

СОДЕРЖАНИЕ

Лист

1. Общие положения	I
2. Подготовка поверхности деталей под пайку	3
3. Сборка деталей под пайку	5
4. Припой и флюсы	II
5. Пайка паяльником	18
6. Пайка газовой горелкой	20
7. Пайка нагревом токами высокой частоты	22
8. Пайка в печи	24
9. Обработка деталей после пайки	27
10. Контроль	28
③ 11. Техника безопасности	33
③ 12. Перечень упомянутых документов	34
③ 13. Лист регистрации изменений	35

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Настоящая технологическая инструкция содержит основные сведения по подготовке под пайку и пайке деталей и узлов из углеродистых, конструкционных, нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов, титановых сплавов, меди и медных сплавов.

I.2. В инструкции указаны способы пайки деталей и узлов: пайка паяльником, пайка газовой горелкой, пайка ТВЧ, пайка в печи.

I.3. В инструкции даются сведения о способах подготовки деталей под пайку, выборе зазоров, припоев и флюсов, указаны методы контроля качества паяных соединений.

I.4. Инструкция является руководящим материалом для технологов цехов при разработке технологических процессов пайки и может быть использована конструкторами при проектировании паяных узлов и деталей.

2. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОД ПАЙКУ.

2.1. На деталях, поступающих на пайку, поверхности должны быть очищены от грязи, киров, краски, продуктов коррозии, окисных плёнок, эмульсии, остатков солей и щелочей, не иметь заусенцев и механических повреждений.

2.2. Удаление окалины, ржавчины, окисных плёнок производить механической зачисткой или травлением, с последующей промывкой в горячей и холодной воде и затем обезжиривании в чистом бензине или ацетоне.

2.3. Механическую зачистку поверхности деталей производить напильником, металлической щёткой, войлочным кругом с накаткой абразива, шлифовальным кругом, наждачной шкуркой, гидроабразивной обработкой и др., шерховатость паяемой поверхности должна быть $R_{a3,2} \checkmark - 0,8 \checkmark$.

2.4. Зачистку вести до металлического блеска. Поверхность зачищенных участков должна быть больше зоны пайки на 10...25 мм.

Примечание. Рекомендуется зачистку выполнять таким образом, чтобы направление рисок от зачистки совпадало с направлением затекания припоя.

2.5. Травление деталей производить в соответствии с утверждённой технической документацией (инструкцией на травление, технологией).

2.6. От загрязнений, краски киров, масла детали очищать полностью путём промывки в обезжиривающих растворах: бензине, ацетоне, ^④ моющем растворе с синтанолом (см. лист 4а) растворителе РДВ, горячем щелочном растворе и др. обезжиривание можно также производить и в специальных ваннах с помощью ультразвука или в электролитических ваннах (электролитическое обезжиривание).

2.7. После всех указанных методов механической зачистки, обра-

ботки резанием, гидроабразивной обработкой, травления, обезжиривания в ультразвуковых, щелочных, электролитических ваннах и других солевых растворах детали необходимо промыть в горячей и холодной воде, а затем просушить сухим сжатым воздухом или в сушильном шкафу.

2.8. Детали или поверхности, подлежащие пайке после просушки промыть в чистом бензине (Б-70) или ацетоне или протереть чистой ветошью смоченной в бензине или ацетоне.

2.9. Детали и припой, подготовленные под пайку, хранить в сухом помещении в чистой закрытой таре или завернутыми в чистую не парафинированную бумагу или плёнку при температуре воздуха 10-35°C и относительной влажности не выше 70%.

2.10. Срок хранения деталей после их очистки от окислов или после покрытия меди или никелем не более 48 часов. При более длительном хранении деталей перед пайкой требуется повторная очистка паяемых поверхностей согласно пунктам 2.2.- 2.7.

Примечание. Для деталей из конструкционных, нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов, паяемых в активных газовых средах (с применением флюсов), срок хранения может быть увеличен до 72 часов.

2.11. При хранении деталей, облуженных низкотемпературными припоями более 24 часов, произвести консервацию флюсами ИКСп, ОКЭт, ФПЭт.

2.12. В процессе транспортировки и сборки запрещается брать руками за подготовленные под пайку поверхности. Работать в чистых хлопчатобумажных перчатках.

2.13. Литые детали перед вакуумной очисткой (дегазацией) подлежат проверке на отсутствие щелочи *согласно технологии*.

При обнаружении следов щёлочи, детали промыть согласно пункта 2.7. о последующей повторной проверкой.

