборудованы вентиляцией. Не допускается проводить пайку и лужку без

использования специальных защитных очков. Рабочее место должно быть оборудовано светильниками с непросвечивающими отражателями. Осветительные приборы нужно расположить таким образом, чтобы свет не «бил» в глаза работнику.

## **2. Пайка и лужение.**

Пайка - соединение деталей в твердом нагретом состоянии посредством расплавленного промежуточного присадочного материала, называемого припоем.

Пайку очень широко применяют в разных отраслях промышленности. В машиностроении пайку применяют при изготовлении лопаток и дисков турбин, трубопроводов, радиаторов, ребер двигателей воздушного охлаждения, рам велосипедов, сосудов промышленного назначения, газовой аппаратуры и т. д. В электропромышленности и приборостроении пайка является в ряде случаев единственно возможным методом соединения деталей. Пайку применяют при изготовлении электро- и радиоаппаратуры, телевизоров, деталей электромашин, плавких предохранителей и т. д.

К преимуществам пайки относят: незначительный нагрев соединяемых частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; чистота соединения, не требующая в большинстве случаев последующей обработки; сохранение размеров и форм детали; прочность соединения.

Современные способы позволяют паять углеродистые, легированные и нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы.

Качество, прочность и эксплуатационная надежность паяного соединения в первую очередь зависят от правильного выбора припоя. Не все металлы и сплавы могут исполнять роль припоев. Припои должны обладать следующими свойствами:

- иметь температуру плавления ниже температуры плавления спаиваемых материалов;

- в расплавленном состоянии (в присутствии защитной среды, флюса или в вакууме) хорошо смачивать паяемый материал и легко растекаться по его поверхности;

- обеспечивать достаточно высокие сцепляемость, прочность, пластичность и герметичность паяного соединения;

- иметь коэффициент термического расширения, близкий к коэффициенту паяемого материала.

В результате длительного практического отбора и многочисленных научных исследований были подобраны группы припоев, обладающих оптимальным сочетанием свойств.

Припои в зависимости от температуры плавления условно делят на две группы: легкоплавкие (мягкие), имеющие температуру плавления до 500°C, и тугоплавкие (твердые), имеющие температуру плавления выше 500°C (рис. 1).

Легкоплавкие припои широко применяются в отраслях промышленности и в быту и представляют собой сплав олова со свинцом. Разные количественные соотношения олова и свинца определяют свойства припоев.

Оловянно-свинцовые припои по сравнению с другими обладают рядом преимуществ: высокой смачивающей способностью, хорошим сопротивлением коррозии. При пайке этими припоями свойства соединяемых металлов не изменяются или почти не изменяются.

Легкоплавкие припои служат для пайки стали, меди, цинка, свинца, олова и их сплавов, серого чугуна, алюминия, керамики, стекла и др.

Пайку легкоплавкими припоями применяют в тех случаях, когда нельзя нагревать металл до высокой температуры, а также при невысокой требовательности к прочности паяного соединения. Соединения, паянные легкоплавкими припоями, достаточно герметичны.

Легкоплавкие припои выпускают в виде чушек, проволоки, литых прутков, зерен, лент фольги, трубок (заполняются канифолью) диаметром от 2 до 5 мм, а также в виде порошков и паст из порошка с флюсом.

Легкоплавкие припои можно приготовить и непосредственно в цехе или мастерской. Для этого в металлических ковшах расплавляют олово и старый припой, затем добавляют небольшие кусочки свинца, хорошо размешивают. Для того чтобы припой не выгорал, поверхность посыпают толченым древесным углем.

Для получения специальных свойств к оловянно-свинцовым припоям добавляют сурьму, висмут, кадмий, индий, ртуть и другие металлы.

