

Таблица № 5 продолжение

I	2	3	4
ПВ200	Бура 18,0-20,0 Окись бора 65,0-67,0 Кальций фтористый 14,0-16,0	800-1200	Пайка деталей из конструкционных, углеродистых, нержавеющих жаропрочных сталей и сплавов припоями на основе меди: ВПр1, НПр4, Л63, М1 и др. с нагревом в печи, ТВЧ, газопламенным
ПВ201	Бура 11,0-13,0 Окись бора 76,0-78,0 Кальций фтористый 9,5-10,5 Лигатура Al-Si-Mg (48%, 48%, 4%) 0,9-1,1	800-1200	То же
ПВ209	Калий фтористый 41,0-43,0 Окись бора 34,0-36,0 Калий тетрафторборат 22,0-24,0	700-900	Пайка деталей из конструкционных, углеродистых, нержавеющих жаропрочных сталей и сплавов серебрянными припоями: ПСр40, ПСр-45, ПСр25, ПСр50 и др. газопламенным нагревом, в печи, ТВЧ
ПВ209X	Кислота борная 34,8-36,8 Калий гидрат окиси 27,9-29,9 Кислота фтористоводородная 34,3-36,3	700-900	То же
ПВ284X	Кислота борная 29,0-31,0 Калий гидрат окиси 25,0-27,0 Кислота фтористоводородная 43,0-45,0	600-800	То же

## 5. ПАЙКА ПАЯЛЬНИКОМ

5.1. Для пайки малогабаритных деталей и монтажных проводов применять электрические паяльники, жало которых изготовлено из меди или медных сплавов. Допускается использование паяльников с периодическим подогревом в печах, газовой горелкой и в других нагревательных устройствах.

5.2. Массу и мощность паяльников выбирать в зависимости от массивности паяемых деталей, теплопроводности их материала, температуры плавления припоя.

5.3. Контроль температуры нагрева жала паяльника рекомендуется при необходимости производить приборами для контроля.

Нормальной температурой нагрева паяльника считается такая, при которой припой быстро плавится, но не скатывается с рабочей части паяльника в виде кипящих капель. Температура жала паяльника должна на  $40-80^{\circ}$  превышать температуру плавления припоя.

5.4. Перед пайкой зашлифовать жало паяльника под углом в зависимости от конструкции соединения, профилировать, нагреть до температуры плавления припоя и облудить припоем.

5.5. Подготовленные к пайке детали обтереть в приспособлении, облудить, разогреть паяльником до температуры плавления припоя, подвести к зазору припоя, вводя его в шов на рабочей кромке паяльника или непосредственно в шов.

5.6. Пайку паяльником рекомендуется производить контактированием всей площади поверхности жала паяльника, предварительно покрытым флюсом, с местом соединения.

5.7. При пайке паяльником деталей неравной толщины первоначально прогревать более массивную деталь.

5.8. В случае образования прерывистой галтели, при условии выхода припоя из зазора с противоположной стороны, провести жалом паяльника с нанесенным на него флюсом по соединяемым кромкам, добиваясь получения непрерывной галтели.

5.9. Нагар, образующийся на жале паяльника, необходимо удалять периодически хлопчатобумажной салфеткой или канифолью, а окалину с поверхности паяльника удалять напильником.

## 6. ПАЙКА ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКОЙ

6.1. Тип горелок и состав газовых смесей выбирать в зависимости от теплопроводности и размеров паяемых узлов, а также свойств применяемых припоев и флюсов.

6.2. В качестве горючей смеси применять городской или природный газ с воздухом или кислородом, смеси пропан-бутана с кислородом, ацетилен с воздухом или с кислородом в зависимости от температур пламени.

6.3. При нагреве газовой горелкой применять "нормальное" пламя, т.к. избыток ацетилена вызывает науглероживание сталей, а также повышенную пористость в швах паянных припоями с легкоиспаряемыми элементами.

6.4. Номера наконечников следует выбирать в зависимости от толщины паяемых деталей.

При пайке деталей имеющих разную толщину номер наконечника подбирается практическим путём.

6.5. Перед пайкой паяемые поверхности протравливать. Метод травления паяемой поверхности зависит от марки флюса.