2.14. Перед сборкой под пайку в вакууме необходимо производить дегазацию литых деталей в вакууме по режиму пайки.

2.15. Если условия пайки или состав основного металла не обеспечивают хорошую растекаемость припоев и формирование качественных паяных соединений, для улучшения смачиваемости и растекания припоев производить нанесение гальванических покрытий никеля или меди толщиной до 9-ти микрон.

④ Состав моющего раствора с синтаноном:

синтанол (ДС-10, ДТ-7)	10 ... 15 г/л,
керосин (ТС-1)	80 ... 150 г/л,
трилон - Б	1 ... 3 г/л,
Вода (дистиллированная или конденсат)	1 литр.

3. СБОРКА ДЕТАЛЕЙ ПОД ПАЙКУ

3.1. Зазоры под пайку при сборке деталей без приспособления при локальном или общем нагреве должны обеспечиваться за счёт конструкции, с помощью технологических конструктивных элементов, прессовой посадки, прихватки контактной точечной сваркой, обжимкой, развальцовкой, кернением и другими приёмами предусмотренными технологией и соответствовать данным таблиц № I и № 2 в зависимости от марки припоя и способа нагрева в процессе пайки.

3.2. В случае, когда фиксация и поджатие деталей, не обеспечивает требуемые паяльные зазоры за счёт конструктивных элементов и других способов крепления, то следует применять приспособления для пайки.

Конструкция приспособления определяется конфигурацией и размерами узла, геометрией соединения деталей, а также способом его нагрева и техническими возможностями оборудования.

3.3. Поджатие соединяемых деталей с помощью приспособления осуществлять за счёт:

- пневмодавления,
- механических способов (с помощью пружин, клиньев, резьбовых соединений и т.п.),
- разности коэффициентов термического расширения металла паемого узла и материала приспособления,
- вакуумирования (за счёт разности наружного и внутреннего давлений),
- действий сил тяжести грузов.

Таблица № I

Рекомендуемые зазоры под пайку для деталей из конструкционных и нержавеющих сталей и сплавов, титановых сплавов.

Марка припоя	Зазор на сторону, мм			
	Нагрев паяльником	Нагрев газовой горелкой	Нагрев ТВЧ	Нагрев в печи
I	2	3	3	4
Медь (М1, М2)	-	0,05-0,15	0,05-0,15	0,01-0,02 для нерж. ст. 0,0-0,04 для конструк. ст.
Латунь Л-63	-	0,05-0,25	0,05-0,25	0,05-0,13
ПСр-21,5 (ВПр-17)	-	0,05-0,15	0,05-0,15	-
ПСр-40	-	0,05-0,25	0,05-0,15	0,03-0,1
ПСр-50	-	0,05-0,25	0,05-0,15	0,03-0,1
ПСр-2,5	0,07-0,12	-	-	-
ПСр-3; ПСр-3Кд	0,07-0,12	-	-	-
ВПр1	-	0,05-0,25	0,05-0,25	0,05-0,15
ВПр4	-	-	0,05-0,25	0,05-0,15
ВПр-7	-	-	0,05-0,15	0,05-0,13
ВПр-8	-	-	0,05-0,15	0,05-0,13
ВПр II-40Н	-	-	-	0,10-0,50
ВПр 16	-	-	0,05-0,15	0,05-0,15
ВПр 24	-	-	-	0,05-0,15
ВПр 27	-	-	-	0,05-0,15
ПОССу-30-2	0,10-0,15	-	-	-
ПОС 40	0,10-0,15	-	-	-
ПОССу-40-2	0,10-0,15	-	-	-

Таблица № 2

Рекомендуемые зазоры под пайку деталей из меди и медных сплавов

Марка припоя	Зазор на оторочку в мм		
	Нагрев паяльником	Нагрев газовой горелкой	Нагрев ТВЧ
I	2	3	4
Оловянно-свинцовые припой ПОССу-30-2, ПОССу-40-2, ПОС-40	0,05-0,15	-	-
Припой на свинцовой основе с серебром: ПСр-2,5, ПСр-3, ВПр-6(ПСрОСу 8)	0,07-0,12	-	-
Припой на основе кадмия с серебром: ПСрЗКд	0,07-0,12	-	-
Медно-фосфорный припой ПФОЦ -7-3-2	-	0,04-0,13	-
Латунь Л-63	-	0,04-0,15	0,04-0,15
ПСр-40	-	0,04-0,15	0,04-0,15

3.4. Приспособление не должно вступать во взаимодействие с паяемым металлом, быть металлоёмким, окислять паяемый металл, затруднять равномерный нагрев деталей.

