**Практическая работа№3**

**Тема: Изучение процесса пайки.**  
**Цель занятия.**  
Ознакомиться с оборудованием, применяемыми материалами и технологией пайки.

**Основные сведения**

Пайка - процесс соединения металлов или неметаллических материалов посредством расплавленного присадочного металла называемого припоем и имеющего температуру плавления ниже температуры плавления соединяемых материалов — основною ме­талла (или неметаллического материала).

Процесс пайки применяют либо для получения отдельных де­талей, либо для сборки узлов или окончательной сборки изделий. В процессе пайки происходят взаимное растворение и диффузия припоя и основного металла, чем и обеспечиваются прочность, герметичность, электропроводность и теплопроводность паяного соединения. При пайке не происходит расплавления материала (металла) спаиваемых заготовок, благодаря чему резко снижается степень коробления и окисления металла, а также обеспечивается возможность распая соединения (разборки изделия).

Для получения качественного соединения температура нагрева спаиваемых заготовок в зоне шва должна быть на 50... 100'С выше температуры плавления припоя. Спаиваемые заготовки нагревают в печах, в пламени газовой горелки, токами высокой частоты, па­яльниками. Прочного соединения припоя (сплавление припоя) с основным металлом можно достигнуть лишь в том случае, если поверхности спаиваемых заготовок свободны от оксидов и загряз­нений. Для защиты поверхностей спаиваемых заготовок от интен­сивного окисления (в результате нагрева) место пайки покрывают флюсом, который образует жидкую и газообразную преграды меж­ду поверхностями спаиваемых заготовок и окружающим воздухом.

По условиям заполнения зазора пайку можно разделить на ка­пиллярную и некапиллярную. При *капиллярной* пайке припой за­полняет зазор между соединяемыми поверхностями и удерживает­ся в нем за счет капиллярных сил. Соединение образуется *в* ре­зультате растворении основного металла в жидком припое и по­следующей кристаллизации раствора, в результате чего образуется полурасплав основного металла и припоя. Капиллярную пайку используют при соединении внахлестку. По механизму образова­ния шва ее подразделяют на диффузионную, контактно-реактив­ную, реактивно-флюсовую.

При *диффузионной* пайке соединение образуется за счет взаим­ной диффузии компонентов припоя и паяемых материалов, при­чем возможно образование в шве твердого раствора или тугоплав­ких хрупких интермсталлидов. Для диффузионной пайки необхо­дима продолжительная выдержка при температуре образования паяного шва и после завершения процесса — при температуре ниже солидуса припоя (когда припой затвердел).

При *контактно-реактивной* пайке между соединяемыми метал­лами или соединяемыми металлами и прослойкой промежуточно­го металла в результате контактного плавления образуется сплав, который заполняет зазор и при кристаллизации образует паяное соединение.

При *реактивно-флюсовой* пайке припой образуется за счет ре­акции вытеснения между металлом (основным) и флюсом.

Наибольшее применение получили капиллярные способы пай­ки и пайка-сварка.

Качество паяных соединений (прочность, герметичность, на­дежность и др.) зависит от правильного выбора основного метал­ла, припоя, флюса, способа соединения.

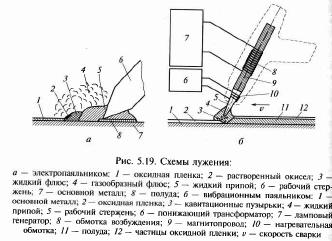
К припоям предъявляют следующие требования: вы­сокая механическая прочность припоев в условиях нормальных, высоких и низких температур, хорошие электро- и теплопровод­ность, герметичность, стойкость против коррозии, жидкотекучесть при температуре панки, хорошее смачивание основною металла, определенные для данного припоя температура плавления и вели­чина температурного интервала кристаллизации. В зависимости от температуры плавлении все припои подразделяют на особо легкоплавкие (температура плавления — до 145 "С), легкоплавкие (145...450 'О. среднеплавкие (450... I 100 °С) и тугоплавкие (свы­ше I 050 \*С). К особо легкоплавкие и легкоплавким припоям относят оловянно-свинцовые, на основе висмута, индия, кадмия, цин­ка, олова, свинца. К среднеплавкие и высокоплавким припоям относят медные, медно-цинковые, медно-никелевые, с благород­ными металлами (серебром, золотом, платиной). Припои изготав­ливают в виде прутков, проволок, листов, полос, спиралей, дис­ков, колеи, зерен и др., укладываемых в место соединения. Изделия из алюминия и его сплавов паяют с припоями па алю­миниевой основе с добавками кремния, меди, олова и других ме­таллов.