6.6. В процессе пайки флюс ПВ209, ПВ284 рекомендуется вводить на подогретом конце прутка припоя, периодически погружая его в сухой порошкообразный флюс, отводя пламя горелки от детали. Достаточность нагрева прутка припоя определять налипанием выбранного флюса. Флюсы ПВ200 и ПВ209 рекомендуется наносить на паяемые детали перед пайкой в виде сметанообразной пасты водного или спиртового раствора.

6.7. Паяемые детали равномерно нагревать в пламени газовой горелки по всей длине околосшовной зоны. При соединении элементов с разной толщиной стенок прогреть вначале деталь, которая имеет большую толщину. Для равномерного нагрева соединений из труб узел в процессе пайки рекомендуется равномерно вращать.

6.8. Расплавление припоя производить путём контакта прутка с паяемыми деталями: припой должен плавиться за счёт тепла деталей, нагретых до температуры плавления припоя, а не от пламени газовой горелки.

6.9. Не допускать контакта флюса и припоя с пламенем горелки более 4-5 мин. из-за возможного ухудшения технологических свойств флюса, потери легкоиспаримых компонентов припоя и ухудшения свойств основного металла.

6.10. Контроль температуры производить визуально по расплавлению флюса и припоя.

## 7. ПАЙКА С НАГРЕВОМ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

7.1. Для нагрева паяемых деталей ТВЧ могут использоваться высокочастотные ламповые установки с частотами от 64 до 440 кГц и машинные генераторы с частотами 2,5 и 8 кГц.

7.2. Нагрев ТВЧ собранного под пайку изделия производить с помощью водоохлаждаемого индуктора, изготовленного из медной трубки и подключённого к генератору.

7.3. Нагрев узла, подлежащего пайке, производить с помощью одновитковых и многовитковых индукторов. Одновитковые индукторы могут быть разъёмные и неразъёмные.

7.4. Форма индуктора определяется конфигурацией узла и подбирается опытно-расчётным путем.

7.5. Рекомендуемый радиальный зазор между деталью и индуктором выдерживать от 8 до 15 мм. Высоту индуктора рекомендуется изготавливать на 1-2 мм больше нахлесточной части соединения. Допускается уменьшение зазора между деталью и индуктором до 1,5... 2,0 мм. в тех случаях, когда с наружной стороны паяемого соединения находится толстостенная деталь.

7.6. Постановку припоя и флюсовку паяемого соединения производить, как правило, до нагрева деталей. Припой в виде колец, пайб и др. располагать плотно у зазора. Флюс наносить на припой и прилегающие поверхности деталей в виде водного раствора сметанообразной консистенции или в виде сухого порошка.

Допускается подавать припой от руки в виде прутка или полоски.

В этом случае флюс подавать при необходимости вместе с прутом припоя, окуная подогретый конец припоя во флюс.

7.7. Нагрев в зоне пайки вести до полного расплавления и растекания припоя с образованием равномерных галтелей.

7.8. При подаче припоя от ручки плавление его производить путём контакта с деталью, разогретой до температуры плавления припоя по всей длине нахлёстки.

7.9. Для выравнивания температуры соединяемых деталей при пайке (толстостенных с тонкостенными) или при пайке на генераторах повышенной мощности включение тока производить прерывистыми, кратковременными включениями или применять экраны.

7.10. После окончания пайки деталь выводить из индуктора после потемнения места пайки.

7.11. Соприкосновение детали с индуктором в процессе пайки не допускается.

7.12. Узел после пайки охлаждать на воздухе. Запрещается охлаждение в ванне, масле, эмульсии.

7.13. Безокислительный нагрев при индукционной пайке следует осуществлять в камере с контролируемой технологической средой, нейтральной или вакуумируемой камерой.

7.14. Температуру пайки контролировать визуально по расплавлению припоя или приборами для контроля температуры.



## 8. ПАЙКА В ПЕЧИ.

8.1. Пайку деталей можно производить в специальных печах или в печах предназначенных для термической обработки и удовлетворяющих следующим требованиям:

- массы и размеров изделия,
- требуемой производительности,
- перепада температур в зоне паяемого изделия,
- скорости выхода печи на рабочую температуру и скорости охлаждения,
- применяемых материалов,
- технических возможностей и условий производства.