Примечание. Для равномерного нагрева зоны пайки деталей рекомендуется использовать приспособления, позволяющие вращать узел в процессе нагрева.

3.5. При высокотемпературной пайке тонкостенных деталей приспособление должно предотвращать возможность деформации узла.

3.6. Приспособление должно обеспечивать свободный доступ к месту пайки пламени газовой горелки, удобство подвода припоя и флюса, постановки термопары для контроля температуры, минимальный теплоотвод.

3.7. При пайке в вакуумных печах или в печах с защитной средой для защиты приспособления от припаивания к нему деталей в результате стекания припоя применять нанесение на поверхность приспособлений покрытий из окиси алюминия плазменным или детонационным напылением, или нанесение суспензий или паст из порошкообразных окислов титана, алюминия, хрома, циркония, нитрида бора и др., замешанных на воде, спирте, 3-10% растворе сополимера марки БМК-5 (акриловой смолы в растворителе Р-5) и наносить в виде тонких слоёв шпателем, кисточкой, распылителем. Допускается применение и других связующих.

3.8. Приспособление для пайки изготавливать из конструкционных или нержавеющей сталей типа 12Х18Н10Т. В случае необходимости допускается применение жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов типа ЭИ-435, ЭП-648 и др.

3.9. Приспособление после изготовления подвергнуть отжигу в нейтральной атмосфере или вакууме по режиму пайки.

3.10. Собранные под пайку детали устанавливать на уложенные в контейнер пеношамотные плитки (при пайке в смеси в диссоциированном аммиаке), либо на приспособлении (при пайке в смеси аргона с газообразным флюсом или вакууме), которое загружается в контейнер с деталями или непосредственно сразу в печь без контейнера и экранируется.

Примечание. Допускается расположение соединений под пайку в горизонтальной, наклонной или вертикальной плоскости, когда в одном узле одновременно паяется два или более соединений.

3.11. При конструировании нахлесточных соединений из тонкостенных трубопроводов (толщиной до 2 мм) размеры нахлестки в зависимости от диаметров труб должны соответствовать данным ГОСТ I ISO83- 78, приведенным в таблице № 3.

Таблица № 3

Наружный диаметр трубы (d_3) мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	34	38
Длина нахлестки $\pm 0,4$ мм	8	8	8	8	10	10	12	12	12	12	12	14	14

3.12. Подгонку деталей до получения требуемых зазоров производить по всей высоте нахлестки.

Примечание. В отдельных случаях, обусловленных конструктивными особенностями деталей, допускается подгонка не по всей высоте нахлестки, а на пояске шириной не менее 3 мм (например при прессовой посадке), что должно быть оговорено в конструкторской документации.

3.13. Зазор между торцем трубы и торцем арматуры выдерживать от 0 до 2 мм.

3.14. Подгибку и гибку труб производить на расстоянии не менее $2d_3$ от места пайки.

3.15. Конструкция соединения деталей под пайку должна обеспечивать возможность нанесения необходимого количества припоя вблизи паяльного зазора, у технологических стенок, прилегающих к зазору, или в зазоре в специальных пазах, канавках, в виде обфлюованного прутка или полоски.

3.16. При механизированной высокотемпературной пайке ~~припой~~ применять в виде готовых форм из проволоки, фольги при-

поя, прессованного порошка припой (кольца, пайбы, прокладки, полоски, скобки и т.п.) в виде паст.

3.17. Для лучшей растекаемости и заполнения паяльных зазоров при низкотемпературной пайке допускается предварительное лужение соединяемых поверхностей.

Допускается комбинированное нанесение припоя в виде готовых форм, порошка, паст, покрытий.

3.18. Для нанесения припоя в качестве связующего применять 2-10% раствор сополимера марки БМК-5 в растворителе Р-5 или бутилацетате. При приготовлении паяльной пасты концентрация раствора связующего составляет 5-20%.

3.19. Припой располагать таким образом, чтобы при расплавлении направления действия гравитационных и капиллярных сил совпадали или не были противоположными.

Расплавленный припой в процессе его заполнения паяльных зазоров не должен в совокупности с конструктивными элементами узла образовывать замкнутых полостей.

3.20. В случае необходимости припой в виде фольги может крепиться прихваткой ТЭС (конденсаторной или короткоимпульсной сваркой) или с помощью скобок из стали 12Х18Н10Т или ЭИ-435 толщиной 0,1-0,2 мм, прихватываемых ТЭС.