Оловянно-свинцовые припои изготавливают следующих марок:

бессурьмянистые - ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10, ПОС 61М и ПОСК 50-18;

малосурьмянистые - ПОССу 61-0,5, ПОССу 50-0,5, ПОССу 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 30-0,5, ПОССу 25-0,5 и ПОССу 18-0,5;

сурьмянистые - ПОССу 95 - 5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу 30-2, ПОССу 25 - 2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10 - 2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-1 и ПОССу 4-6.

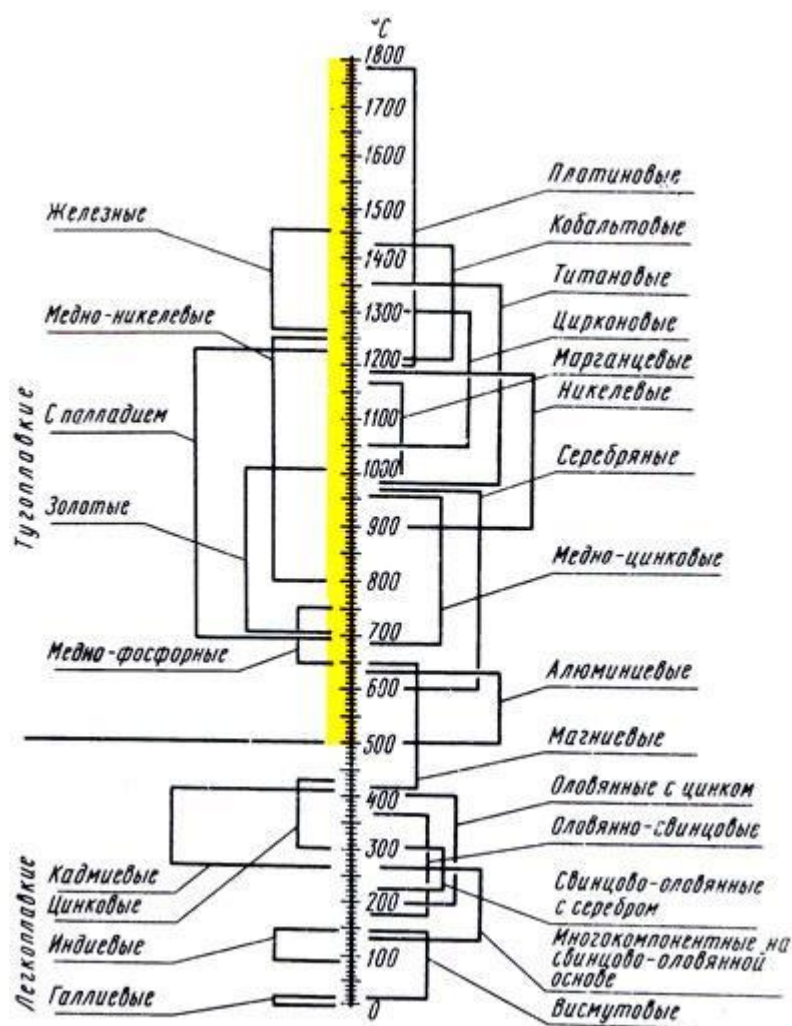


Рис. 1. Классификация припоев по температуре плавления

В обозначении марки буквы указывают: ПОС - припой оловянно-свинцовый, М - медь, К - калий; числа: первое - содержание олова, % , последующие - содержание меди и калия, % (остальное - до 100% - свинец). При слесарных работах чаще применяют припой ПОС 40.

Низкотемпературные припои применяют при паянии тонких оловянных предметов, при паянии стекла с металлической арматурой, деталей, которые особенно чувствительны к нагреву, а также в тех случаях, когда припой должен выполнять роль температурного предохранителя (в электрических тепловых приборах и др.).

Тугоплавкие (твердые) припои представляют собой тугоплавкие металлы и сплавы. Из них широко применяют медно-цинковые и серебряные припои. Для получения определенных свойств и температуры плавления в эти сплавы добавляют олово, марганец, алюминий, железо и другие металлы.