8.2. При печной пайке в камерных печах детали помещать в стальные герметичные контейнеры многоразового действия, изготовленные из жаростойких и жаропрочных листовых материалов типа ЭИ-435 (ХН78Т), ЭИ-868 (ХН60ВТ) и др. Контейнеры могут быть заварены, с песочным затвором конусные и др.

8.3. Внутренние поверхности стенок контейнера перед загрузкой в него деталей должны быть очищены от окислов и остатков флюса обдувкой или травлением.

8.4. Герметичность контейнера проверять керосином путём смазывания наружных его стенок.

8.5. Флюс помещать в пенале или пакете из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, ХН78Т толщиной 0,1-0,3 мм на дно контейнера вместе с паяемыми деталями.

8.6. Потребное количество флюса определять из расчёта 0,5 г на литр объёма контейнера.



8.7. Для дополнительного предохранения деталей от окисления воздухом, вносимым потоком защитного газа, рекомендуется закрывать детали внутри контейнера колпаком-экраном из нержавеющей стали 12Х18Н10Т или ХН78Т толщ. 0,3-0,8 мм.

8.8. При пайке припоями ВПр-4, ВПр-7 и др., содержащими марганец, экранировать детали обязательно (с целью предохранения припоя от испарения из него марганца и других летучих компонентов). Размеры экранов в этих случаях должны быть близки размерам приспособления ~~о~~ установленными на нём деталями.

8.9. Перед загрузкой в печь контейнер с деталями продуть газом, в атмосфере которого будет производится пайка. Время продувки и расход газа указывается в технологии и определяется размерами контейнера. Объём пропущенного через контейнер газа в процессе продувки должен быть равен 3...5 кратному объёму контейнера.

8.10. При пайке в заварных контейнерах или в <sup>с</sup>специальных герметичных ретортах заполнение их аргоном производить после предварительного вакуумирования.

8.11. Подачу газа вести непрерывно в течение всего процесса пайки и в течение времени, необходимого для охлаждения деталей до температуры 100-300°C. Температура охлаждения указывается в технологии и определяется маркой материала и последующим циклом обработки детали.

8.12. Расход аргона при прудвке, в процессе пайки и при охлаждении назначается технологией и контролируется ротаметрами РС-3, РС-5, РС-7, РМ-1, РМ-3, РМ-7 и др.

8.13. Температура печи в момент загрузки и в прцессе пайки и время выдержки при температуре пайки подбирается практически и

указывается в технологии. Как правило температура пайки назначается на  $50-100^{\circ}\text{C}$  выше температуры плавления припоя.

8.14. Пайку в вакуумных печах применять для деталей и узлов, изготовленных из материалов и сплавов, не содержащих легкоиспаряемых элементов и требующих общий безокислительный нагрев, а также при применении припоев, предназначенных для пайки в вакууме.

8.15. Пайку деталей в вакууме следует производить не хуже  $5 \times 10^{-4} \dots 1 \times 10^{-5}$  мм рт. ст.

Примечание. Допускается применение вакуума с остаточным давлением  $1 \times 10^{-2} \dots 1 \times 10^{-3}$  мм рт. ст. в том случае, если способ пайки, основной металл и припой, геометрия паяемых деталей обеспечивают получение качественных паяных соединений.

8.16. Для улучшения условий пайки в вакуумных печах рекомендуется помещать детали под колпаки или металлические не герметичные короба-экраны, изготовленные из нержавеющей или жаростойкой стали.

8.17. Контроль температуры при отработке режимов пайки и при пайке особоответственных деталей осуществлять термопарами, зачеканенными в деталь или оснастку, приваренными или закреплёнными к поверхности детали или приспособления полосками нержавеющей стали толщиной  $0,1-0,3$  мм конденсаторной сваркой.

8.18. Спай контрольной термопары помещать как можно ближе к месту пайки.

8.19. Скорость нагрева согласовывать с показаниями вакуумметра. При падении вакуума скорость нагрева необходимо уменьшать.