3.21. Порошковые припои ВПр-4, ВПрII-40Н, ВПр-16, ВПр-24, ВПр-27 и др. наносить на места пайки в виде пасты, замешанной на 2-10% растворе сополимера марки БМК-5. Паста должна иметь консистенцию густой сметаны. Допускается наносить порошковые припои в виде пасты другого состава.

4. ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

4.1. Марка припоя указывается в чертеже и назначается в зависимости от марки материалов паяемых деталей и от температурных условий работы паяного узла.

4.2. Рекомендуемые марки низкотемпературных и высокотемпературных припоев их основные характеристики и назначение приведены в таблице № 4.

Таблица № 4

Марка припоя	Основные компоненты	Температура плавления, °C	Назначение припоя
I	2	3	4
ПОС-40	$Sn - Pb$		Для пайки деталей радио- и электроаппаратуры, фильтров, радиаторов, корпусов, работающих в интервале температур от -70 до $+120^{\circ}C$, изготовленных из меди, никеля и их сплавов, нержавеющих сталей
ПОССу 40-0,5	$Sn - Pb - Sb$	183 - 235	
ПОССу 30-0,5	$Sn - Pb - Sb$	185 - 250	
ПСр 2,5	$Ag - Pb - Sn$	295 - 305	Для пайки деталей и электроаппаратуры работающих в интервале температур от -196 до $+250^{\circ}C$ из меди, никеля, их сплавов, нержавеющих сталей
ПСр ЗКд	$Ag - Cd$	314 - 342	
ВПр 6 (ПСрОСу8)	$Ag - Sn$	255 - 277	Для пайки деталей из меди и медных сплавов, работающих в интервале температур от -70 до $+200^{\circ}C$.

Таблица № 4 продолжение

Марка припоя	Основные компоненты	Температура плавления, °C	Назначение припоя
I	2	3	4
ПСр 2I,5 (ВПр I7)	<i>Ag-Cu-Zn-Ni</i>	950 - 990	Для пайки трубопроводов, тонкостенных деталей, фильтров, сильфонов из нержавеющей, коррозионностойких сталей и сплавов. Пайка печная, ТВЧ, газопламенная с флюсами.
ПСр 25	<i>Ag-Cu-Zn</i>	745 - 775	То же
ПСр 40	<i>Ag-Cd-Cu-Zn</i>	595 - 605	-"-"-"-"-"-"
ПСр 45	<i>Ag-Cu</i>	665 - 730	Пайка меди и медных сплавов, нержавеющей, коррозионностойких сталей и сплавов.
ПСр 50	<i>Ag-Cu</i>	779-860	Для пайки деталей из углеродистых, конструкционных сталей в атмосфере диссоциированного аммиака или аргона с флюсами в печи
Медь техническая М I	<i>Cu</i>	1083	Для пайки трубопроводов и деталей с толщиной стенки более 0,8 мм. из нержавеющей сталей Пайка газопламенная, ТВЧ
ВПр I	<i>Cu-Ni-Si</i>	1080 - 1120	Самофлюсующийся припой для пайки трубопроводов и др. Пайка печная, ТВЧ нержавеющей сталей типа 12Х18Н10Т. и сплавов
ВПр 4	<i>Cu-Mn-Ni-Co</i>	940 - 980	Для пайки трубопроводов, деталей, работающих в агрессивных средах, из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов
ВПр 7	<i>Ni-Mn-Co</i>	1100 - 1120	
ВПр 8	<i>Ni-Mn-W-Nb</i>	1130 - 1140	

Таблица № 4 продолжение

Марка припоя	Основные компоненты	Температура плавления °C	Назначение припоя
I	2	3	4
Латунь Л 63	<i>Cu-Zn</i>	900 - 905	Для пайки трубопроводов, деталей электрооборудования из меди, углеродистых сталей Пайка печная, газопламенная, ТВЧ
ВПрII-40Н	<i>Ni-Si-B</i>	980 - 1020	Для пайки турбин, осевых уплотнений и др. из жаропрочных сталей и сплавов типа ЖС6, ЭП-648 в печи
ВПр I6	<i>Ti-Cu-Zr-Ni</i>	880 - 900	Для пайки трубопроводов, лопаток и др. из титановых сплавов в печи
ВПр 24	<i>Ni-Nb-Cr-Al-Si</i>	1150 - 1190	Для пайки лопаток, сопловых аппаратов и др. из жаропрочных сталей и сплавов типа ЖС6, ЭП-648 и др. (в вакууме)
ВПр-27	<i>Ni-Cr-Al-B</i>	1030 - 1080	Для пайки лопаток, сопловых аппаратов и т. п. из жаропрочных сталей и сплавов типа ЖС6, ЭП-648, ВЖЛ-2, ВЖЛ-14. Пайка в печи

4.3. Паяльные флюсы предназначены для удаления окисной плёнки с поверхности паяемых металлов и припоя, защиты поверхности металлов от окисления в процессе пайки и снижения поверхностного натяжения расплавленного припоя на границе металл – припой – флюс.