Добавка в небольших количествах бора повышает твердость и прочность припоя, но повышает хрупкость паяных швов.

Соединения, паянные медью и припоями на ее основе, имеют высокую коррозионную стойкость, и большинство из них выдерживает высокие механические нагрузки. Температура пайки припоями на медной основе составляет 850-1150° С.

Эти припои применяют для получения соединений, которые должны быть прочными при высоких температурах, вязкими, стойкими против усталости и коррозии. Этими припоями можно паять сталь, чугун, медь, никель и их сплавы, а также другие металлы и сплавы с высокой температурой плавления. Твердые припои делят на две основные группы: медно-цинковые и серебряные.

Согласно ГОСТу медно-цинковые припои выпускают трех марок: ПМЦ-36 для паяния латуни с содержанием 60 - 68% меди, ПМЦ- 48 - для паяния медных сплавов, содержащих меди свыше 68% ; ПМЦ-54 - для паяния бронзы, меди, томпака и стали. Медноцинковые припои плавятся при 700 -950°C.

В марке буква П обозначает слово "припой", МЦ - медно-цинковый, а цифра - процент меди. Эти припои поставляют в виде зерен. Зерна припоев по величине разделяют на два класса: класс А - зерна величиной от 0,2 до 3 мм, класс Б - зерна величиной от 3 до 5 мм.

С повышением температуры скорость окисления поверхности спаиваемых деталей значительно возрастает, в результате чего припой не пристает к детали. Для удаления окисла применяют химические вещества, называемые флюсами, флюсы улучшают условия смачивания поверхности паяемого металла расплавленным припоем, предохраняют поверхность паяного металла и расплавленного припоя от окисления при нагреве и в процессе пайки, растворяют имевшиеся на поверхности паяемого металла и припоя окисные пленки.

Различают флюсы для мягких и твердых припоев, а также для пайки алюминиевых сплавов, нержавеющей стали и чугуна.

Флюсы для мягких припоев - это хлористый цинк, нашатырь, канифоль, пасты и др.

Хлористый цинк, называемый также травленой кислотой, является очень хорошим флюсующим средством при паянии черных и цветных металлов (кроме цинковых и оцинкованных деталей, алюминия и его сплавов). Получают хлористый цинк растворением одной части мелко раздробленного цинка в пяти частях соляной кислоты.

Для того чтобы хлористый цинк в меньшей степени способствовал коррозии паяного шва, к раствору добавляют нашатырный спирт, вливая в хлористый цинк тонкой струей до исчезновения молочного цвета.

Нашатырь (хлористый аммоний) - белая горько-соленая на вкус соль. Применяется в виде порошка и кристаллов. При нагревании нашатырь разлагается с выделением вредного для здоровья белого газа, поэтому при паянии рекомендуется пользоваться не чистым нашатырем, а раствором из 0,5 л воды, 100 г нашатыря и небольшого количества хлористого цинка.

Довольно энергичным является следующий флюс (%): хлористого цинка - 25 - 20, нашатыря - 5 - 20, воды - 70 - 30.

Канифоль - желтовато-коричневое смолистое вещество, получающееся в виде палочек или порошка при перегонке сосновой смолы, флюсующие свойства канифоли значительно слабее этих свойств других веществ, но она

обладает тем преимуществом, что не вызывает коррозии паяного шва. Благодаря этому канифоль преимущественно применяют для пайки электро- и радиоаппаратуры.

Канифоль применяют в виде порошка или раствора в спирте, а также палочками.

Пасты паяльные - жидкость, приготовленная из хлористого цинка и аммония или хлористого цинка и крахмала.

Для приготовления паяльной пасты крахмал растворяют в воде, затем раствор кипятят до тех пор, пока не получится клейстер. Крахмальный клейстер в холодном виде прибавляют к раствору хлористого цинка или хлористого аммония, перемешивая до тех пор, пока не получится слегка липкая жидкость.