8.20. Режим пайки, указанный в технологии, записывать на термограмме.

## 9. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ПАЙКИ

9.1. После пайки необходимо удалить остатки флюса.

Удаление остатков <sup>①</sup> ~~неокорродировавших~~ <sup>указанных в табл. 2</sup> флюсов производить не более чем через 24 часа.

9.2. Удаление окислов с внутренней поверхности трубопроводов <sup>①</sup> ~~по требованию технологии~~ <sup>чертежа</sup> и

## 10. КОНТРОЛЬ

10.1. Контроль качества пайки деталей производить в соответствии с требованиями настоящей инструкции. Детали и узлы, на которые имеются технические условия на пайку, контролировать в соответствии с требованиями технических условий.

10.2. Применяемые для пайки припой, флюсы и другие материалы должны проходить входной контроль.

удовлетворять требованиям ГОСТа, ТУ или паспортным данным. Срок применения флюса должен соответствовать сроку хранения, указанному на упаковке. По истечении гарантийного срока хранения флюс должен быть испытан по методике, указанной в ТУ или ГОСТе.

Изготовление флюса для пайки в производственных условиях должно быть проконтролировано ЦЗЛ.

Материалы должны выдаваться в цех с указанием срока годности.

— 10.3. — Паяные соединения должны подвергаться пооперационному и окончательному контролю. Детали должны подаваться на контроль партией.

Партией считается однотипные детали, запаянные одним паяльником в течение смены.

10.4. При пооперационном контроле проверяется:

- а) качество подготовки поверхности паяемых деталей под пайку;
- б) сборочные зазоры под пайку;
- в) соблюдение технологии пайки;
- г) чистота швов после удаления остатков флюса.

10.5. Окончательному контролю визуальным осмотром подвергать все 100% паяных соединений, применяя при необходимости лупу 4-х или 7-ми кратного увеличения.

10.6. Дополнительные методы контроля назначаются чертежами (100% рентгенконтроль, УЗК, проверка на прочность, герметичность и др.) или цеховыми графиками периодической проверки (выборочный рентген-контроль и др.)

10.7. Визуальным осмотром определяется:

- а) наличие галтелей у зазоров соединения;
- б) отсутствие трещин, непропаев, свищей, раковин, пор, подрезов, окисных плёнок, шерховатостей и других недопустимых дефектов.
- в) выход припоя с обратной стороны соединения и др.

10.8. Место пайки должно быть заполнено припоем по всему периметру с образованием равномерных галтелей с вогнутым мениском.

10.9. Для деталей паяных газовой горелкой, ТВЧ наличие галтелей с плавным переходом на поверхность паяемых деталей является обязательным.

10.10. Качество пайки деталей, у которых просматривается выход припоя с обратной стороны соединения (например, труба с фланцем и др.) проверять только визуальным осмотром и считать удовлетворительным при выходе припоя с обратной стороны соединения в соответствии с утвержденным образцом (эталонном).

10.11. В паяных соединениях при визуальном осмотре допускается без исправления:

- а) шерховатость паяного шва;
- б) поверхностные поры и раковины на галтелях припоя диаметром не более 1 мм или площадью не более  $0.8 \text{ мм}^2$  в количестве не более 2-х штук или скопление мелких пор (диаметром до 0,3 мм) общей площадью не более  $3 \text{ мм}^2$  на 40 мм длины шва;
- в) растворение основного металла припоем (эрозия, имеющая вид



подреза) глубоко до 20% толщиной материала на всём протяжении паяного шва;

г) облуживанию припоем поверхностей деталей;

д) наличие потемнения и цветов побелости;

е) наплывы припоя удаляемые механическим путём.

Примечание. Как правило, на внешний вид и состояние поверхности паяемых деталей устанавливается образец (эталон). Допускается один образец на однотипные детали. Однотипными считать детали идентичные по марке и толщине материала, величине нахлёстки, зазорам под пайку, марке припоя и способу нагрева в процессе пайки.