Флюсы паяльные. Их применяют ятя очистки поверхности паяе­мою материала, а также для снижения поверхностного натяжения и улучшения растекания жидкого припоя Флюс (кроме реактив­но-флюсовой пайки) не должен химически взаимодействовать с припоем. Температура плавления флюса должна быть ниже тем­пературы плавления припоя.

**Подготовка заготовок *пай*ке.**. Перед пайкой поверх кости очищают от пыли, жира, краски, ржавчины, ока­лины и оксидной пленки. Зачистку проводят напильником, наждачной шкуркой, метал­лическими щетками.

Заготовки перед пайкой обезжиривают в бензине или подвергают травлению с последующей промывкой в воде и просушиванием в сушильном шкафу во избе­жание коррозии. В большинстве случаев заготовки перед пайкой лудят, что об­легает последующую пайку.

При лужении при помощи паяльника наносят расплав темный припой. Температура заготовок в зоне пайки поддержива­ется паяльником и должна быть на 50. . 100 'С выше температуры плавления припоя. Если одна из поверхностей будет нагрета выше температуры плавления припоя, а вторая ниже, происходит нару­шение процесса пайки. Лужение проводят также в ванночке с расплавленным припо­ем, при этом заготовки сначала погружают в сосуд с флюсом, по­том в расплавленный припой. При пайке алюминия с помощью ультразвука лужение поверх­ностей проводится или паяльниками, вибрирующими с УЗ-частотой.



**Способы пайки.** Способы классифицируют в зависимости от ис­пользуемых источников нагрева. Наиболее распространены в ма­шиностроении пайка в печах, индукционная, контактная, погру­жением, газопламенная и паяльниками.

*Пайка в печах.* Для пайки используют электрические печи и реже — пламенные печи. Нагрев заготовок пол пайку проводят в обычной, восстановительной или обладающей защитными свой­ствами средах. Пайку твердыми припоями в печах с обычной сре­дой (атмосферой) проводят, применяя флюсы. При пайке в печах с контролируемой средой подлежащие пайке заготовки (из чугуна, меди или медных сплавов) соединяют с возможно малым задором\* затем на шов налагают твердый припой в виде проволоки, кусоч­ков или специально штампованных фасонных колеи. Собранные таким образом паяемые узлы помещают в печь, разогретую до тем­пературы, несколько превышающей температуру плавления при­поя; в камеру печи из специальной установки защитную (контролируемую) атмосферу (восстановительную или обладаю­щую защитными свойствами).

В качестве припоев мри пайке **в** печах служат электролитиче­ская медь M1. М2, латунь Л62 (при пайке черных металлов), лег­коплавкие серебряные и медные припои (при пайке меди и ее сплавов, нержавеющей стали чугунах специальные алюминиевые припои (при пайке алюминии и его сплавов) и др.

*Индукционная пайка {пайка токами высокой частоты).* При ин­дукционной пайке заготовки нагревают индуктируемыми в них вихревыми токами. Индукторы (рис. 5.20. *а* и **Л** изготавливают из медных трубок, преимущественно прямоугольного пли квадратно­го сечения **в** зависимости от конфигурации заготовок, подлежа­щих пайке.

Индукционную пайку можно проводить твердыми припоями почти всех типов, но медь и медноцинковые припои для пайки заготовок из меди. Для флюсова­ния применяют буру, се смесь с борным ангидридом и т.д.