При паянии нержавеющей и жаропрочных сталей применяют смесь, составленную из 50% плавенной буры и 50% борной кислоты, разведенных в растворе хлористого цинка до густоты пасты. При пайке серого чугуна к буре добавляют хлористый калий, перекись марганца или окись железа.

При паянии паяльную пасту наносят на спаиваемые поверхности ровным слоем. После пайки остатки пасты смывают водой с помощью волосяной щетки или тряпок.

Флюсы для твердых припоев - это бура, борная кислота и некоторые другие вещества.

Буру применяют в виде порошка, для чего ее толкут в ступе и просеивают. Чтобы при нагревании бура не пенилась, перед применением ее прокаливают. Бура легко впитывает влагу из воздуха, поэтому ее хранят в банке с притертой пробкой. Рекомендуется применять безводную буру, так как иначе флюс при нагреве теряет воду, набухает, трескается и вследствие этого затрудняется процесс пайки.

Недостатком буры является то, что после остывания она оставляет на шве весьма прочную пленку. Для понижения температуры плавления в буру иногда добавляют хлористый цинк.

Борная кислота представляет собой белые, на ощупь жирные чешуйки. По своим флюсующим свойствам борная кислота лучше буры, но применяется реже, так как стоимость ее выше.

Флюсы для пайки алюминиевых сплавов.

В качестве флюсов при пайке алюминиевых сплавов применяют сложные по химическому составу смеси, состоящие из фтористого натрия, хлористого лития, хлористого калия, хлористого цинка и др. Хлористые соли обладают способностью растворять окислы алюминия, поэтому их роль во флюсах является основной. Хлористый литий и хлористый калий вводят в состав флюсов с целью понижения температуры плавления.

При пайке алюминия мягкими припоями можно применять один из трех следующих флюсов (%): хлористого цинка - 85, хлористого аммония - 10, фтористого натрия - 5;

хлористого цинка - 90, хлористого аммония - 8, фтористого натрия - 2;  
хлористого цинка - 95, фтористого натрия - 5.

При пайке алюминиевых сплавов твердыми припоями применяют следующий флюс (%): фтористого калия или фтористого натрия -  $10 \pm 1$ , хлористого цинка -  $8 \pm 2$ , хлористого лития -  $32 \pm 3$ , хлористого калия - остальное.

Приготавливают этот флюс в следующем порядке. Компоненты флюса вначале прокаливают для удаления из них влаги. Затем после взвешивания все компоненты, кроме хлористого цинка, тщательно перемешивают, помещают в фарфоровую посуду и нагревают в печи до  $700^{\circ}\text{C}$ . В расплавленную смесь вводят предварительно нагретый до жидкого состояния хлористый цинк.

Полученную смесь тщательно размешивают и выливают на стальную или чугунную поверхность, флюс затвердевает, после его дробят, превращая в пудру. Этот флюс очень гигроскопичен, поэтому его хранят в герметически закрывающихся сосудах.

Для пайки алюминия и его сплавов широко используют также флюс 34А, состоящий из 10% фтористого натрия, 8% хлористого цинка, 32% хлористого лития, 50% хлористого калия.

Флюсы для пайки нержавеющей стали. Одним из таких флюсов является пастообразная смесь буры и борной кислоты (поровну), замешанная в насыщенном растворе хлористого цинка. Применяют также флюс 200, состоящий из 70% борной кислоты, 21% буры, 9% фтористого калия. Этот флюс пригоден для паяния конструкционных и нержавеющей сталей, а также жаропрочных сплавов латунию и твердыми припоями.

Флюсом для пайки чугуна (серого или ковкого) служит бура (60%) с добавкой хлористого цинка (38%) и марганцовокислого калия (2%). В флюс, кроме того, входит перекись марганца или хлорат калия, способствующие выгоранию графита с поверхности металла и тем самым обеспечивающие получение чистой, хорошо смачиваемой припоем поверхности.

Для пайки свинцовых сплавов флюсом может служить стеарин.