10.12. Детали, на которых выход припоя с обратной стороны соединения конструктивно не просматривается, подвергать дополнительно к внешнему осмотру рентгенконтролю или проверке порезкой согласно графикам периодического контроля качества пайки. Количество подаваемых на рентгенконтроль деталей должно быть не менее 5 штук от партии деталей. Если количество деталей в партии менее 5-ти шт., то рентгенконтролю подвергать всю партию. В случае неудовлетворительного качества пайки хотя бы одной детали рентгенконтролю подвергать все детали партии.

Примечание. На деталях, направляемых на рентгенконтроль, поверхностные наплывы припоя и остатки флюса в пределах нахлёстки на длине не менее 5 мм от галтели должны быть зачищены заподлицо с основным материалом.

10.13. При проверке рентгенпросвечиванием качество пайки считать удовлетворительным при отсутствии в паяном шве трещин, сквозных свищей, непропаев. При этом затекание припоя в зазор должно составлять

а) непрерывный или суммарный бездефектный поясok шириной не менее 2 мм - для толщин 1 мм и мене; (См. рис. I, а)

б) непрерывный или суммарный бездефектный поясok шириной не менее 3 мм — для толщин более 1 мм. (См. рис. 1, б).

Примечание. 1. В отдельных случаях при пайке особо ответственных деталей толщиной 1 мм и менее глубина затекания припоя в зазор должна составлять непрерывный или суммарный бездефектный поясok не менее 3 мм, что должно быть оговорено в чертеже. (см. рис. 1)

2. При определении глубины затекания припоя в зазор галтель не учитывать.

10.14. Расположение бездефектного пояска припоя по высоте нахлестки во всех случаях произвольное.

10.15. В пределах непрерывного пояска допускается местное уменьшение ширины непрерывного пояска до 1 мм (при требуемой ширине не менее 2 мм) и 1,5 мм (при требуемой ширине не менее 3 мм) на длине участка "S" (см. рис. 2) суммарной длиной не более 3 мм для деталей диаметром до 10 мм и не более 5 мм для деталей диаметром более 10 мм.

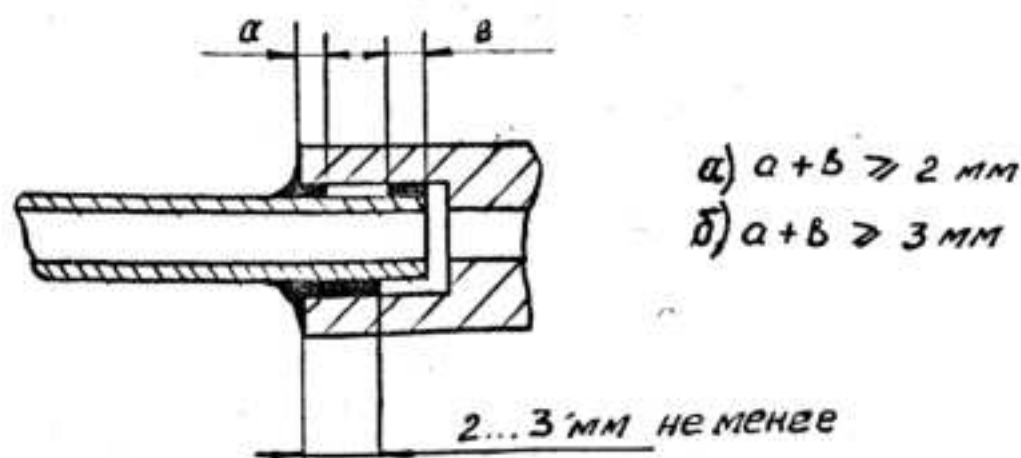


Рис. 1



10.16. В пределах непрерывного пояска дефекты не допускаются.