Контактная пайка (пайка сопротивлением). При этом способе пайки электрический ток (от 4 до 12 В), но сравнительно большой силы(2 ООО... 3000 А) пропускаю через электроды и короткое время нагревают до высокой температуры. Заготовки нагреваются как а счет теплопроводности от нагретых электродов так и за счет теплоты.

При прямом нагреве заготовки непосред­ственно включены в электрическую цепь и по ним протекает ток. Они нагреваются за счет тепла. Расход электроэнергии при прямом нагреве в 2 раза меньше, чем при косвенном нагреве.

При прохождении электрического тока паяемое соединение нагревается до температуры плавления припоя, и расплавленный припой заполняет шов.

Во всех установках ток подводят к паяемым заготовкам через электроды, которые изготавливают из меди, графита (например, злектрографита марки ЭГ2) и сплавов (ЭИ437; ХЗО; Х18Н25С; XI2M). При контактной пайке применяют твердые припои: медь, латуни, серебряные припои и т.д. В ряде случаев необходимо при­менять флюс (в основном буру или се полный раствор).

Пайка погружением в соляные ванны. Состав ванны выбирают в зависимости от температуры пайки, которая должна соответство­вать рекомендуемой температуре ванны при работе на смеси опре­деленного состава. Ванна состоит из хлористых солей натрия, ка­лия, бария и яр.

Чтобы припой хорошо заполнил швы (между соединяемыми заготовками), в соляные ванны добавляют 4*%* буры, а также проводят раскисление ванны ферросилицием или ферромарган­цем, которые вводят в ванну в количестве I % от массы соли. Для соляных ванн используют медные, медноцинковые, серебряные и другие припои, а для заготовок из атюминни припои из силу­мина.

*Газопламенная пайка.* Нагрев заготовок и расплавление припоя осуществляют пламенем газосварочных, плазменных горелок и паяльных ламп.

При пайке газосварочными горелками в качестве горючего газа используют смеси различных газообразных или жидких углеводо­родов (ацетилена, метана\* паров керосина и т.д.) и водород, кото­рые при сгорании в смеси с кислородом дают высокотемператур­ное пламя. При пайке крупных заготовок горючие газы и жидко­сти применяют и смеси с кислородом, при пайке мелких загото­вок — в смеси с воздухом.

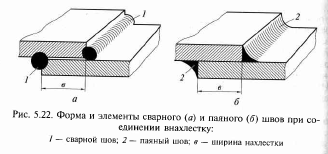
Пайку можно выполнять как горелками специальною типа, широкий факел, гак и нормальными, сварочными.

**Для** удаления остатков флюсов, вызывающих коррозию паяно­го соединения, применяют промывку в горячей или холодной воде (в проточной, или **в** ваннах), **в** 5% растворе кальцинированной соды, бензине.



Тип паяного соединения выбирают с учетом эксплуатационных требований, предъявляемых к узлу, и технологичности узла вот­ношении пайки.

Наиболее распространенный вид соединения — это пайка вна­хлестку. В узлах, работающих при значительных нагрузках. где, кроме прочности шва необходима герметичность, заготовки сле­дует соединить только внахлестку Швы внахлестку обеспечивают прочное соединение, удобны при выполнении и истребуют про­ведения подгоночных операций, как это имеет место при панке встык или в ус.



Стыковые соединения обычно применяют для заготовок, кото­рые нерационально **изготавливать** из целого куска металла, а так­же в тех случаях, когда нежелательно удваивать толщину металла. Их можно применять для мало) сгруженных умов, где не требует­ся герметичность.

Качество и прочность пайки в значительной степени зависят от применяемого припоя. При выборе припоя необходимо учитывать следующие факторы: материал соединяемых заготовок, необходи­мую чистоту и прочность шва. последующую после пайки обра­ботку (например, термообработку) и условия эксплуатации.

Вопросы для отчёта:

1. Дайте определение пайки.
2. Какие виды пайки существуют?
3. Какие вещества используются для припоя и флюса?
4. Опишите процесс пайки.
5. Виды паяных соединений.