4.4. В зависимости от температурного интервала флюсоукщей активности флюсы подразделяются на два класса:

- флюсы для пайки низкотемпературными припоями {температура плавления припоев ниже 450°C };
- флюсы для пайки высокотемпературными припоями (температура плавления припоев выше 450°C).

4.5. При выборе флюса необходимо учитывать:

- марку припоя и марку материала паяемого изделия;
- конструкцию паяемого узла и возможность удаления остатков флюса;
- способ нагрева в процессе пайки.

4.6. Состав флюсов, их характеристики и назначение приведены в таблице № 5.

Таблица № 5

Марка флюса	Компоненты и состав, %	Температура активности $^{\circ}\text{C}$	Назначение и область применения флюсов
I	2	3	4
ФЦВ	Хлористый цинк 30,0-40,0 Вода дистиллиро- ванная 70,0-60,0	220-320	Лужение и конструкционная пайка деталей из меди, никеля, нихрома, углеродистых и легированных сталей низкотемпературными припоями ПОС 40, ПСр2,5, ПСрЗКд, ВПр6 и др.

Таблица № 5 продолжение

Марка флюса	Компоненты и состав, %	Температура активности °С	Назначение и область применения флюсов
I	2	3	4
ФЦАВ	Хлористый цинк 17,5-18,5 Хлористый аммоний 5,5-6,5 Вода дистиллированная 77,0-75,0	180-320	Лужение и пайка деталей из меди, никеля, нихрома, бронзы, углеродистых и легированных сталей низкотемпературными припоями ПОС 40, ПОССу40-0,5; ПСр2,5; ПСрЗКд, ВПр6 и др.
ФЦКВ	Хлористый цинк 24,0-26,0 Соляная кислота 24,0-26,0 Вода дистиллированная 52,0-48,0	180-350	То же
ЛТИ-120	Канифоль 20,0-25,0 Диэтиламин солянокислый 3,0-5,0 Триэтанолламин 1,0-2,0 Спирт этиловый 76,0-68,0	160-350	Лужение и конструкционная пайка деталей из меди, никеля и их сплавов, бронзы низкотемпературными припоями
ФЖСп	Канифоль 25,0-35,0 Спирт этиловый 75,0-65,0	200-300	Лужение и пайка печатных плат монтажных элементов, консервация деталей из платины, золота, серебра, меди и медных сплавов низкотемпературными припоями
Канифоль	100	150-300	Лужение и пайка монтажных соединений деталей из меди и её сплавов низкотемпературными припоями

Таблица № 5 продолжение

I	2	3	4
ЛМ-1	Спирт этиловый 400 см ³ (80) Ортофосфорная кислота 100 см ³ (20) $\rho_d = 1,6-1,7$ ⑤ канифоль в по- рошке 30 г.	250-350	Для пайки нержавеющей сталей низкотемпературными припоями
ЛК-2	Канифоль 30,0 Хлористый цинк 3,0 Хлористый ammo- ний 1,0 Этиловый спирт 66,0	280-300	Для пайки меди, медных сплавов, конструкционных сталей низкотемпературными припоями
Гидразин соляно- кислый	5,0 Вода дистиллиро- ванная 95,0	150-330	Для пайки меди низкотемператур- ными припоями
18-B	Борная кислота 60,0 Фтористый калий 40,0	700-850	Для пайки нержавеющей сталей серебряными припоями
ББ-1	Борная кислота 75,0 Бура 25,0	800-1200	То же ② также для пай- ки деталей из конструкци- онных, углеродистых, нержавею- щих сталей, припоями на основе меди: ВЛр-1, М-1, Л-63.
Газооб- разный флюс BF ₃ (трёхфтори- стый бор)	Получается при температуре 800- 900 в результате термического раз- ложения соли KBF ₄ (фторбората калия)	800-900	Для печной пайки нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов в смеси с аргонem
флюс HF (фтористый водород)	Получается при температуре 600- 800 путём терми- ческого разложения соли NH ₄ F (фторбората аммония)	600-800	То же