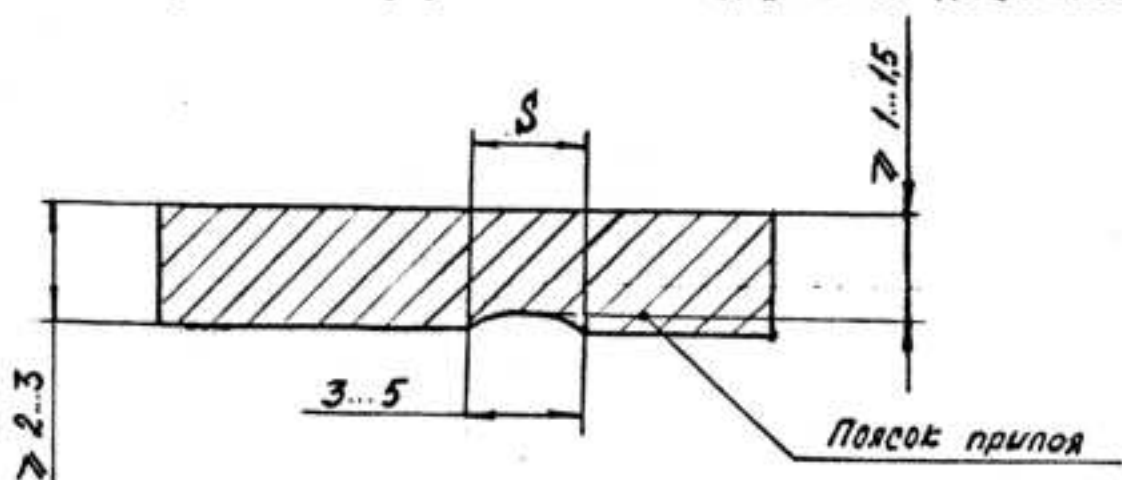


Рис. 2 Развёртка паяного шва.

10.17. При порезке деталей согласно цеховому графику на микрошлифах определяется глубина затекания припоя в зазор.  $\times$   $\times$   
Глубина затекания припоя в зазор должна соответствовать пункту 10.13. настоящей инструкции. Расположение бездефектного пояска по всей  $\times$  нахлестке произвольное.

Примечание. Дополнительно к макро и микроанализу нахлесточное паяное соединение может быть проверено на расклинивание (на отрыв). При расклинивании отрыв должен происходить по припою или по основному материалу паяемых деталей.

Качество пайки в этом случае считать удовлетворительным, если ширина пояска припоя (непрерывного или суммарного) соответствует требованиям пунктов 10.13. и 10.14. настоящей инструкции.

10.18. При печной пайке заполнение припоем канавки, в которой помещался припой не обязательно.

10.19. Паяные соединения не отвечающие требованиям тех документации допускается исправлять перепайкой.

Ю.20. Перепайку производить припоем, которым производилась пайка.

Ю.21. Допускается количество перепаяк для соединений, паяных газовой горелкой и на установках ТВЧ не более 2-х раз, для пайки в печи - не более 3-х раз, кроме случаев, особо оговоренных ТУ на деталь.

Примечание. Допускается в отдельных случаях перепайка поверхностных дефектов припоем с более низкой температурой плавления.

# ПЕРЕЧЕНЬ УПОМЯНУТЫХ ДОКУМЕНТОВ

Лист

ГОСТ 17 325 - 79	Пайка и лужение	
ГОСТ 19 378 - 74	Припой серебряные	6, 7, 11, 12
ГОСТ 21 930 - 76	Припой оловянно-свинцовые	3, 7, 11
ГОСТ 23 179 - 78	Флюсы высокотемпературные	16, 17, 20
ОСТ 113088 - 78	Соединения трубопроводов по наружному конусу.	9
ОСТ 141138 - 71	Пайка трубопроводов из нержавеющей стали	9
ТУ I-809-108-83	Гранулы высокотемпературных при- поев ВПрII-40Н, ВПрII и наполнителя	6, 13
ТУ I-595-104-81	Припой марки ВПр-24	6, 13
ТУ I-195-162-83	Припой марки ВПр-27	6, 13

ГОСТ 10 157 - 79	Аргон газообразный и жидкий	25
ГОСТ 17 299 - 78	Спирт этиловый технический	8, 20
ГОСТ 9532 - 75	Калий тетрафторборат	16
ГОСТ 4518 - 75	Аммоний фтористый	16
ГОСТ 7827 - 74	Растворитель марок Р-4, Р-5, Р-12, Р-24 для лакокрасочных материалов	8, 10
ОСТ 6-01-26-75	Сополимер БК-5	8, 10